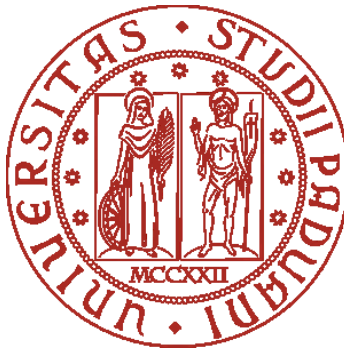




UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento del Territorio e Sistemi Agro-forestali

Dipartimento di Agronomia Animali Risorse

naturali e Ambiente- DAFNAE

**Corso di laurea magistrale in Scienze Forestali e
Ambientali**

**“Presenza di *Austropotamobius pallipes* sul territorio di
Isola Vicentina”**

Relatore:

Prof.ssa Chiara De Fassi Negrelli Rizzi

Laureando:

Vaona Marco

Matricola 1157553

ANNO ACCADEMICO 2022/2023

Un ringraziamento particolare alla Professoressa Chiara Rizzi a cui vorrei dimostrare tutta la mia riconoscenza per i buoni consigli e per la pazienza con cui mi ha seguito in questo percorso non privo di difficoltà.

Vorrei ringraziare i miei genitori e la mia famiglia, che sempre mi hanno sempre spinto oltre le mie capacità.

Vorrei ringraziare la mia compagna di vita Vanessa, che mi ha illuminato nei momenti più difficili e ha sempre creduto in me.

Vorrei ringraziare gli amici, che con allegria e spensieratezza mi hanno aiutato ad andare sempre avanti.

Vorrei ringraziare me stesso, per aver avuto la forza di non mollare.

“Non sei in ritardo e non sei in anticipo, sei solo nel tuo tempo.”

SOMMARIO

RIASSUNTO.....	4
1. INTRODUZIONE	6
2 OBIETTIVI	79
3 MATERIALI E METODI	80
4 RISULTATI E DISCUSSIONE	88
5 CONCLUSIONI.....	137
SITOGRAFIA.....	139
BIBLIOGRAFIA.....	142

RIASSUNTO

In questo elaborato si è voluto fornire una descrizione il più possibile dettagliata della presenza del gambero di fiume (*Austropotamobius pallipes*) nel territorio di Isola Vicentina, in provincia di Vicenza, Veneto. In prima sede, si sono tracciati i caratteri rappresentativi della specie quali, l'habitat e il comportamento, l'alimentazione e la morfologia, non tralasciando cenni a riferimenti normativi che tutelano giuridicamente questa specie, inserita negli allegati II e IV della Direttiva Habitat e nella lista rossa degli animali minacciati a livello internazionale. Si è posta attenzione ai problemi per la sua conservazione, cercando di fornire gli strumenti utili a garantire una maggiore tutela delle popolazioni di gambero di fiume e degli habitat che li ospitano. Per fare ciò, si è dapprima analizzata la morfologia e l'idrografia del territorio per circoscrivere delle aree di studio, per poi procedere alla fase operativa di campionamento nei corsi d'acqua planiziali e collinari del territorio. La ricerca infatti, si è rivolta in un primo momento nel torrente Giara-Orolo, che attraversa il paese di Isola Vicentina e, successivamente, nei fossati di pianura della Valtessera, i quali un tempo, come appreso dalla letteratura e da testimonianze di appassionati naturalisti, erano abitati da numerosi individui di *A. pallipes*. Il monitoraggio è stato eseguito seguendo schemi di campionamento standardizzati; sono stati raccolti i principali parametri chimico fisici dell'acqua in vari siti e ci si è avvalsi di un retino a maglie strette per il campionamento delle comunità di macroinvertebrati acquatici, che sono stati utilizzati per la caratterizzazione dello stato di salute dei corsi d'acqua attraverso il metodo dell'indice biotico esteso. Si tratta di un'analisi delle comunità bentoniche che colonizzano gli ecosistemi fluviali, le quali sono caratterizzate da differenti livelli di sensibilità alle modificazioni ambientali e forniscono informazioni integrate nel tempo, utili a comprendere gli effetti in acqua di molteplici turbative (fisiche, chimiche, biologiche). Ci si è avvalsi anche dei dati forniti da Arpav (Agenzia

Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto) per valutare possibili interazioni tra l'assenza dei gamberi in pianura con eventuali presenze di elevate quantità di inquinanti organici e inorganici. In un secondo momento, lo studio si è rivolto in ambiente collinare, dove si è potuto notare una grande variabilità di ecosistemi con un notevole incremento della biodiversità animale e vegetale. Questi territori, infatti, ospitano ancora popolazioni relitte di gambero di fiume, per le quali si sono potute analizzare le frequenze numeriche, le misure biometriche, il comportamento e la riproduzione. La ricerca si è svolta nell'arco di un anno solare, concentrandosi prevalentemente nei mesi estivi, periodo di massima attività dei gamberi, e nei mesi tardo primaverili per verificarne l'avvenuta riproduzione. Si è poi voluto illustrare un fenomeno di rilevante importanza, che ad oggi rappresenta una delle più grandi minacce per la conservazione della specie: la peste del gambero. In uno degli otto transetti oggetto di studio, infatti, è stata rinvenuta una popolazione probabilmente affetta da afanomicosi e sono state attuate le procedure del caso, avvertendo gli organi competenti per ulteriori indagini. Il territorio in esame possiede sicuramente molti requisiti idonei ad ospitare popolazioni di gambero di fiume, ma sarebbero opportuni programmi specifici per la riqualificazione di alcune aree, realizzando ove possibile, siti rifugio e garantendo un deflusso minimo di acqua, vitale per la loro sopravvivenza.

1. INTRODUZIONE

Il corso della natura è da sempre caratterizzato da cambiamenti e rivoluzioni. Ogni specie vivente ha attraversato a suo modo un'evoluzione che ne potesse garantire la sopravvivenza. La scienza nel corso dei millenni ha sempre studiato e osservato questi mutamenti, per poter comprendere e quindi proteggere la flora e la fauna che ci circonda.

Questi studi hanno infatti dimostrato quanto, oltre all'inevitabile corso naturale della vita, anche l'azione dell'uomo abbia un ruolo nella scomparsa di alcune specie viventi. Analizzando i cambiamenti del territorio e le condizioni dell'habitat, è quindi possibile osservare il conseguente adattamento di flora e fauna e la sopravvivenza delle specie.

Questo elaborato, partendo proprio da questi concetti, ha come scopo quello di studiare una delle specie di invertebrato, considerata un importante bio-indicatore ecologico, ovvero il gambero di fiume. Infatti, le reazioni che ha l'*Austropotamobius pallipes* rispetto alle modifiche dell'ambiente lo rendono una specie molto studiata per comprendere i cambiamenti dello stato di qualità dei corsi d'acqua e per rilevare la presenza o l'aumento di sostanze inquinanti nel lungo periodo.

Nello specifico verranno quindi analizzate la presenza, le condizioni e le prospettive di vita del gambero di fiume nell'ambiente circoscritto del territorio di Isola Vicentina, un paese in provincia di Vicenza, in Veneto.

1.1 AUSTROPOTAMOBIOUS PALLIPES

1.1.1 CLASSIFICAZIONE

L'inquadramento sistematico del gambero di fiume autoctono è ancora controverso ed il taxon viene considerato come un complesso di semispecie, definito *Austropotamobius pallipes complex*, sulla base delle indicazioni fornite sia da caratteri morfologici sia da più recenti indagini biomolecolari (Grandjean et al., 2000, 2002). L'attuale classificazione del gambero di fiume autoctono *Austropotamobius spp.* è la seguente:

Phylum	Arthropoda
Subphylum	Crustacea
Classe	Malacostraca
Sottoclasse	Eumalacostraca
Ordine	Decapoda
Sottordine	Reptantia
Infraordine	Astacidea
Superfamiglia	Astacoidea
Famiglia	Astacidae
Genere	Austropotamobius
Specie	A.torrentium A.pallipes complex: A. italicus A. pallipes

Tabella 1 - Classificazione di *Austropotamobius pallipes*

Ad oggi sono conosciute oltre cinquecento specie di gamberi d'acqua dolce, suddivise in tre famiglie, presenti nei due emisferi terrestri. I gamberi dell'emisfero boreale sono Astacidi e Cambaridi, mentre quelli dell'emisfero australe sono Parastacidi. In Europa esistono sei specie autoctone di gamberi d'acqua dolce: *Astacus astacus*, *Astacus leptodactylus*, *Astacus pachypus*, *Austropotamobius torrentium* e *Austropotamobius pallipes complex* (*A. pallipes pallipes*, *A. pallipes italicus*).

I gamberi presenti nel Mediterraneo sono strettamente legati geneticamente tra loro per cui è plausibile che avessero un progenitore comune, come evidenziato da studi biochimici recenti sulle genetiche di popolazione (Pedraza-Lara *et al.*, 2010). Due gruppi di gamberi autoctoni d'acqua dolce sono attualmente presenti: il primo è composto da *Austropotamobius torrentium*, il gambero dei torrenti, e da *A. pallipes complex*, il gambero dalle zampe bianche, mentre il secondo gruppo comprende *Astacus astacus*, il gambero dalle zampe rosse, e *Astacus leptodactylus*, ovvero il gambero turco.

Austropotamobius torrentium discende dal ceppo primitivo e vive confinato nelle regioni montuose dell'Europa centrale, mentre in altri territori prevale *A. pallipes complex*, specie pioniera. *Astacus astacus*, proveniente dall'Est Europa, si è insediato a nord del continente, regione non colonizzata da *A. pallipes complex*. *Astacus leptodactylus*, rappresentante del ramo orientale primitivo, avanzando da Sud-Est sta sostituendo progressivamente *Astacus astacus*, nel bacino del Mar Baltico.

In Italia, le specie presenti sono *Astacus Astacus* e *Austropotamobius torrentium* e *Austropotamobius pallipes*. L'attuale distribuzione di quest'ultima specie, per quanto riguarda l'Italia, è stata recentemente oggetto di studio mediante indagini genetiche biomolecolari (Fratini *et al.*, 2005). E' stata infatti eseguita un'analisi genomica (sequenziamento del DNA mitocondriale) su numerose porzioni di tessuto di 64 esemplari di *Austropotamobius pallipes*

complex, provenienti da 33 località dell'areale italiano; tale indagine ha rilevato che le popolazioni italiane del genere *Austropotamobius*, in passato classificate come entità sottospecifiche (Frogia, 1978), devono essere considerate come appartenenti a due differenti specie, con distribuzione:

-*A. pallipes*, nell'area dell'Appennino ligure piemontese

-*A. italicus*, nel resto d'Italia ad esclusione della Puglia e delle isole

Le indagini molecolari effettuate, offrono una prima analisi sulla variabilità inter e intra-popolazione, utile a caratterizzare le popolazioni presenti per una corretta politica di gestione e conservazione della specie. La presenza quindi, di diversi aplogruppi e aplotipi di gambero distribuiti sul territorio nazionale, suggerisce l'esistenza di fenomeni di traslocazione di individui ad opera dell'uomo che potrebbero sussistere ancora oggi. Questo fenomeno è molto rischioso, perché la diversità delle linee evolutive in contesti di habitat differenti, potrebbe influenzare l'adattabilità delle popolazioni all'ambiente con maggior pericolo di estinzione, soprattutto in condizioni di stress. La creazione di una mappa genetica delle popolazioni presenti sia a livello regionale che nazionale, sarebbe quindi necessaria, rappresentando uno strumento utile alla gestione della specie nell'ottica delle reintroduzioni e dei ripopolamenti. Ai fini della reintroduzione, infatti, è fondamentale la verifica preventiva dell'identità della specie, originariamente presente nell'area, tramite l'analisi dei dati di distribuzione e dell'identità genetica delle popolazioni, appartenenti allo stesso bacino o più prossime geograficamente.

1.1.2 CENNI BIOLOGICI

Austropotamobius pallipes complex, detto anche “gambero dalle zampe bianche” per il caratteristico colore degli arti, ha un aspetto piuttosto robusto e compatto, può raggiungere e superare i 12-13 cm di lunghezza, dalla punta del rostro al telson (anche se nella maggior parte dei casi non supera i 10 cm), ed un peso massimo di 90 grammi. La colorazione del corpo può essere bruna, bruno-giallastra o bruno-verdastra sul dorso e sui fianchi, mentre ventre e arti sono biancastri. Le chele hanno un margine interno irregolare e la parte ventrale di colore bianco. I gamberi d’acqua dolce appartengono al sottordine *Reptantia*, che include crostacei che si muovono, su terra, mediante l’utilizzo dei pereiopodi; il nuoto, tipico comportamento della fuga, è invece attuato con pleopodi (nelle femmine servono a trattenere le uova, nei maschi si individuano, invece, i gonopodi utilizzati per la fecondazione): il gambero contrae violentemente la muscolatura dell’addome e, utilizzando il telson (ultima appendice addominale) come una pala, si proietta all’indietro sfuggendo alla minaccia. Il corpo dei gamberi è rivestito da un esoscheletro chitinoso irrobustito da sali di calcio; le articolazioni del corpo e quelle delle appendici non sono invece interessate dalla calcificazione e la flessibilità della chitina permette la mobilità delle articolazioni stesse (Mancini, 1986). Delle dieci appendici, organizzate in cinque paia, il primo paio è costituito da due grosse chele, atte all’accoppiamento, all’offesa e alla difesa e per questo motivo a causa dei combattimenti possono staccarsi, le due paia seguenti terminano con delle piccole chele utili a portare il cibo alla bocca, mentre le ultime due paia terminano con una struttura appuntita, detta dattilopodite, che serve da appendice di spostamento. Il corpo è composto da due parti principali: il cefalotorace che comprende la regione cefalica e quella toracica, e l’addome. Il cefalotorace termina con una struttura triangolare chiamata rostro e presenta due paia di antenne preorali, un paio di occhi, tre paia di appendici postorali (mascelle e mandibole). L’addome è formato da sei segmenti articolati e

termina con il telson (Figura 1 e Figura 2). La respirazione è branchiale, le branchie lamellari, in numero di 18 per lato, sono collocate nelle camere branchiali laterali del cefalotorace e protette dall'esoscheletro. Il sistema circolatorio dei gamberi è di tipo lacunare aperto ed è costituito da un cuore uniloculare posto dorsalmente nel cefalotorace, da arterie e seni come si può vedere in figura 3. Il sistema digestivo è composto dall'apparato boccale, un breve esofago, stomaco e intestino. Il sistema nervoso è formato da un complesso gangliare cerebrale sopraesofageo e da due gangli nervosi per ogni segmento, collegati tra loro ai muscoli da fibre nervose raggruppate in fasci. Gli organi di senso sono distinti in esterocettori ed enterocettori: i primi sono distribuiti sulla superficie corporea e permettono di percepire gli stimoli derivanti dall'ambiente esterno quali luce, odori, suoni e stimoli idrodinamici mentre i secondi sono inseriti più profondamente e permettono di rispondere agli stimoli interni, come le variazioni di pressione e di concentrazione delle sostanze chimiche presenti nei fluidi corporei. Hanno anche la percezione della gravità e quindi della posizione del corpo nello spazio (I gamberi d'acqua dolce: status ecologico e piccola guida di riconoscimento Sezione IV,) .

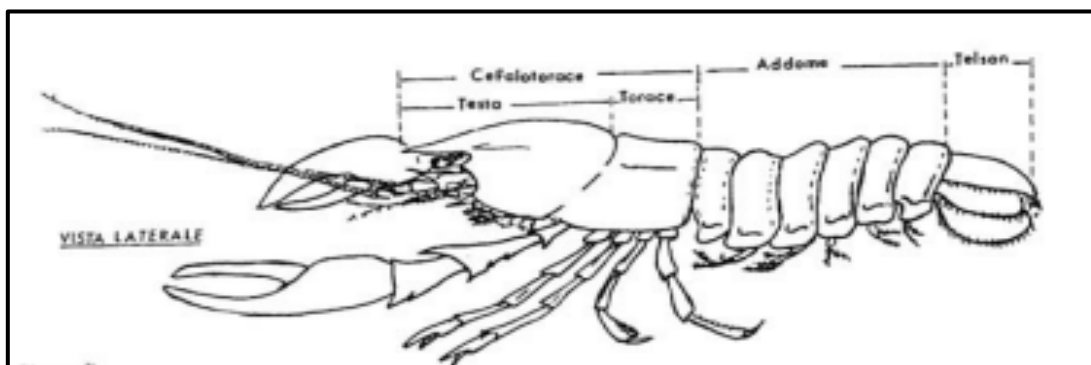


Figura 1 - Morfologia generale del gambero d'acqua dolce (Arrignon, 1996)

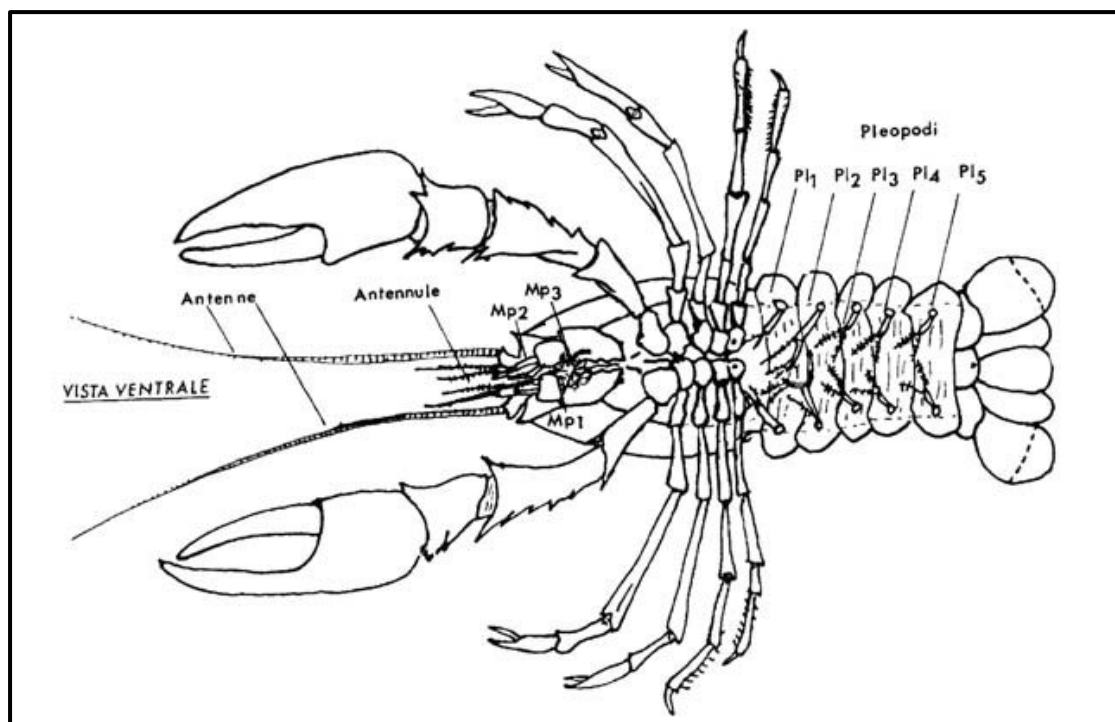


Figura 2 - Morfologia generale del gambero d'acqua dolce (Arrignon, 1996)

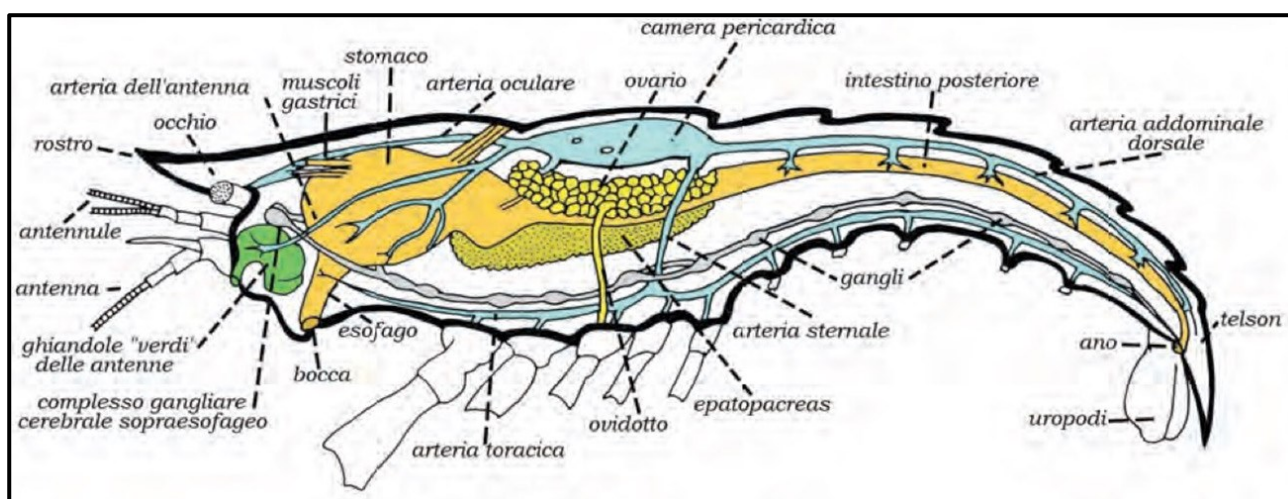


Figura 3 - Organi interni del gambero di fiume.

1.1.3 IMPORTANZA ECOLOGICA

I gamberi d'acqua dolce giocano un ruolo di fondamentale importanza nel mantenimento naturale dell'equilibrio degli ecosistemi acquatici. Infatti, con il loro comportamento onnivoro e rappresentando, a loro volta, un importante risorsa alimentare per pesci, uccelli, e piccoli mammiferi, possono influenzare la distribuzione e l'abbondanza degli altri organismi, svolgendo il ruolo sia di predatore che di preda. *Austropotamobius pallipes* è considerato ad oggi in pericolo di estinzione per cui è oggetto di tutela (Stefani, 2011). Il perché di questo impoverimento faunistico è da ricercarsi soprattutto nella massiccia diminuzione e frammentazione degli habitat dovute principalmente all'attività antropica. Le cause di questo depauperamento sono molte, tra le quali, sono di maggiore rilievo:

- Forte suscettibilità ad alcune malattie micotiche, batteriche o parassitarie, spesso introdotte con gamberi alloctoni, i quali sono in realtà portatori asintomatici (Diéguez, Cerenius et al, 2011);
- Inquinamento ambientale diffuso (fitofarmaci, pesticidi, metalli pesanti, concimi chimici, reflui zootecnici, ecc.);
- Predazione ad opera di mammiferi, pesci ed uccelli;
- Pesca e bracconaggio;
- Alterazione degli habitat (regimazioni idrauliche, captazioni idriche in alveo, sbarramenti, disboscamenti, ecc..)

In Europa si è quindi cercato di incentivare la sopravvivenza di queste specie, elaborando normative atte alla loro conservazione. In particolare, *Austropotamobius pallipes*, *Austropotamobius torrentium* e *Astacus astacus* sono stati inseriti, sia nell'allegato III della Convenzione di Berna del 1982 (Convenzione per la conservazione della vita selvatica e dei suoi biotopi in

Europa), sia nell'allegato V della Direttiva Habitat (Direttiva 92/43/CEE), dove sono elencate le specie per le quali si richiede l'adozione di misure di gestione per il loro prelievo e sfruttamento. *Austropotamobius pallipes* viene quindi descritta come specie richiedente la designazione di zone speciali di conservazione (allegato II della Direttiva Habitat). Nonostante ciò, gli ultimi rapporti sul monitoraggio di questa specie, evidenziano che la legislazione è ancora carente per quel che riguarda i fattori di prevenzione dalle minacce, in particolare per quel che riguarda l'introduzione di specie alloctone. Il progressivo declino della presenza di *Austropotamobius pallipes* rappresenta una grave minaccia, poiché potrebbe portare alla sua completa estinzione. Risulta di fondamentale importanza conoscere la distribuzione della specie sul territorio nazionale e all'interno dei siti tutelati, conoscenze che ad oggi sono scarse e frammentate. L'eventuale scomparsa di alcune popolazioni costituirebbe per l'intera specie una perdita importante sia in termini quantitativi che biogeografici. La presenza/assenza dei gamberi fluviali costituisce una grave mancanza in termini di biodiversità e rappresenterebbe una importante perdita per le comunità macrozoobentoniche d'acqua dolce, essendo un importante anello nella catena trofica di questi particolari ecosistemi (i gamberi sono onnivoro-detritivori e hanno un ruolo importante nella degradazione della sostanza organica particellata). Il progressivo degrado ambientale è, come già detto in precedenza, uno dei maggiori fattori di minaccia per la specie: i corsi d'acqua superficiali per la maggior parte sono inquinati, subiscono la canalizzazione degli alvei e delle sponde, molta acqua viene utilizzata a scopo irriguo e vi sono in atto sempre più fenomeni di deforestazione. Tali fenomeni si verificano soprattutto sui corsi d'acqua a medio e basso corso. Questi biotopi sono minacciati soprattutto da interventi di canalizzazione, spesso condotti senza nessuna considerazione ambientale e faunistica, e dal prelievo irriguo sconsiderato.

1.1.4 HABITAT DEL GAMBERO DI FIUME

Come riportato precedentemente, la distribuzione di questa specie è diventata ristretta e frammentata, ad oggi infatti *A.pallipes* lo si può trovare prevalentemente nelle sorgenti e nei torrenti collinari e montani (Vigeneux, 1997), caratterizzati da acque limpide, fresche e ben ossigenate. Numerosi studi hanno messo in evidenza che gli ambienti tipici di *A.pallipes* sono caratterizzati da piccoli corsi d'acqua con flusso abbastanza veloce, larghi meno di 2 metri, con profondità non superiore a 1 metro e con molti nascondigli (Arrignon e Roche, 1983). In passato popolava anche piccoli laghi e raccolte d'acqua naturali o artificiali. L'habitat ottimale è caratterizzato da una granulometria del torrente composta da ghiaia, sabbia e roccia, ma lo si trova anche in torrenti di fascia collinare con fondo fangoso, limoso e presenza di foglie e rami, radici sommerse e vegetazione acquatica. L'habitat deve essere diversificato in modo da offrire una buona quantità di rifugi tra i quali, anfratti rocciosi, tronchi e ceppi sommersi, radici di alberi e tane scavate dagli stessi individui nei sedimenti fini delle rive sotto la vegetazione (comportamento tipico degli adulti). Le quote ottimali di *A.pallipes* sono difficili da definire, poiché altri fattori come la latitudine influenzano la temperatura dell'acqua. Nel territorio italico è possibile cercarlo fino ai 1200 m s.l.m., condizioni termiche permettendo. Tuttavia la compresenza di habitat eterogenei sfavorisce la predazione sui giovani e diminuisce il rischio di cannibalismo durante il periodo della muta. Altro fattore caratterizzante l'habitat del gambero è la disponibilità di luce; infatti preferisce corsi d'acqua ben ombreggiati, con una buona copertura vegetale riparia che impedisca al sole un diretto irraggiamento con conseguente innalzamento della temperatura dell'acqua (Figura 3). Il gambero di fiume sceglie siti riparati con almeno una delle due sponde boscata con una buona copertura, lontano da luoghi antropizzati. Alcuni parametri chimici come l'ossigeno disciolto (che dipende però dalla temperatura dell'acqua), materia organica, NH_4^+ (elemento correlato alle variazioni stagionali della copertura

fogliare) e le concentrazioni di anioni possono essere infatti molto influenzati dalle attività umane (allevamenti, agricoltura). Uno studio condotto dal Consiglio Superiore della Pesca Francese, ha evidenziato che negli ultimi 20 anni il numero delle popolazioni di gambero è calato drasticamente. Sebbene l'afanomicosi, nota come peste del gambero sia la ragione primaria da attribuire alle perdite in atto, il degrado dell'acqua e dell'habitat sembrano esserne le cause principali (Smith et al., 1996). Uno dei metodi migliori utilizzati per valutare la qualità dell'acqua è quello basato sulla struttura e sulla funzione dei sistemi biologici (Chapman, 1996). Il gambero di fiume è sempre stato ritenuto una creatura sensibile in termini di qualità dell'acqua dell'habitat, essendo sempre stato considerato un ottimo bioindicatore della qualità dell'acqua, reagendo a diverse forme di degrado ambientale, efficace nel tracciamento sia temporale sia locale dei cambiamenti. Proprio in seno al suo status di "sentinella di buona qualità dell'acqua" sono stati condotti numerosi studi per definire i parametri fisici degli habitat di *A.pallipes* utilizzando criteri chimico-fisici (O'Keeffe, 1986; Reynolds 1995; Granjean et al., 2000). I dati elaborati evidenziano che le acque che ospitano il gambero sono ben ossigenate, con ossigeno disciolto compreso tra 7 e 10 mg/L, temperature fresche (non superiori ai 25 °C d'estate e non inferiori a 0 °C d'inverno), con pH variabile tra 6,8 e 8,2, conducibilità tra 200 e 600 mScm e concentrazioni di calcio superiori a 5 mg/L. Tuttavia, recenti studi hanno dimostrato che il gambero di fiume può essere trovato anche in acque moderatamente inquinate (Demers, 2003).



Figura 4 - Habitat tipico di *A. pallipes* (Fonte: stromzivota.sk)

Il gambero di fiume predilige siti riparati con almeno una delle due sponde boscata con una buona copertura, lontano da luoghi antropizzati. Alcuni parametri come l'ossigeno disciolto (che dipende però dalla temperatura dell'acqua), materia organica, NH_4^+ (elemento correlato alle variazioni stagionali della copertura fogliare) e le concentrazioni di anioni possono essere infatti molto influenzati dalle attività umane (allevamenti, agricoltura). Tuttavia, evidenze scientifiche mostrano come sia maggiore l'influenza della geologia rispetto alla chimica dell'acqua per quanto riguarda la caratterizzazione degli habitat. Si registrano infatti misurazioni elevate di conducibilità, Ca, HCO_3^- su formazioni calcaree rispetto a formazioni silicatiche metamorfiche. Dallo studio condotto in Francia da M. Trouilhe, 1997, emerge che *A. pallipes* è in grado di vivere in acqua con misurazioni di HCO_3^- comprese tra 13 e 229 CaCO_3 mg/L dove la durezza totale è molto variabile e dipende direttamente dalla geologia del suolo. Lo studio di Reyjol e Roqueplo (2002) sembra dimostrare che il gambero di fiume possa vivere in acque con concentrazioni di Mg da 0,1 a 0,9 mg/L, che, con il Ca, rappresenta i due componenti minerali essenziali dell'esoscheletro, necessari per la sua crescita e la muta. Inoltre, si può affermare che *A. pallipes* non è sensibile alle elevate concentrazioni giornaliere di NO_3^- . La temperatura dell'acqua è estremamente importante perché, ad esempio, la riproduzione e l'accoppiamento si verificano solo quando l'acqua scende sotto i 10 °C, mentre la schiusa delle uova avviene in primavera quando

la temperatura si alza. Sempre nello studio condotto da M. Trouilhe et al. (anno), viene indicato che durante una grande ondata di caldo, i gamberi di fiume sono stati in grado di sopravvivere per due settimane in acqua la cui temperatura variava da 18 °C a 22 °C, ma che sopra i 21 °C potevano subire disturbi e danni fisiologici. Tuttavia, quando la temperatura dell'acqua è troppo alta, il gambero può trovare rifugio in zone più fresche come le tane. Infatti, alcune specie di crostacei decapodi costruiscono tane che forniscono loro un rifugio termico da condizioni superficiali estreme che non sarebbero in grado di tollerare (Eshky et al., 1996). Infatti, studi sul gambero rosso della Louisiana hanno dimostrato che la temperatura dell'aria e dell'acqua all'interno delle tane presentava minori fluttuazioni rispetto a quelle esibite dalle temperature superficiali (Payette e McGaw, 2003), essendo più stabile e significativamente più bassa. Pertanto, le tane consentono di resistere all'alta temperatura e all'ipossia. Tuttavia, questa plasticità di abitare ruscelli e torrenti caratterizzati da ampi intervalli di valori dei parametri chimico-fisici dell'acqua, sembra mettere in discussione lo status di bioindicatore del suddetto gambero. Infatti, tale specie può essere presente in zone con caratteristiche qualitative dell'acqua molto diverse e la sua presenza non è da considerarsi come una prova di acqua non inquinata (Reynolds, 2003). Alvei con condizioni idrologiche calma e con apporto idrico costante possono fornire rifugi dove i gamberi, in particolare gli individui più piccoli, possono mantenere la loro posizione a costi energetici inferiori.

A. pallipes preferisce, in genere, acqua con basso livello di inquinamento, ma come dimostrato in uno studio condotto in Piemonte, la sua presenza è stata rilevata anche in ambienti con bassa qualità ecologica, in cui si è dimostrato in grado di tollerare bene l'eutrofizzazione e l'acidificazione delle acque con un valore medio di pH registrato di 7,9. Rimane, comunque, molto sensibile all'inquinamento organico che riduce il livello di ossigeno, e a quello chimico, in particolare ai pesticidi. Pertanto, si può considerare la specie non tanto come

un bioindicatore, quanto un indicatore di qualità di habitat intesa come eterogeneità di ambienti e disponibilità di rifugi. In presenza di disagio ambientale, il gambero è in grado di uscire dall'acqua e sopravvivere per alcune ore in cerca di un altro corso idrico vicino, oppure, come altra possibile reazione a fenomeni di inquinamento, mette in atto il comportamento dell'“interramento”. È stato dimostrato che *A. pallipes* non risente dell'inquinamento dovuto all'ammoniaca e all'ortofosfato (Haddaway, 2014).

1.1.5 DIETA

I gamberi si nutrono di muschio, ma è probabile che i maggiori benefici nutrizionali siano contenuti all'interno di associazioni fungine e periphyton che crescono all'interno della rete del muschio, piuttosto che nella vegetazione stessa. Inoltre il muschio fornisce anche rifugio contro elevate correnti e predatori. Le abitudini alimentari in *Austropotamobius pallipes* varia in relazione alla taglia: la specie è carnivora nei primi anni di vita (si nutre di prede vive, come i macroinvertebrati acquatici i cui



Figura 5 - Fontinalis Antipyretica (Wikipedia)

gusci forniscono una importante fonte di calcio, larve di insetti, crostacei bentonici, anfibi, e piccoli pesci) e vegetariana-detritivora, prevalentemente fitofaga, con preferenza per la macrofita *Fontinalis Antipyretica* (Figura 4), negli stadi adulti. Importante è anche la caratteristica dei mesohabitat occupati dalle varie fasi biologiche: nelle zone superficiali poco profonde il nutrimento prevalente è di origine vegetale, mentre sul fondale è costituito

prevalentemente dalla componente animale. In situazioni di stress sono frequenti fenomeni di cannibalismo per mancanza di alimenti o sovrappopolamento. Essendo una specie fotofoba, l'alimentazione avviene dal tardo pomeriggio, alle prime ore del mattino, con un picco a metà della notte. Sono animali crepuscolari e notturni, definibili lucifughi, poco attivi di giorno quando si riparano nelle tane, attivi di notte impegnati nella caccia. I gamberi di nutrono lentamente ma non a lungo e tendono a spostarsi in altre zone dopo un breve periodo, riducendo il rischio di cattura da parte dei predatori.

1.1.6 COMPORTAMENTO

Il gambero sostanzialmente è un animale solitario con tendenze territoriali accentuate nei maschi in concomitanza con il periodo riproduttivo. Non è raro, però, individuare popolazioni in poche decine di metri lungo i corsi d'acqua, in caso di condizioni ambientali particolarmente propizie e che si possono spostare sullo stesso torrente da monte a valle (e viceversa) in risposta al mutamento delle condizioni ambientali o all'eccessiva densità di popolazione. Un parametro molto importante per spiegare la distribuzione dei gamberi è la quantità di materia organica presente nell'acqua. Infatti, studi di Broquet et al. (anno) mostrano che il BOD5 è uno dei parametri più importanti e discriminanti la presenza o assenza della specie in alcuni torrenti. Altro fattore molto importante è la componente minerale della geologia sottostante. Si è riscontrato, infatti, che i corsi d'acqua abitati da *A. pallipes* sono meno minerali rispetto alle acque ove non sono presenti. Il livello di Ca_2^+ è più alto nelle zone calcaree che nelle zone granitiche o silicee. La concentrazione media di Ca_2^+ nei siti senza *A. pallipes* è quasi il doppio di quella dei siti con *A. pallipes*. Pertanto, substrati non calcarei, ma granitici o silicei sono essenziali per la presenza del gambero.

1.1.7 COMPETIZIONE TRA MASCHI

Fino ad ora si era pensato che i maschi di *A. pallipes* adeguassero le loro energie nella produzione spermatica in base al rischio e all'intensità di competizione con altri individui, aumentandola quando concorrono con almeno un altro maschio e diminuendola quando il numero di concorrenti supera le due unità (Galeotti et al., 2009). Recenti studi hanno invece dimostrato che il comportamento dei maschi nella produzione di sperma rimane invariato, poiché ne rilasciano quantità simili indipendentemente dalla quantità di concorrenti circostanti. Ne segue che i maschi di gambero di fiume non sono in grado di regolare la produzione dei loro eiaculati a seconda della variazione a breve termine del rischio di competizione spermatica. Si può ritenere quindi, che il loro comportamento si annulli in modo significativo in un range crescenti di competitori, poiché le relazioni tra maschi focali e concorrenti aumentano con il numero degli stessi con la conseguenza di avere minori copule effettive.

1.1.8 NORMATIVA

Dal punto di vista normativo, *A. pallipes* risulta inserito in diverse direttive e leggi che tutelano la biodiversità. Dal 1983, *A. pallipes* è stato elencato come "vulnerabile" nella lista rossa degli animali minacciati dell'Unione internazionale per la conservazione della natura e delle risorse naturali (Baillie e Groombridge, 1996). Il gambero di fiume è elencato anche negli allegati II e V delle Direttive della Comunità Europea per la Conservazione degli Habitat Naturali e della Flora e Fauna Selvatica (Consiglio delle Comunità Europee, 1992, 1997). Questo status richiede che vengano messi in atto piani di gestione al fine di conservare sia le specie minacciate che i loro habitat (Vigneux, 1997). La rete europea Natura 2000 è stata progettata per proteggere gli habitat e le specie minacciati in tutta Europa attraverso la designazione di zone speciali di

conservazione (ZSC). Dal 1992, i programmi EU Life hanno contribuito alla gestione dei siti Natura 2000 affrontando problemi e sviluppando soluzioni per vari scenari ambientali. Ad esempio, nel Regno Unito un progetto EU Life sulla "conservazione dei fiumi Natura 2000" è stato intrapreso dalle agenzie per la conservazione e l'ambiente al fine di sviluppare metodi per la conservazione della fauna selvatica e degli habitat, tra cui *A. pallipes*. In Francia, sono state designate 166 ZSC allo scopo di proteggere *A. pallipes* e il suo habitat. A livello nazionale, leggi specifiche (alcune di recepimento della normativa comunitaria ed internazionale) impongono all'Italia di mettere in atto strategie per la tutela e la conservazione di questo importantissimo componente della cosiddetta "fauna minore".

1.1.9 DISPOSIZIONI NORMATIVE INTERNAZIONALI

La tutela e la conservazione del gambero di fiume rientrano nel quadro più ampio e complesso delle normative per la protezione dell'ambiente e della biodiversità. Questo obiettivo è stato ribadito in numerose Convenzioni internazionali tra le quali ricordiamo:

- La Convenzione di Ramsar (1971), che tutela le zone umide di importanza internazionale obbligando l'elaborazione di piani e strategie per il razionale utilizzo di dette aree.
- - La Convenzione di Washington (CITES – Convenzione sul commercio internazionale delle specie minacciate di estinzione, 1973), che interviene sul commercio internazionale delle specie animali e vegetali selvatiche minacciate di estinzione.
- -La Convenzione di Berna (1979), relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa, che ha lo scopo di assicurare la conservazione della flora e della fauna selvatica e dei loro habitat naturali.

- La Convenzione sulla Diversità Biologica (CDB, 1993), che mira a ridurre il tasso di perdita della biodiversità a livello globale, nazionale e regionale.

1.1.10 DISPOSIZIONI NORMATIVE NAZIONALI

In materia di biodiversità e tutela della fauna, oltre ai provvedimenti normativi con i quali sono state ratificate e rese esecutive le Convenzioni internazionali, l'Italia ha promulgato la Legge Quadro sulle aree protette, n.394 del 6/12/1991, e ha recepito la Direttiva europea Habitat mediante l'adozione del D.P.R. 8 Settembre 2007. La Legge Quadro sulle aree protette ha stimolato lo sviluppo di una estesa rete di aree protette sul territorio nazionale attraverso la creazione di nuovi parchi nazionali, salvaguardando con specifiche norme la fauna. Il D.P.R. 8 Settembre 1997, n 357 "Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche", disciplina il mantenimento e ripristino degli habitat naturali, tenendo conto della valenza naturalistico-ambientale delle aree Natura 2000 nella pianificazione e nella programmazione territoriale, individuando nella Valutazione d'Incidenza lo strumento per definire e valutare i principali effetti che il piano/progetto può avere sul sito di importanza comunitaria.

1.1.11 DISPOSIZIONI NORMATIVE E REGOLAMENTI REGIONALI

Con il D.P.r. 616 del 1977, sono state trasferite dallo Stato alle Regioni le competenze in materia di pesce; ciascuna Regione, pertanto, detta specifiche norme per la tutela e la salvaguardia/incremento della fauna ittica, svolgendo un ruolo di indirizzo e coordinamento sulla gestione delle acque interne e sulla disciplina della pesca. Inoltre, le Province possono promuovere ed attuare interventi di riequilibrio degli habitat fluviali e di valorizzazione dei corsi d'acqua. Ad esse viene affidata la gestione dei ripopolamenti ittici e l'aggiornamento della carta ittica che è principale strumento per la gestione di

tutte le attività inerenti la pesca, individuando zona di regolamentazione speciale (zone di protezione, ripopolamento e cattura) e dettando linee di indirizzo per la realizzazione di interventi di tutela e valorizzazione del patrimonio ittico.

1.1.12 NORMATIVA REGIONALE DI TUTELA DEL GAMBERO DI FIUME AUTOCTONO

REGIONE	NORMATIVA
Veneto	L.R. 19/1998 – Norme per la tutela delle risorse idrobiologiche e della fauna ittica e per la disciplina dell'esercizio della pesca nelle acque interne e marittime interne della Regione Veneto, e modifiche della L.R. 4/2009

Tabella 2 - Normativa di riferimento per *A.pallipes*

1.2 PROBLEMI DI GESTIONE

I cambiamenti climatici possono avere conseguenze sia dirette sulla specie sia indirette sulla risorsa idrica e sui corsi d'acqua. Uno dei principali fattori di minaccia della specie in esame è l'innalzamento della temperatura media che può portare a modifiche dell'areale sia come estensione sia come localizzazione geografica. Il gambero di fiume infatti possiede un alto livello di specializzazione e una non elevata capacità di adattamento ai cambiamenti ambientali, incorrendo nella probabilità di estinzione o riduzione significativa delle popolazioni qualora avvengano queste trasformazioni climatiche in maniera rilevante. Oltre a ciò, non bisogna dimenticare che variazioni ambientali possono portare alla colonizzazione degli ambienti da parte di

specie alloctone a discapito di quelle autoctone (Gherardi et al, 2013). Per quanto riguarda gli effetti indiretti, si possono verificare diverse situazioni:

- Variazioni nella distribuzione stagionale delle portate (regime di deflusso);
- Variazioni nella capacità d'immagazzinamento idrico con riduzione dei bacini imbriferi di origine glaciale o nivale;
- Maggiore predisposizione dei corpi idrici a fenomeni di piene e magre.

L'aumento della temperatura dell'aria e dell'acqua, correlata a livelli d'acqua assai scarsi, in estate potrebbe produrre forti impatti negativi sulle comunità biotiche dei corsi d'acqua, in termini di alterazione e frammentazione dell'habitat. Condizioni di scarsità idrica portano le popolazioni a dover sopportare lunghi periodi di stress e favoriscono l'insorgere di patologie fino all'estinzione della specie. Le patologie si sono dimostrate, infatti, un elemento focale nella rarefazione delle popolazioni di *A. pallipes* soggette all'attacco di numerosi microrganismi patogeni, quali: funghi (*Aphanomyces astaci*, *Saprolegnia spp.* e *Fusarium spp.*), protozoi (*Thelohania contejeani* e *Psorospermium haeckeli*), batteri (*Citrobacter freundii*, *Pseudomonas fluorescens* e *Pseudomonas putrida*) e virus.

Gli effetti causati da questi microrganismi sono molteplici: intaccano la funzionalità di organi e sistemi biologici, riducendo il potenziale riproduttivo della specie, distruggendo le uova e il novellame. In particolare, il fungo *Aphanomyces astaci*, che ha contaminato le acque d'Europa a causa dell'importazione di gamberi americani *Pacifastacus leniusculus*, *Orconectes limosus*, *Procambarus clarkii*, ha ridotto drasticamente le popolazioni locali a partire dall'inizio del secolo scorso. A questa problematica si aggiunge poi la pesca illegale. In alcune aree, poste sotto tutela, attività di bracconaggio sono ancora oggi esistenti, nonostante i controlli degli enti preposti, divenendo dannosi sia per il prelievo dei soggetti giovani sia per il prelievo di femmine ovigere con effetti immediati sul mancato accrescimento degli individui più

giovani, che impoverisce il rinnovamento delle popolazioni naturali, sia sulla nascita delle nuove generazioni, con conseguenze di invecchiamento delle popolazioni che nel tempo perderanno la loro naturale capacità di rigenerazione. La diminuzione delle popolazioni ha favorito negli anni l'introduzione di gamberi esotici, che hanno via via soppiantato le popolazioni autoctone aggravando la sopravvivenza dei gamberi indigeni negli ambienti fluviali a lento decorso e nei laghi.

1.3 LA PESTE DEL GAMBERO

Il gambero di fiume è molto suscettibile ad alcune malattie, siano esse di origine micotica, batterica o parassitaria. Spesso sono introdotte da gamberi alloctoni che sono portatori asintomatici. La peste del gambero è la più importante malattia infettiva dei crostacei d'acqua dolce ed è causata da *Aphanomyces astac*, un oomicete appartenente alla famiglia delle Saprolegniaceae. Questo fungo è in grado di attaccare le aree meno calcificate della cuticola e le membrane delle articolazioni dei crostacei. L'infezione può provocare gravi morie tra le popolazioni di specie indigene e per questo motivo l'agente patogeno è stato incluso tra le 100 specie invasive più dannose al mondo (IUCN). La peste del gambero è inclusa nella lista delle malattie sottoposte a obbligo di denuncia all'Ufficio Internazionale delle Epizootie (OIE), pertanto i focolai confermati da una diagnosi di laboratorio devono essere immediatamente notificati. L'infezione si propaga nell'acqua tramite le zoospore prodotte in gran numero entro un ambito di temperature assai ampio (da 2 a 25 °C), il che permette di estendersi durante tutto l'anno. A differenza delle specie europee, quelle nord americane non sono sensibili all'infezione, cosicché gli individui infetti agiscono da portatori sani di *A. astaci* favorendone la diffusione. L'agente è stato probabilmente introdotto in Europa per la prima volta nel 1859 proprio in Italia, insieme alle prime importazioni di gamberi dal

Nord America (Fig. 6). Negli ultimi 50 anni, la principale via di diffusione della peste in Europa è coincisa con l'introduzione deliberata di gamberi americani a fini di ripopolamento, oppure con la fuga di esemplari della stessa specie, da impianti di allevamento (Camma et al. 2009).

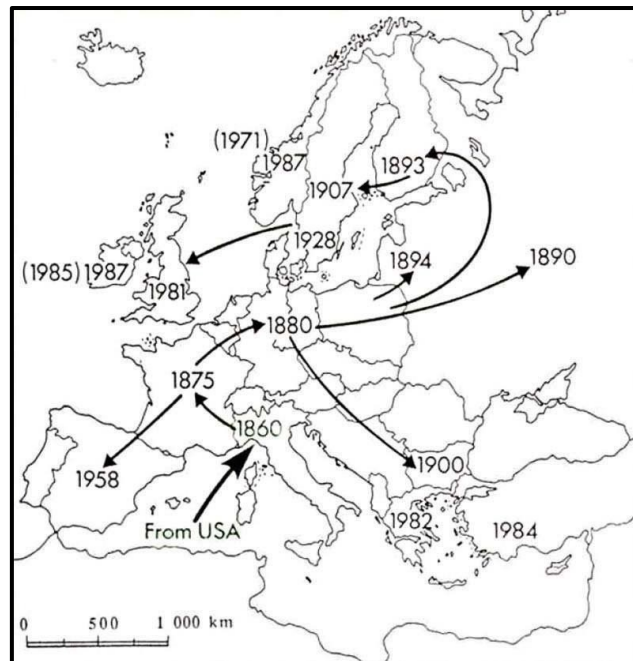


Figura 6 - Diffusione della peste del gambero in Europa (ResearchGate)

Il micete è patogeno per tutte le specie europee e determina una mortalità del 100% dei soggetti infetti in *A. pallipes complex*, *Astacus astacus* ed *Astacus leptodactylus*. E' stato osservato che il fungo può crescere in scaglie di pesce d'acqua dolce isolate, quindi l'introduzione di materiale ittico da ripopolamento può facilitare la diffusione del fungo (Camma et al. 2009).

TRASMISSIONE. Le zoospore, libere in acqua, sono attive per un periodo variabile da pochi minuti ad alcuni giorni in relazione alla temperatura dell'acqua (2-25 °C) ed in particolare possono sopravvivere anche in assenza dell'ospite per molte settimane. E' stato dimostrato come i crostacei mantenuti all'aria a temperatura ambiente e costante (circa 21 °C) risultino ancora infettanti dopo 48 ore, mentre se sono in acqua fino a 3-5 giorni. La peste si

trasmette soprattutto per via orizzontale, ovvero da gambero infetto a individui autoctoni sani. *A. astaci* può essere veicolato anche da equipaggiamenti contaminati (barche, attrezzatura da pesca, stivali, vestiario etc). Quando la malattia si manifesta in specie sensibili, la mortalità, rapida ed elevatissima, arriva a coinvolgere il 100% della popolazione. La morte di tutti i gamberi si verifica in genere entro 6-10 giorni (Unestam e Weiss, 1970).

SEGNI CLINICI. I gamberi infetti appaiono apatici, si mostrano in pieno giorno (differentemente dalle loro caratteristiche crepuscolari-notturne), tentano di uscire dall'acqua. Se prelevati, lasciano penzolare le chele e possono presentare zone dell'esoscheletro addominale e della muscolatura sottostante di colore nettamente più pallido rispetto a un gambero sano. Al culmine dell'infezione i soggetti giacciono a terra sul dorso, muovono vistosamente le appendici ma non riescono a raddrizzarsi. Talvolta la morte si manifesta per paralisi. Frequentemente può manifestarsi il distacco degli arti o parti di essi. Quando l'infezione procede lentamente, si possono notare aree di imbrunimento (per deposito di melanina) dell'esoscheletro. L'osservazione di una moria di gamberi non è tuttavia sufficiente a stabilire una diagnosi di afanomicosi. Un elemento diagnostico importante è rappresentato dal verificarsi di una mortalità concomitante in altre specie della fauna acquatica, elemento non presente in caso di afanomicosi, ma caratteristico invece di altri tipo ti inquinamento. La successiva diagnosi di laboratorio è basata su un esame anatomo-patologico dei soggetti colpiti. Data la virulenza della malattia, risulta fondamentale una buona prevenzione riassumibile in:

- evitare la movimentazione di gamberi vivi o morti, potenzialmente infetti, e di attrezzatura contaminata;
- evitare il rilascio di specie ittiche provenienti da aree soggette ad episodi di afanomicosi;
- evitare la cattura di gamberi alloctoni, possibili vettori del patogeno;

- effettuare una corretta disinfezione dell'attrezzatura utilizzata durante i campionamenti.

1.4 GAMBERI ALLOCTONI E FATTORI DI MINACCIA

Tra le maggiori minacce ambientali a livello globale, l'invasione delle specie aliene riveste sicuramente uno dei ruoli più importanti e critici, in particolare per quanto riguarda la perdita di biodiversità. Le barriere naturali, un tempo attive nel contrastare questo processo sono ormai, di fatto, largamente superate a causa delle pressioni e attività antropiche che hanno determinato, direttamente o indirettamente, il sorgere di questa problematica. L'introduzione di specie aliene in uno specifico habitat può avvenire in diversi modi. Alcune specie non sopravvivono al trasporto, mentre altre possono restare in vita ma non riescono ad insediarsi nel nuovo territorio, alcune si stabilizzano ma in aree ristrette, altre invece trovano nel nuovo habitat condizioni ottimali per la sopravvivenza, simili o anche migliori rispetto a quelle d'origine, formando così nuclei stabili che nel tempo possono andare incontro ad un'esplosione demografica incontrollata, spesso rafforzata da una maggiore resistenza e aggressività rispetto alle specie autoctone. La diffusione diviene così un problema rilevante con danni all'ecosistema che possono perdurare nel tempo e un impatto che può riversarsi anche sulle attività economiche e sulla salute umana. Gli ambienti d'acqua dolce sono particolarmente a rischio, fungendo spesso da veri e propri corridoi per la diffusione di specie invasive. La presenza delle specie alloctone di gambero (in particolare le due specie americane: *Procambarus clarkii* e *Orconectes limosus*), ormai diffuse in gran parte del reticolo idrografico nazionale, rappresenta una delle minacce più consistenti per la sopravvivenza di *A. pallipes* in Italia, come nel resto d'Europa (Gherardi, 2006). Molti fattori hanno influenzato la distribuzione dei gamberi esotici in Europa come, ad esempio, l'introduzione diretta a scopo alimentare, ma anche

l'inquinamento degli habitat o le modificazioni antropiche degli stessi. I gamberi d'acqua dolce rappresentano spesso specie chiave degli ecosistemi acquatici sia per la loro importanza nelle interazioni biologiche sia per i loro impatti fisici su strutture e ambiente. Attualmente, la distribuzione delle specie autoctone si presenta molto varia e dinamica, con perdita di popolazione e registrazioni di nuove popolazioni di specie aliene. L'elevata densità di individui alloctoni rende generalmente impossibile la completa eradicazione sul territorio, a meno che non si tratti di colonizzazioni molto recenti. Si rende quindi necessario individuare e monitorare con regolarità le popolazioni alloctone quantomeno per evitare un'ulteriore espansione. Il monitoraggio periodico delle popolazioni, l'organizzazione di campagne educative e la creazione di una normativa che vieti la traslocazione delle specie da parte di persone non autorizzate, rimangono gli unici strumenti per contrastarne la diffusione.

1.5 PESCA ILLEGALE

Nonostante la pesca al gambero di fiume sia vietata in tutta Italia da una normativa nazionale, la specie è talvolta oggetto di prelievi illegali a fine alimentari. Il sovrasfruttamento della specie si traduce spesso nell'effetto "collo di bottiglia", ovvero una diminuzione della diversità genetica in una popolazione in seguito a una drastica diminuzione del numero dei suoi individui. In Italia, fino agli anni '70, il gambero di fiume era una importante risorsa alimentare per le popolazioni locali. L'impatto della pesca illegale diventa particolarmente dannoso quando vengono raccolti giovani individui o femmine ovigere, venendo così meno i presupposti per la nascita delle nuove generazioni. Un'altra problematica su cui porre attenzione è sicuramente la mancata percezione della grave perdita di biodiversità che si verificherebbe con un eventuale estinzione di *A. pallipes*. Spesso, infatti, si ignorano i danni legati al prelievo idrico e all'introduzione di specie alloctone, creando un circolo vizioso

di minaccia e stress per la specie. Ad oggi le popolazioni di gambero di fiume risultano quasi del tutto segregate nelle aree montane per via del forte degrado e della scomparsa degli habitat di fondovalle. Una gestione più sostenibile dei corsi d'acqua nelle aree urbane e agricole e il ripristino di aree umide permetterebbero non solo di recuperare gli habitat idonei alla vita del gambero di fiume, ma di migliorare la qualità ecologica dell'intero territorio di fondovalle.

1.6 IL TERRITORIO DI ISOLA VICENTINA

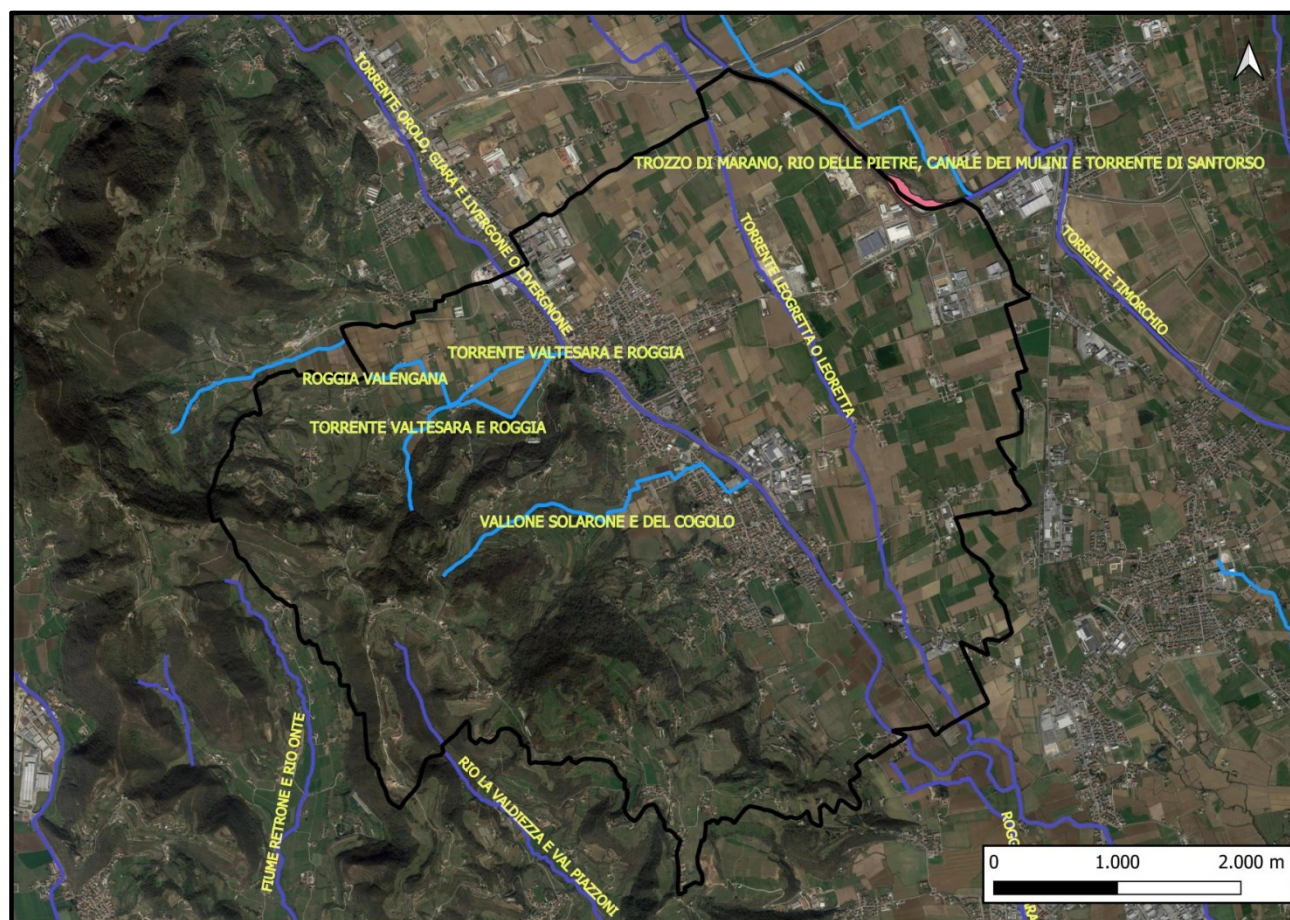


Figura 7 - Comune di Isola Vicentina e principali corsi d'acqua (elaborazione Gis)

Il territorio comunale di Isola Vicentina, in provincia di Vicenza, comprende ambiti di pianura e di collina che variano da una quota altimetrica di 54 m s.l.m., al confine con il Comune di Costabissara, ad una quota di 427 m s.l.m di Cima Ignago. La morfologia del terreno risulta pertanto molto variabile, collinare nella porzione sud-occidentale, e pianeggiate nella porzione nord-orientale. La pendenza dei suoli agricoli, sulle colline, è compresa fra il 30 e il 60%, mentre nelle aree boscate tale valore può essere maggiore. Dal punto di vista geomorfologico, il comprensorio comunale di Isola vicentina ricade nella fascia di territorio immediatamente a sud delle Piccole Dolomiti e degli Altipiani, presentando, al confine con il veronese, un sistema di dorsali allungate con elevazioni decrescenti. Questi rilievi montuosi costituiscono i Lessini vicentini,

sagomati da tre dorsali principali, divise dai torrenti Chiampo e Agno. Il confine tra l'alta pianura vicentina e i monti Lessini è segnato da un limite rettilineo che corrisponde ad una importante dislocazione tettonica con orientamento NO-SE denominata faglia di Schio-Vicenza, sulla quale sorge anche Isola Vicentina. La porzione di pianura è formata per centinaia di metri da uno spessore di materiali alluvionali depositati dai principali fiumi e torrenti che sboccano dai rilievi. Il territorio di Isola Vicentina, vista la morfologia, è interessato da alcuni fenomeni franosi nelle frazioni di Torreselle ed Ignago, perlopiù causate da fenomeni gravitativi o da situazioni di dissesto diffuso, in relazione, specialmente, all'elevata degradabilità delle vulcaniti e alla presenza di coltri di terreni di copertura facilmente erodibili e sede di circolazione idrica sia superficiale che sotterranea e alla pendenza medio-elevata dei versanti.

1.6.1 CLIMA

Il Comune di Isola Vicentina rientra nella fascia mesoclimatica della pianura le cui caratteristiche sono inverni relativamente rigidi ed estati calde. Le temperature medie annue sono comprese fra 13 °C e 15 °C. Le precipitazioni sono distribuite abbastanza uniformemente durante l'anno e con totali annui compresi tra 600 e 1100 mm, con l'inverno come stagione più secca. Le stagioni intermedie sono caratterizzate dal prevalere di perturbazioni atlantiche e mediterranee e l'estate dai tipici fenomeni temporaleschi. Di seguito, nelle tabelle 2 e 3, vengono riportate le temperature medie e le precipitazioni medie valide per l'anno 2021 (periodo dal 1 Gennaio 2021-al 31 Ottobre 2021) misurate alla stazione di Isola vicentina (Coordinata X: 1691492; Coordinata Y: 5054849; Gauss-Boaga fuso Ovest):

Temperatura media dell'aria a 2 m (minima)	9,9 °C
Temperatura media dell'aria a 2 m (media)	15,5 °C
Temperatura media dell'aria a 2 m (massima)	21,5 °C

Tabella 3- Temperatura media per il Comune di Isola Vicentina (fonte Arpav)

Precipitazioni (mm)	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SETT	OTT
	118.4	43.0	4.4	103.2	213.6	25.2	142.6	79.2	47.4	64.8
G. Piovosi	5	5	1	6	13	2	10	9	6	4

Totale del periodo	841.8 mm
Giorni piovosi del periodo	61 giorni

Tabella 4 - Precipitazioni medie per il Comune di Isola Vicentina (fonte Arpav)

La tendenza evolutiva del clima locale segue complessivamente l'andamento riscontrato in ambito regionale ed europeo, con l'incremento delle temperature massime (pari a 1,5 °C) e delle minime (pari a 0,9 °C) accompagnato da eventi meteorologici estremi. A tale proposito si segnala che l'eccesso di calore estivo potrebbe innescare reazioni chimiche con alcuni contaminanti presenti sul territorio. In questo senso, si specifica che le aree urbanizzate risultano particolarmente vulnerabili al fenomeno dell'Heat Island Effect (effetto isola di calore), in ragione della prossimità ad aree agricole e residenziali a bassa densità, la cui dotazione minima di vegetazione, riduce sensibilmente gli impatti e le conseguenze dovute alle alte temperature.

1.6.2 VENTO E NEBBIA

Il campo anemometrico locale è caratterizzato da una certa regolarità con netta prevalenza dei venti provenienti dal quadrante di Nord-Ovest (Figura 7). La scarsa ventosità nel territorio facilita la formazione di nebbie, nel periodo invernale, e del caldo afoso, nel periodo estivo. Va inoltre ricordata la potenziale criticità determinata dall'inversione termica che, in assenza di vento, è responsabile del ristagno degli inquinanti aerodispersi e degli odori, oltre che delle nebbie.

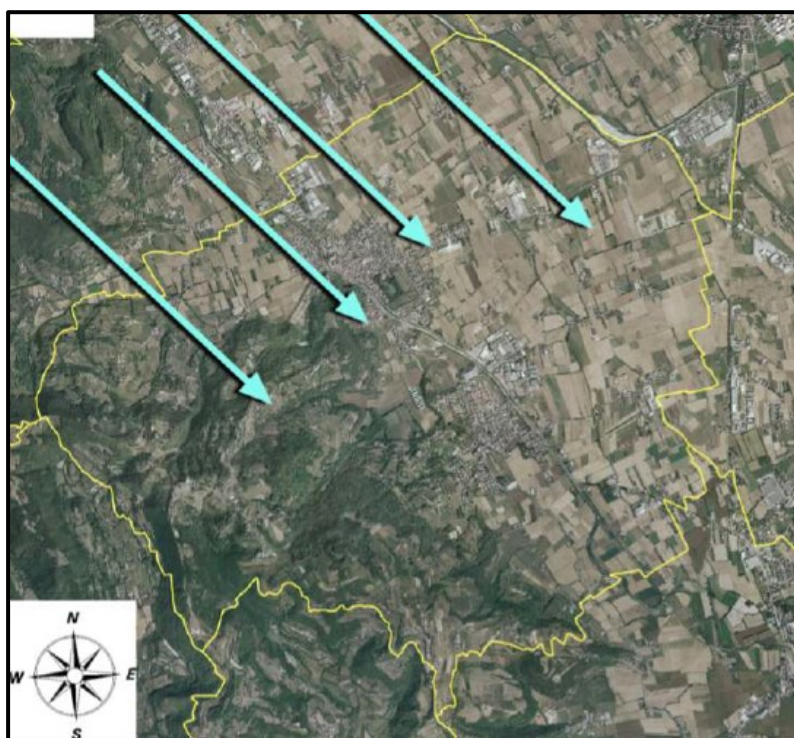


Figura 8 - Direzione prevalente del vento (rapporto ambientale, Comune di Isola Vicentina)

1.6.3 NATURA 2000 NEL TERRITORIO DI ISOLA VICENTINA

Nel territorio di Isola Vicentina non sono presenti aree sottoposte a tutela della rete Natura 2000, ma, come si può notare dall'immagine riportata qui sotto (Figura 8), vi sono aree limitrofe protette dalla Direttiva Habitat. Si spiegherà in seguito, come nel Comune di Isola Vicentina, si potrebbero comprendere aree da tutelare per la qualità della flora e della fauna presente sul territorio.

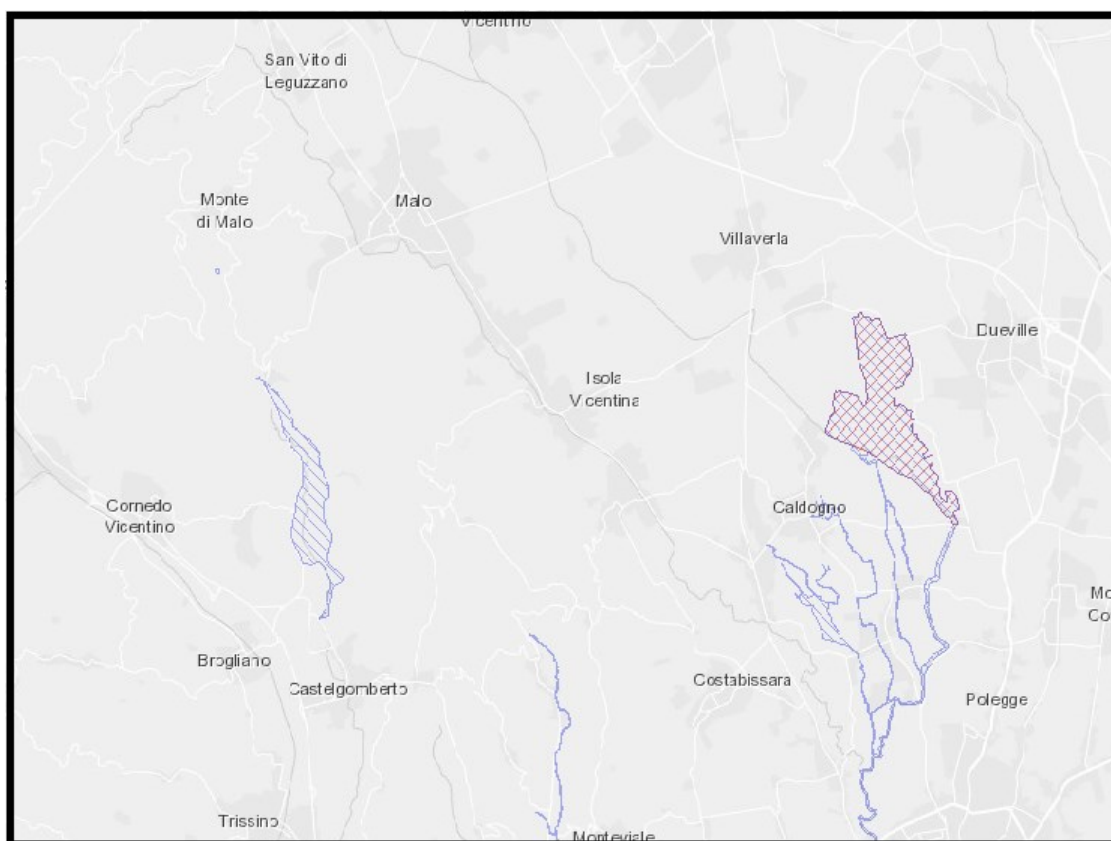


Figura 9 - Aree comprese nella Rete Natura 2000 (Fonte: Natura2000 viewer)

1.6.4 IDROGRAFIA

Il territorio di Isola Vicentina ricade completamente all'interno del bacino idrografico del Bacchiglione, e in particolare ai sottobacini del Giara-Orolo, del Retrone e del Bacchiglione stesso. Il territorio è attraversato da numerosi rii e rogge che defluiscono dalle colline e dalle campagne, riversandosi nei due corsi d'acqua principali: il Giara (od Orolo) e il Timonchio. I corsi d'acqua dell'area collinare sono caratterizzati da un reticolo idrografico semplice e da un regime di tipo torrentizio, con deflusso episodico ed in stretta relazione con l'entità e le modalità degli afflussi meteorici. All'estremità sud-occidentale, nei versanti verso la Valdilezza e la Val del T. Onite si hanno brevi tratti di incisioni torrentizie che concorrono a formare la parte iniziale dei torrenti stessi. Nella

pianura, gli elementi idrografici principali sono dati dai torrenti Timonchio e Giara-Orolo, seguiti dal torrente Leogretta e dal Trozzo Maran. Il sistema Giara-Orolo è alimentato da una serie di affluenti che drenano i versanti rivolti verso la pianura, a partire da Magrè fino a Motta di Costabissara. Nel territorio di Isola Vicentina, il Giara-Orolo rappresenta il corso d'acqua di maggiore rilevanza in quanto in esso confluisce la maggior parte della rete minore dell'area collinare e buona parte del drenaggio superficiale della pianura, anche tramite i suoi affluenti principali: la Roggia Pozzolo ed il Leogretta. Si tratta di un corso d'acqua dal regime tipicamente torrentizio caratterizzato da fasi di magra, pressoché totale, e da altre di piena considerevole. Una delle principali fonti di alterazione della risorsa idrica, sia sotto l'aspetto qualitativo che quantitativo, è rappresentata dall'attività agricola che, a Isola Vicentina, occupa oltre il 50% dell'intero territorio comunale, affiancata dalla presenza di numerose aree a destinazione industriale. Inoltre, si segnala la presenza di un depuratore a servizio degli scarichi civili e industriali del Comune di Isola e dei Comuni limitrofi. I reflui trattati dal depuratore vengono scaricati nel torrente Orolo. Considerata la scarsa profondità della falda freatica a sud-est del territorio comunale, che varia da 2 m a 10 m, ne segue che la qualità delle acque superficiali può incidere su quella delle acque sotterranee che solitamente sono impiegate come acqua potabili.

SOTTOBACINO GIARA-OROLO. Il Torrente Giara (che prende successivamente il nome di torrente Orolo nei pressi di Isola Vicentina) è la prosecuzione del Torrente Livergone che, lungo il suo percorso, raccoglie le acque dei torrenti collinari (Refosco, Rio Rana, Valtessera e Proa) compresi tra Malo e Isola Vicentina. Il bacino Giara - Orolo occupa la porzione più occidentale del comprensorio, di cui rappresenta la parte orografica più complessa e rilevante, per la presenza della fascia montuosa compresa tra le città di Schio e di Vicenza. All'interno di questo bacino, che si estende su una

superficie complessiva pari a 9202 ha, sono individuabili 114 corsi d'acqua di bonifica di competenza consortile, per una lunghezza totale di 141 km, e 29 sottobacini. La portata di questo corso d'acqua non è continua nel tratto compreso tra Isola Vicentina e Vicenza, poiché il substrato originale dove scorre il fiume, drena l'acqua per la maggior parte dell'anno; ciò comporta conseguenze sulla qualità delle acque che, peraltro, risultano già alterate a causa di scarichi civili. Le acque di drenaggio superficiale ricadenti nel bacino in esame defluiscono, per gravità, all'esterno della sua sezione terminale di chiusura, tramite il Torrente Orolo che confluisce successivamente nel Fiume Bacchiglione. Di particolare importanza è il Rio Valtessera (o Valdissera), che porta un consistente contributo di acque nel torrente Giara.

1.6.5 L'ACQUA DELLA COLLINA

Gli strati superiori del territorio di Isola Vicentina sono di origine sedimentaria marina, costituiti da arenarie e calcari. In alcune realtà (collina della Guizza) si trova una roccia vulcanica, dovuta alla perforazione della piastra di rocce sedimentarie marine a seguito di fenomeni eruttivi e al deposito di lave e tufi. Questa particolare struttura geologica influenza le caratteristiche idrogeologiche del territorio collinare. La sommità dei rilievi è costituita da rocce vulcaniche, ammassi di argille bentoniche di per sé impermeabili. L'acqua piovana, di conseguenza, penetra attraverso il terreno e s'incanala tra gli spazi interstiziali delle vulcaniti e scende in profondità, incontrando i calcari che, essendo rocce compatte, ne deviano il flusso generando le sorgenti su pendii di collina. Le quantità di acqua interessate da questi fenomeni sono notevoli.

1.6.6 L'ACQUA SOTTERRANEA DELLA PIANURA

La nostra pianura ha una struttura geologica di tipo alluvionale. Man mano che ci si allontana dalle montagne, con il diminuire della pendenza, l'intensità di trasporto di sedimenti di medie dimensioni come la ghiaia diminuisce, favorendo il deposito di limi e argille. Nella zona più vicina alla montagna

(comuni di Thiene e Marano), il primo strato del sottosuolo, fino al substrato roccioso, è composto esclusivamente da ghiaie. Verso Vicenza, la stratigrafia cambia, con lembi di argilla che s'interpongono a strati di ghiaia. Questa particolare situazione morfologica del territorio dell'alto vicentino favorisce la veloce penetrazione delle acque piovane e superficiali nel sottosuolo e il loro accumulo nelle intersezioni delle ghiaie. La presenza, poi, di porzioni di terreno compatto ne impedisce il rapido deflusso. Nel sottosuolo dell'alto vicentino si è, così, creato un serbatoio d'acqua potabile vitale per il Veneto, che garantisce l'approvvigionamento d'acqua per le province di Vicenza, Rovigo, Padova. Sostanzialmente, la pianura a nord di Vicenza si divide in varie zone:

- Zona di ricarica della falda profonda, dove il sottosuolo ghiaioso determina un acquifero indifferenziato. Le acque superficiali penetrano nel terreno e dopo aver subito il processo di filtrazione e depurazione, che avviene attraverso il cuscinetto di ghiaia sovrastante, vanno direttamente ad alimentare le falde.
- Zona di ricarica della falda superficiale, dove le falde cominciano a differenziarsi, separate da strati di terreno. Le acque superficiali, che riescono in parte a penetrare nel terreno vegetale permeabile, alimentano la prima falda, ma non penetrano nelle falde più profonde che sono in pressione.
- Zona di accumulo della falda. La falda sovrastata da banchi di terreno impermeabile che ne impediscono la risalita è in pressione. E' sufficiente perforare lo strato impermeabile del terreno per fare fuoriuscire l'acqua.

1.7 GLI HABITAT UMIDI DI ISOLA VICENTINA

Il territorio di Isola Vicentina è fortunatamente ricco di habitat naturali. La variegata conformazione geologica del territorio ha prodotto una grande varietà di piante, producendo una serie di habitat diversificati, caratterizzati da flore e faune molto ricche. Anche le acque che scorrono su terreni con matrice diversa hanno caratteristiche chimiche differenti, divenendo ospitali per peculiari organismi acquatici. Il territorio di Isola è rappresentato da numerosi habitat umidi, alcuni permanenti (torrenti, rii, rogge, sorgenti), altri temporanei (pozze, acque stagnanti, acque di grotta). Le rive dei torrenti offrono rifugi ideali per molte specie vegetali e animali, tra cui numerosi uccelli, mammiferi e rettili. Nei corsi d'acqua asciutti, generalmente privi di fauna e flora in grande quantità, possono nascondere sotto il terreno comunità di invertebrati, quali crostacei, molluschi e insetti. Questi animali continuano a vivere sotto il suolo sfruttando la presenza di acqua ipogea. Uova di organismi acquatici, così come semi di piante legati ad ambienti umidi, possono rimanere in attesa di piene per schiudere o germinare. Oltre al Rio Valtessera, il territorio di Isola Vicentina è attraversato da altri rii e rogge, generalmente aventi l'aspetto di canali o fossi, con argini rialzati e perpendicolari. Questi corsi d'acqua nascono dalle colline e la loro acqua è stata regimentata per l'utilizzo antropico. I tratti più interessanti di questi corsi d'acqua sono le porzioni più a monte dove assumono l'aspetto di sorgenti e ruscelli. Questi ruscelli scorrono nel bosco, e solitamente risultano puliti e non inquinati con conseguente ricchezza di forme di vita, specialmente animale, essendo le piante in forte competizione e osteggiate dalla copertura arborea. Tali ambienti sono ormai fondamentali per la sopravvivenza e la riproduzione di molti animali acquatici, come certi invertebrati e soprattutto anfibi. La fauna degli habitat umidi di Isola è ancora ricca di elementi caratteristici, anche se negli anni ha perduto il suo stato di conservazione naturale a causa dell'inquinamento antropico e della

regimazione delle acque. Uno degli aspetti caratteristici delle acque correnti del territorio isolano è dato dall'ittiofauna. Fino agli anni '80, le specie presenti erano davvero molte, ad oggi invece la specie più comune è il cavedano (*Squalius cephalus*), più resistente all'inquinamento. Per quanto riguarda gli anfibi, la situazione è meno drammatica, anche se la popolazione di rane verdi è diminuita e nel torrente Giara non è più stata registrata la riproduzione del rospo comune. I rettili, rappresentati prevalentemente dalle bisce d'acqua, sono ancora abbastanza comuni anche se, essendo diminuite le loro prede, sono anch'essi in calo demografico. Anche gli uccelli sono diminuiti a causa della scarsità di specie ittiche di piccole dimensioni (sanguinerola). Molti degli animali come il gambero, la Nepa, i Tricotteri sono scomparsi dai corsi d'acqua principali riuscendo a sopravvivere solamente nei ruscelli e nei fontanili.

1.7.1 LA FAUNA DI TORRENTI, RII, ROGGE

L'ittiofauna è la componente faunistica principale di questo tipo di habitat costituito da acqua correnti. Il Timonchio, come già detto in precedenza, è percorso da acqua corrente solamente durante i periodi di piena. In tali occasioni, i pesci sono quelli tipici dei torrenti pedemontani. Fino ai primi anni Ottanta, le specie di pesci comunemente presenti nel Rio Valtessera, nella Giara e nel Rio Posolo a Castelnovo erano molte, oggi invece è comune solo il Cavedano. Si annota una riduzione di uccelli dovuta anche alla competizione con colonie artificiali di germani e oche domestiche. Tra i mammiferi, permangono ancora poche specie. La lontra (*Lutra lutra*), era in passato presente in tutti i corsi d'acqua, ma la caccia intensiva ne ha provocato l'estinzione. Anche gli invertebrati, un tempo numerosi, si sono ridotti di molto a causa dell'impoverimento degli ecosistemi acquatici di torrenti, rii, rogge. Il Gambero, un tempo specie tipica del territorio di Isola, è quasi del tutto scomparso, così come molti insetti acquatici come la Nepa o i Tricotteri.



Figura 10 - Nepa Cinerea (Scorpione d'acqua). Foto di Marco Vaona

1.7.2 LA FAUNA DI SORGENTI E RUSCELLI

Sorgenti e ruscelli sono ambienti acquatici di piccole dimensioni, generalmente con acqua presente tutto l'anno, ma soggetti a periodi di flusso intenso durante i periodi di pioggia. Lungo un ruscello possono formarsi dei piccoli accumuli d'acqua, delle pozzette, presso grossi massi o in parziali avvallamenti. In questi piccoli accumuli d'acqua si trova una concentrazione molto elevata di fauna, adatta a vivere in acque fresche ossigenate, ma non troppo correnti. Ora questa fauna la si può ritrovare anche nei lavatoi delle fontane, oramai abbandonati e quindi non ripuliti costantemente. La fauna di sorgenti e ruscelli è prevalentemente costituita da anfibi e invertebrati. Tra gli anfibi, le Salamandre e i Tritoni si riproducono molto spesso nelle vasche e nei lavatoi, ed anche nei depositi di acqua lungo i ruscelli. Tra gli invertebrati possiamo trovare crostacei come il Gambero di Fiume e altri piccoli gamberetti (anfipodi), molti insetti acquatici come Libellule, Tricotteri, Plecotteri, Emitteri acquatici e molti altri. Non mancano poi molluschi (chioccioline) e Sanguisughe. Alcuni

mammiferi predano gli organismi acquatici, e specialmente alcuni Toporagni si nutrono di larve di insetti, crostacei e molluschi.

1.7.3 LA FAUNA DI FOSSI E CANALI DI SCOLO

Questi corsi d'acqua sono temporanei, cioè hanno acqua solamente nei periodi piovosi. In passato erano considerati importanti per il paesaggio agrario, erano mantenuti costantemente e presentavano una fauna ricca anche per la presenza maggiore e costante di acqua. Al giorno d'oggi, molti di questi canali vengono intubati o soppressi, per allargare i campi agricoli e permettere lavorazioni facilitate per i macchinari. Per quel che riguarda il territorio di Isola, i fossi e i canali di scolo sono alimentati dai ruscelli e dalle sorgenti collinari ed hanno così, almeno in alcuni tratti, acqua per tutto l'anno. In questi ambienti potrebbe vivere una fauna molto ricca e varia, quasi del tutto scomparsa a Isola. Infatti, due delle tre specie di tritoni presenti nel territorio di Isola Vicentina vivono proprio in questi ambienti. Da vecchie fonti bibliografiche (), si rileva come fosse possibile incontrare abbondanti siti di riproduzione di rane e rospi, numerose quantità di pesci come gli spinarelli (*Gasterosteus aculeatus*) o i cobiti (*Cobitis Bilineata*) e i ghiozzi (*Pagodobus bonelli*). Vi era una rilevante presenza anche di insetti come libellule e gerridi, ma anche chioccioline, sanguisughe e gamberetti. Anche molte specie di uccelli pescavano nei fossi quando vi era abbondanza di prede, dagli aironi fino al martin pescatore. Per fortuna, ancora oggi, in alcuni tratti, dove l'acqua è presente per buona parte dell'anno, si può osservare una intensa riproduzione di anfibi come rane e tritoni. Il loro ciclo di riproduzione però è legato a una presenza costante di acqua, quindi questo fattore è ancora una volta il più limitante ed essenziale per lo sviluppo della vita. In caso contrario la riproduzione annuale viene perduta. Oggi, questi fossi, sono per la maggior parte asciutti o inquinati da scarichi civili, agricoli o artigianali (Figura 11). Ne consegue che vengono a mancare le principali specie di uccelli predatori, i pesci e anfibi



Figura 11 - Fossato in secca. Foto Marco Vaona

1.7.4 LA FAUNA DI VASCHE, POZZE E ACQUE STAGNANTI

All'interno del Comune di Isola Vicentina non sono presenti stagni veri e propri, quindi, la fauna di acque stagnanti la si trova principalmente nelle vasche o nelle poche pozze naturali o artificiali. Questi ambienti spesso sono abitati da molte forme di vita, soprattutto anfibi e invertebrati. Il problema delle vasche, spesso in cemento e con pareti ripide, è costituito dall'accesso. In alcuni casi questi bacini possono anche divenire delle vere e proprie trappole per alcuni anfibi, come le salamandre, che vi entrano per deporre le uova, ma non sempre riescono a uscirne. Anche alcune bisce possono rimanere intrappolate. Le pozze sono il luogo ideale per la riproduzione di rospi e rane e sono ricche di insetti come libellule, gerridi, notonecte, ditiscidi, crostacei e molluschi. Queste pozze spesso sono luogo di abbeveraggio per i mammiferi, come si evince dalle immagini sottostanti (Figura 12 e 13) che indicano la presenza di alcuni predatori.



Figura 13 - Escrementi di volpe (*Vulpes vulpes*).
Foto di Marco Vaona



Figura 12 - Tracce di tasso. Foto
di Marco Vaona

Particolarmente legato a pozze temporanee ed anche a pozzanghere profonde è l'ululone, un piccolo rospo alquanto raro a Isola Vicentina, ma presente sulle colline. Molti comuni, in passato, erano le pozze di cava, dove venivano immessi pesci a scopo di pesca e dove era consuetudine trovare pesci rossi, carassi e pesci gatto. Oggi questi ambienti sono molto ridotti.

1.7.5 LA FAUNA DELLE ACQUE IPOGEE

Nel territorio di Isola Vicentina ci sono numerose grotte naturali, in alcuni casi ampliate dall'attività dell'uomo. In alcune di queste cavità, come il Buso delle Anguane in località Torreselle e la Grotta di Santa Maria a Isola Vicentina, si trovano delle sorgenti sotterranee permanenti. In queste acque ipogee vive una fauna particolare, caratteristica di grotte o cavità. La mancanza di luce non permette la vita vegetale, quindi le poche specie animali delle acque di grotta

possono contare, per la loro sopravvivenza, solo sugli apporti di sostanza organica che percolano nel sottosuolo dalla superficie o dalle deiezioni e/o residui organici apportati da altri abitatori delle grotte. La componente più caratteristica delle acque ipogee è data dai piccoli crostacei acquatici del genere *Niphargus*, specie cieche, bianche, lunghe pochi millimetri. Nelle acque ipogee si possono ritrovare anche larve di salamandra pezzata (figura 13) o di tritoni, ma vivendo così in profondità, spesso si trovano intrappolate nelle cavità.



Figura 14 - Esemplare di Salamandra pezzata. Foto di Vaona Marco

1.7.6 LE PIANTE DEGLI AMBIENTI ACQUATICI

Le piante legate agli ambienti acquatici sono molte e possono essere divise principalmente in due gruppi: le piante ripariali e le piante acquatiche. Una zona ripariale rappresenta l'interfaccia tra la terra e un corso d'acqua che scorre in superficie. Le comunità vegetali presenti lungo le rive sono generalmente idrofile e rivestono un ruolo importante per l'ecologia, la selvicoltura, nella gestione ambientale e perfino nell'ingegneria civile, a causa del loro ruolo nella

conservazione del suolo, della biodiversità e dell'influenza che hanno sugli ecosistemi acquatici; pertanto, sono spesso oggetto di protezione a livello nazionale nell'ambito di un piano di azione per la biodiversità (*Biodiversity Action Plan*). Le ricerche mostrano che le zone ripariali sono strumentali al miglioramento della qualità dell'acqua, sia per il ruscellamento che lo scorrimento delle acque in corsi attraverso il sottosuolo o il flusso delle falde acquifere. In particolare, in questa zona tampone è importante l'attenuazione dei nitrati o denitrificazione dal fertilizzante. Le zone ripariali possono, infatti, svolgere un ruolo nell'abbassare la contaminazione da nitrati nel ruscellamento dai campi agricoli, ruscellamento che, altrimenti, danneggerebbe gli ecosistemi e la salute umana. Le piante acquatiche, chiamate anche idrofite, sono piante il cui fabbisogno idrico è massimo e che si sono adattate a vivere sommerse o galleggianti in acqua. Con il termine piante acquatiche si indicano abitualmente piante superiori (vascolari), sia angiosperme che felci e muschi. Le alghe, organismi privi di veri e propri tessuti di conduzione, non vengono per convenzione considerate in questa categoria.

1.7.7 PIANTE RIPARIALI

La vegetazione riparia svolge diverse funzioni essenziali negli ecosistemi acquatici. Innanzitutto, è un efficace filtro -tampone protettivo della qualità dell'acqua. La lettiera riparia è assai spessa, soffice e umificata, in grado di bloccare quasi tutto quello che le acque meteoriche, ruscellando superficialmente, erodono dai terreni circostanti, inclusi gli inquinanti diffusi che vengono intrappolati, degradati o, per gli inquinanti persistenti, come i metalli pesanti, resi non biodisponibili. Il *pabulum* microbico della lettiera e dell'humus riesce a scomporre in tempi brevi anche sostanze organiche xenobiotiche normalmente resistenti alla biodegradazione. Un fiume che ha la sua vegetazione integra, inoltre, presenta generalmente acque limpide perché

è ridotta o completamente bloccata l'erosione meteorica superficiale dei terreni circostanti. Inoltre le foglie che in autunno cadono in acqua hanno un ruolo ecologico importantissimo per la vita fluviale: quelle dei pioppi e dei salici sono particolari: presto si rigonfiano divenendo più tenere, poi divengono color marrone perché colonizzate al loro interno da microfunghi che le arricchiscono di elementi nutritivi, e infine costituiscono una dieta ottimale per l'intera copiosa comunità degli organismi invertebrati acquatici detritivori che sono, a loro volta, alla base dell'alimentazione dei pesci, dell'avifauna limicola e degli anfibi. Gran parte degli apporti trofici negli ecosistemi fluviali deriva dalla vegetazione di sponda, piuttosto che dagli organismi fotosintetici che vivono immersi nella corrente. Essa fornisce ombreggiamento limitando, nei tratti di alveo fotosintetici, l'eccesso di proliferazione algale e l'abbagliamento delle specie animali che non amano la luce diretta come molti invertebrati e le trote (che sono sprovviste di palpebre) e che predano gli invertebrati. La vegetazione di sponda protegge, inoltre, l'acqua dal riscaldamento e da un'eccessiva evapotraspirazione con la propria ombra. Le basse temperature favoriscono un adeguato tenore di ossigeno disciolto a tutto vantaggio per la vita acquatica. La vegetazione dei corsi d'acqua realizza microhabitat per una moltitudine di organismi e favorisce un'elevatissima biodiversità all'interno della massa idrica e sulle sponde; le radici flottanti degli alberi sono microhabitat per molte specie e zone di rifugio per i pesci. Con la sua "rugosità", unitamente alla vegetazione erbacea e ai salici arbustivi, frena l'impeto della corrente, trattiene più a lungo l'acqua sul territorio mitigando le piene, aumentando i "i tempi di corrivazione" e, in definitiva, svolgendo un'imponente azione di regimazione che contrasta il rischio idrogeologico. La vegetazione riparia intrappola i nutrienti il cui eccesso è assai nocivo per le acque e, per quanto riguarda quelli azotati, attraverso le reazioni nitriche-denitriche, li scompone fino al livello di azoto elementare che viene restituito all'atmosfera. Lo svolgersi del ciclo della materia, tanto più efficace quando

maggiore è la biodiversità nell'ecosistema, aumenta l'efficienza dell'autodepurazione biologica tipica delle acque correnti e la cui "funzionalità" è oggi alla base delle finalità della normativa introdotta dalla Direttiva Quadro sulle Acque (Framework Water Directive 60/2000/CE e della normativa italiana D.Lsl 152/2006 e s.m.i.). La fascia ecotonale acqua-terra perennemente umida o di acque bassissime o a inondazione periodica, ricca anche di vegetazione erbacea che ha le radici o i rizomi immersi nell'acqua e la parte restante aerea, come la cannuccia d'acqua, le tife e i carici (chiamata "elofitica") è quella a più alta efficienza autodepurativa. Le fasce ripariali costituiscono i principali habitat di rifugio per la fauna e sono "corridoi ecologici" naturali del territorio per i mammiferi lungo le sponde, per l'avifauna migratrice che memorizza, per orientarsi, le linee dei corsi d'acqua come riferimenti geografici, mentre all'interno delle acque il corridoio fluviale consente le migrazioni interne dei pesci. I più caratteristici alberi e arbusti delle zone ripariali sono i Salici, i Pioppi e gli Ontani. Nel territorio di Isola Vicentina possiamo incontrare sulle rive del torrente Orolo e Timonchio numerosi esemplari di Salice rosso (*Salix purpurea*), specie tipica colonizzatrice di greti dei corsi d'acqua, e di *Salix fragilis*. Non è raro trovare esemplari anche di Salice bianco (*Salix alba*), utilizzato per consolidare i terreni in ripa e le pendici franose. Ovviamente, lungo i nostri corsi d'acqua non troviamo solo Salicaceae: importante è la presenza, ad esempio, dell'Ontano nero (*Alnus glutinosa*), del Sambuco (*Sambucus nigra*) e diverse altre specie come l'Oleandro (*Nerium oleander*). Man mano che ci allontaniamo dall'acqua troviamo alberi a legname sempre più duro, passando per i frassini (*Fraxinus excelsior* e *F. oxycarpa*), olmi (*Ulmus minor*) ma anche aceri campestri, fino ad arrivare, nelle zone oramai abbastanza asciutte, alle querce, ai faggi e altre specie di habitat completamente diverso.

1.7.8 LE PIANTE ACQUATICHE

Le piante acquatiche vivono in zone coperte dall'acqua permanentemente, o almeno durante il loro periodo vegetativo. Le condizioni ambientali che le piante possono trovare in questi luoghi, sono molto variabili, poiché influenzate da fattori quali la velocità della corrente, la profondità e la temperatura dell'acqua. Ne risulta una vegetazione complessa, caratterizzata prevalentemente da idrofite. I nutrienti, soprattutto azoto e fosforo, dilavati dalle campagne adiacenti, possono influenzare fortemente la composizione e l'abbondanza delle specie. La vegetazione caratterizzante le acque stagnanti è principalmente composta da alte erbe con base immersa in acqua, da vegetazione sommersa radicata e da vegetazione flottante. Possiamo così trovare nel territorio isolano specie come la Cannuccia d'acqua (*Phragmites australis*), la Lisca maggiore (*Typha latifolia*), il Coltellaccio maggiore (*Sparganium erectum*), la Ninfea gialla (*Nuphar lutea*), in acque calme eutrofiche ritroviamo le lenticchie d'acqua (*Lemna* sp.), su superfici allagate è presente il sedano d'acqua (*Apium nodiflorum*) e il Crescione (*Nasturtium Officinale*). Dove è presente acqua corrente è stata rilevata la presenza della Sedanina d'acqua (*Berula erecta*), che sicuramente rappresenta una delle associazioni più diffuse dei corsi d'acqua di risorgiva, il Coltellaccio sommerso (*Sparganium emersum*) e diverse specie di erba ranina (genere *Callitriche*). Queste ultime sono molto frequenti e sviluppano zolle compatte di vegetazione color verde chiaro. *Berula erecta* e *Veronica anagalis-acquatica* si rinvencono invece in fossi sorgivi con acque fluenti, fresche, limpide, ben ossigenate e oligotrofiche.

1.7.9 LE ALGHE

Le alghe sono un gruppo di organismi fotosintetizzanti, caratterizzati da un'organizzazione strutturale molto semplice e possono crescere anche sulle rocce, in acque stagnanti e in acque correnti, spesso staccandosi dal substrato

e galleggiando in forma di schiuma. Le alghe microscopiche, principalmente unicellulari e planctoniche, sono una parte essenziale delle catene alimentari di tutti gli habitat acquatici. Tuttavia, possono crescere e riprodursi in modo incontrollato in ambienti acquatici ricchi di azoto e fosforo e provocare il fenomeno dell'eutrofizzazione causando gravi danni agli ecosistemi acquatici. Le alghe verdi sono simili alle piante superiori in quanto contengono sia clorofilla a sia clorofilla b e immagazzinano nutrienti sotto forma di amido. Le forme d'acqua dolce più evolute appartengono alla classe della Caroficee, ben rappresentate dai generi *Chara* e *Cladophora*. Le alghe verdi prevalentemente del genere *Cladophora*, erano, fino ad alcuni decenni fa, molto comuni lungo il torrente Giara e nei rii e nelle rogge di Isola Vicentina, ma ormai, probabilmente in seguito a drastici mutamenti nella qualità dell'acqua, non riescono più a crescere. Solamente solo dopo le piene si possono intravedere piccole patine verdi che vengono però soppiantate immediatamente da altre alghe marroni e mucillaginose. Tra le varie componenti vegetali degli ambienti acquatici, un ruolo particolare è riservato ai Muschi e alla Epatiche, denominati Briofite. Le briofite acquatiche sono efficienti bioaccumulatori di elementi e sostanze in tracce, come metalli pesanti, radionuclidi e diversi composti organici che vengono rapidamente assorbiti dalle foglie. Questa proprietà le rende degli ottimi bioindicatori di eventi di contaminazione nei corsi d'acqua. Alcuni studi hanno evidenziato che alcune specie della famiglia delle *Characeae* (*Chara spp.*), condividono esigenze ecologiche con *Austropotamobius pallipes* e si propongono come bioindicatori di habitat idonei alla presenza del gambero. Un'analisi condotta nella Riserva Naturale della Pinail, con 3000 stagni permanenti, ha evidenziato come la presenza del gambero sia associabile alla presenza di specie come *Chara aspera*, *Chara virgata*, *Chara ragifera*, *Chara polycantha* e *Chara vulgaris*, e negli stagni dove non vi è stato trovato il gambero le Carofite non erano presenti. Le alghe del genere *Chara* possono così diventare uno strumento aggiuntivo, semplice ed economico, per

determinare l'habitat adatto all'introduzione di gamberi. Recentemente, per migliorare il tasso di successo del ripopolamento di *A. pallipes*, alcuni studi hanno utilizzato la comunità dei macroinvertebrati come bioindicatore della presenza del crostaceo nelle acque correnti, scoprendo che la sua presenza è associata non solo ad un'elevata presenza di Efemerotteri, ma anche a specie sensibili all'inquinamento organico come i *Leptophlebiidae* (Jandy et al., 2014). In tutto il mondo, le Carofite sono presenti sia in corpi idrici temporanei che permanenti, lotici o lentici, da acqua dolce a salmastra o salina (Felzines & Lambert, 2012). Lo studio condotto da Lambert et al. (anno) ha dimostrato che le *Characeae* sono il più potente predittore dell'idoneità dell'habitat rispetto ai parametri chimici. La forte associazione tra alcune specie del genere *Chara* e la presenza del gambero, infatti, è coerente con le esigenze ecologiche di entrambe le specie. *Chara aspera* cresce in laghi o stagni con un pH compreso tra 7 e 8; *C. delicatula* si trova in acque tra 0,3 e 7 m di profondità, con acque da leggermente acide a calcaree; *C. fragifera* è una specie di acque limpide e oligotrofiche, che cresce tra 0.1 e 1 m di profondità e in acque leggermente acide o leggermente alcaline (pH 6,3-7,5). Inoltre, le *Characeae* sono note per essere consumate da *A. pallipes*, specialmente nei laghi (Matthews & Reynolds, 1995) e sono probabilmente una fonte di calcio che può essere utilizzata dai gamberi per la biomineralizzazione dell'esoscheletro (Scalici & Gibertini, 2009). Il valore delle macrofite, come bioindicatori della qualità dell'acqua, comprese le carofite, è già stato dimostrato in numerosi studi (Joye & Rey-Boissezon, 2015). E' probabile che le *Characeae* possano essere utilizzate come strumento per la conservazione dei gamberi, dopo aver verificato se clima, habitat, substrato, foraggio, siano idonei per l'introduzione della specie e che non vi siano ulteriori ostacoli come la presenza di grandi pesci predatori e soprattutto la presenza di gamberi esotici invasivi e peste dei gamberi (Rosewarne, Mortimer, Dunn, 2017)

1.7.10 I MUSCHI ACQUATICI

Tra le numerose componenti vegetali degli ambienti d'acqua dolce ricordiamo i Muschi e le Epatiche, insieme denominate Briofite. Questi organismi, comprendono numerose specie, adattate nel tempo alle acque correnti e alle acque stagnanti. Alcune specie vivono sott'acqua, mentre altre amano colonizzare i sassi e le rive dei fiumi e torrenti. Le Briofite acquatiche sono efficienti bioaccumulatori di elementi di sostanze come metalli pesanti, radionuclidi e diversi composti organici che vengono assorbiti dalle foglie. Questa caratteristica le rende degli ottimi bioindicatori di eventi di contaminazione nei corsi d'acqua con effetti nel lungo periodo, per i quali un semplice campionamento istantaneo e puntuale non fornirebbe riscontri. Inoltre, le metodologie analitiche convenzionali presentano numerosi limiti quando le concentrazioni di inquinanti sono prossime alle soglie di rilevabilità, mentre l'utilizzo di bioaccumulatori permette di fare analisi su concentrazioni di inquinanti molto maggiori. Le Briofite autoctone, possono fornire dati in archi temporali molto lunghi, mentre quelle trapiantate, non cresciute in ambiente naturale forniscono elementi più significativi poiché si riferiscono ad un periodo di esposizione certo (poiché si conosce la data di impianto).

1.8 CONSERVAZIONE E RIPRISTINO DEGLI HABITAT

Gli ultimi anni hanno visto un rapido declino dei gamberi autoctoni nella maggior parte delle regioni italiane, perciò si è reso necessario avvalersi di misure volte a garantire la conservazione delle popolazioni ancora presenti sul territorio favorendone ove possibile nuove ricolonizzazioni e mettendo a punto efficaci piani di gestione della specie e dei suoi habitat. Si è reso quindi necessario istituire nuove aree protette, attuare interventi di riqualificazione ambientale e mantenere una gestione sostenibile degli ecosistemi acquatici, al fine di ripristinare la loro naturale funzionalità ecologica. Da quanto risulta dagli studi effettuati nell'ambito del LIFETEN (Trentino Ecological Network) in Trentino-Alto Adige emerge che la presenza di ombreggiamento e disponibilità di rifugi, forniti dalla presenza di un substrato naturale, comunque caratterizzato dalla presenza di massi e ciottoli, di vegetazione acquatica e riparia, di materiale legnoso e radici sommerse e di detrito vegetale, assicurano un'elevata disponibilità di nutrienti. Tuttavia, queste condizioni si possono riscontrare solamente in territori collinari e montani, ove per l'impervietà del territorio, non siano stati travolti dallo sfruttamento antropico. Altro ruolo rilevante lo giocano i bacini artificiali realizzati nelle aree pedemontane, che diventano siti di rifugio per le popolazioni native. In uno studio effettuato nel 2006 da Gallagher et al. in Irlanda, emerge che un'altra componente accessoria rilevante per la sopravvivenza del gambero in torrenti e fiumi è la presenza di muschio. I gamberi, infatti, si nutrono di muschio piuttosto che della vegetazione stessa. Il muschio è una struttura complessa in quanto, a differenza delle macrofite a stelo singolo, si presenta come una rete 3D di fibre simili a maglie e offre una grande quantità di habitat al suo interno per migliaia di organismi di cui *A. pallipes* si nutre (es. larve di coleotteri). Inoltre, il muschio può offrire rifugio contro forti correnti, piene improvvise e predatori.

1.8.1 PERDITA E FRAMMENTAZIONE DI HABITAT E DEGRADO AMBIENTALE

Le alterazioni fisiche e idrologiche dei corpi idrici sono considerate tra le maggiori cause di estinzione delle popolazioni di gambero in Italia, così come le alterazioni chimiche. Sebbene diversi studi abbiano dimostrato la capacità del gambero di fiume di sopravvivere in condizioni di eutrofizzazione e acidificazione delle acque, esso non è in grado di sopportare gli effetti causati dalle sostanze chimiche. Infatti, come già ampiamente discusso in altri capitoli, l'inquinamento da metalli pesanti e pesticidi hanno effetti negativi sulla riproduzione e sulla muta di questa specie causandone l'estinzione. Il bioaccumulo di inquinanti inoltre viene trasferito all'interno delle catene trofiche legate all'ambiente acquatico. Come riportato all'interno del documento del LIFETEN nell'estate del 2010 il Bacino del torrente Fersina è stato interessato da un improvviso evento di piena che avrebbe causato, secondo quanto riportato dai locali una moria di pesci e gamberi, determinandone il declino. Le possibilità di ripresa della popolazione nel suddetto corso d'acqua si sono rivelate purtroppo scarse, in considerazione dei frequenti eventi di secca e a causa della richiesta idrica per la produzione idroelettrica e per le attività agricole. L'attuazione di interventi di gestione e sistemazione dei corsi d'acqua può rappresentare un ulteriore fattore di rischio. Le modalità di gestione delle operazioni di pulizia dei laghetti da pesca privati prevedono spesso il completo svuotamento del bacino, così come interventi di escavazione di fossi agricoli durante i mesi riproduttivi o con femmine con uova sottopongono le popolazioni a forti stress.

1.8.2 MONITORAGGIO E RIQUALIFICAZIONE DEGLI HABITAT PER LA CONSERVAZIONE DI *A.PALLIPES*

Le considerazioni da fare quando si vuole cercare un ambiente idoneo ad ospitare nuove popolazioni di gambero di fiume sono numerose e talvolta

complesse. In Trentino, nell'ambito di progetti promossi da vari comuni è iniziata una attenta campagna di monitoraggio volta a identificare siti idonei a interventi di riqualificazione. In particolare, sono stati attuati, nel corso del 2014, i seguenti interventi:

- Rimodellamento della morfologia dei canali e la reazione di stagni laterali, che offrono una disponibilità di habitat diversificati necessari allo svolgimento delle diverse fasi del ciclo vitale di molti organismi, permettendo quindi l'insediamento di una maggiore biodiversità
- Sono stati riportati alla luce dei fossi interrati, incrementando l'estensione degli ambienti acquatici disponibili e la connettività ecologica
- Una corretta gestione della vegetazione riparia che mira a garantire una variegata disponibilità di microhabitat e di materia organica, fornendo al tempo stesso una fondamentale funzione di barriera nei confronti dell'ambiente agricolo, limitando l'immissione di inquinanti in alveo.
- Piantumazione di fasce vegetazionali riparie in alcuni tratti esposti.
- Allacciamento degli scarichi civili alla rete fognaria, eliminando così fenomeni di eutrofizzazione e favorendo l'insediamento di specie sensibili.

Gli interventi di gestione di specie minacciate e protette implicano, oltre agli interventi diretti sulle popolazioni, anche azioni sul territorio realizzate su scale geografiche diverse. Per chiarezza, si possono identificare:

- Aree di ripristino: sono ambienti in cui il miglioramento della funzionalità ecologica degli habitat, attraverso adeguati interventi di riqualificazione, può migliorare lo status di popolazioni presenti, favorendo l'espansione di popolazioni isolate, limitando così la frammentazione e aumentando il flusso genico.

- Aree di rischio: sono ambienti interessati dalla presenza di popolazioni alloctone di gambero o da gravi infestazioni di patogeni, da degrado ambientale o da episodi di bracconaggio. Questi siti devono essere tenuti sotto stretto controllo attraverso adeguate misure di intervento.
- Aree rifugio: sono ambienti che risultano favorevoli alla conservazione di popolazioni e possono anche svolgere la funzione di *source area*, come ad esempio gli stagni multifunzionali. Sono rappresentati anche da siti isolati, con acqua corrente o ferma, ove l'impegno gestionale è minimo.
- Aree di reintroduzione e di ripopolamento: sono ambienti che per caratteristiche ecologiche possono essere oggetto di immissione di individui per la creazione di popolazioni forti ed equilibrate.

Il degrado e la scomparsa degli habitat acquatici sono una delle cause di estinzione e isolamento di *A. pallipes*. Per interventi di riqualificazione degli habitat (utilizzando metodiche di restoration ecology) è però importante tenere presente che, dopo opportuni e attenti monitoraggi, i siti devono:

- aver ospitato popolazioni di *A. pallipes* vitali e di elevata abbondanza che però sono in declino per il peggioramento dell'habitat dovuto a regimazione e/o artificializzazione delle rive.
- Sono importanti anche aree che non ospitano *A. pallipes*, ma possono fungere da corridoi ecologici
- Ospitare popolazioni di *A. pallipes* vitali, con diversità genetica elevata, ma che potrebbero ulteriormente aumentare se la qualità dell'habitat fosse migliorata.

Gli interventi più comuni, considerando le caratteristiche fisiche dei vari habitat, sono ad esempio, la rinaturalizzazione dei corpi idrici ovvero, la rettifica, l'artificializzazione e l'interramento dei corsi d'acqua che comporta la perdita degli habitat essenziali per le diverse fasi del ciclo biologico del gambero.

Si rende quindi necessario:

- L'eliminazione di condotte sotterranee per garantire la continuità longitudinale dell'ecosistema acquatico
- La rimozione di rivestimenti in cemento, di pavimentazioni del fondo e delle sponde, per riportare allo scoperto il substrato naturale, offrendo così disponibilità di microhabitat differenziati
- Il rimodellamento dei tratti di corso d'acqua caratterizzati da morfologia rettilinea ed il conferimento di una struttura che favorisca la divagazione laterale della corrente
- L'aumento della portata per garantire il deflusso minimo vitale e favorire l'asportazione di depositi limosi
- La realizzazione di trappole per sedimenti
- La creazione di una fascia di vegetazione riparia, attraverso la piantumazione di specie autoctone tipiche di questi ambienti (es. *Alnus glutinosa*, *Populus alba*, *Populus nigra*, *Salix alba*)
- Creazione di ambienti umidi: la presenza di terreni incolti e non sfruttati lungo le aste fluviali, costituisce un'opportunità per il recupero delle estese aree umide scomparse in seguito alle opere di bonifica. I canali laterali dovranno presentare andamento meandriforme e nel caso di elevata deposizione di materiale limoso, sarà necessario creare un fondo duro posizionando strati di massi in modo da favorire il deposito di limo negli interstizi.
- Incremento della connettività ecologica: la presenza di briglie costituisce una barriera spesso insormontabile per gran parte delle specie acquatiche, determinando la frammentazione e l'isolamento delle popolazioni. La sostituzione di queste vecchie strutture con interventi di ingegneria naturalistica, come l'utilizzo di grossi massi o la creazione di scale di risalita per i gamberi, favorirebbe la continuità dell'habitat fluviale, garantendo la stessa funzionalità delle briglie.

Nell'ambito del progetto CRAINat (Conservation and recovery of *Austropotamobius pallipes* in Italian Natura2000 sites, 2007-2013) si è scelto di utilizzare strutture economiche e di facile sostituzione come assi in legno.

- Gestione della vegetazione acquatica e riparia: interventi periodici sulla vegetazione dovrebbero essere volti all'eliminazione di specie alloctone come *Ailanthus altissima*, *Robinia pseudoacacia*, *Amorpha fruticosa*, *Buddleja davidii*, *Impatiens spp.*, *Fallopia japonica* ecc. Per quanto riguarda i canali di fondovalle e urbani, il taglio della vegetazione dovrebbe essere effettuato con metodi poco invasivi, che permettano di minimizzare le movimentazioni del fondo, oppure alternando i tagli o utilizzando tagli a scacchiera. Il materiale tagliato deve essere rimosso entro le 12 ore successive in modo da evitare fenomeni di eutrofia e gli interventi dovrebbero essere limitati a periodi dell'anno compatibili con i cicli biologici della maggior parte degli organismi. L'elevata artificialità dei corsi d'acqua inevitabilmente mantiene basso lo stato ecologico, al punto da poter costituire un elemento di interruzione della continuità ecologica tra i tratti posti più a monte e più a valle dei fiumi e/o torrenti. Tale situazione può precludere l'insediamento degli habitat tipici. Dato l'ambito urbano, talvolta le amministrazioni locali sollevano questioni di carattere paesaggistico o di "decoro" e spingono ad adottare forme di gestione che possono contrastare sia con gli obiettivi di funzionalità ecologica (taglio totale della vegetazione con mantenimento di sole superfici a prato) che con quelli di sicurezza (preferenza a mantenere esemplari con portamento ad alto fusto, che danno più l'idea di parco urbano, piuttosto che vegetazione a portamento arbustivo, che ad alcuni può trasmettere una sensazione di abbandono e disordine).

- Eliminazione o attenuazione delle fonti inquinanti: di per sé una già corretta gestione della vegetazione riparia è in grado di apportare numerosi benefici di filtrazione, assorbimento e di trattenuta degli inquinanti e del carico solido (reflui zootecnici, fertilizzanti e fitofarmaci). Questo fa sì che si inneschino naturali processi di denitrificazione e riduzione di fosfati ad opera di batteri e piante evitando così il fenomeno di eutrofizzazione delle acque. E' inoltre di fondamentale importanza individuare fonti di inquinamento come scarichi civili o zootecnici, che dovrebbero essere richiamati all'osservanza delle normative sul trattamento dei rifiuti.

1.8.3 REALIZZAZIONE DI SITI RIFUGIO: IL RUOLO DELLE AREE SORGENTE

La realizzazione di source area è un tipo di intervento nuovo, che mira a riprodurre mediante tecniche di ingegneria naturalistica, quanto già presente in natura. Nel caso di *A. pallipes*, le aree sorgente diventano quindi delle canalizzazioni sinuose e parallele ai tratti di corsi d'acqua naturali, realizzate in modo da rallentare il flusso per consentire la formazione di ambienti ottimali per la riproduzione in situ dei gamberi. Queste aree rappresentano dei siti-rifugio con una minore pressione predatoria e con caratteristiche ambientali ottimali, dove i giovani possono crescere per poi migrare nei corsi d'acqua principali. Gli stagni multifunzionali sono strutture naturaliformi, in cui l'apporto di ossigeno e il ricambio d'acqua sono costanti grazie alla vicinanza al flusso principale. Il novellame, nato qui, può essere poi utilizzato per piccoli interventi di semina.

1.8.4 MISURE DI CONSERVAZIONE DI POPOLAZIONI E DI HABITAT NELLE AREE PROTETTE.

La presenza di *A. pallipes* all'interno di aree protette costituisce un'importante occasione per una tutela rigorosa della specie e dei suoi habitat, non replicabile al di fuori di queste aree, dove trovare un compromesso tra tutela ambientale e attività antropica risulta sempre difficoltoso. In un sito di importanza comunitaria, così come in una riserva speciale, sono infatti vietate le attività che potrebbero compromettere la conservazione del gambero, quali, ad esempio, attività di pesca (che potrebbero favorire la proliferazione di *A. astaci*) o le semine di salmonidi, ma anche interventi in alveo o captazioni idriche. Va comunque rimarcato che, nonostante le stringenti misure di conservazione, dal 2002 ad oggi si sono estinte 14 popolazioni presenti nei Siti della Rete Natura 2000. Infatti la sola costituzione di aree protette risulta insufficiente per la conservazione, a lungo tempo, della biodiversità e dei processi ecologici. Già Diamond (1975) esponeva i pericoli di una gestione "ad isole" delle zone di tutela ambientale. Le popolazioni isolate risultano vulnerabili e passibili a fenomeni di *inbreeding* con conseguente riduzione della variabilità genetica che le rende incapaci di rispondere agli stress ambientali e ai processi selettivi in generale. Onde evitare questa problematica, si possono realizzare reti ecologiche ed interventi di deframmentazione del territorio, con lo scopo di collegare tra loro aree naturali e seminaturali in modo da permettere la dispersione degli organismi animali e vegetali da un territorio ad un altro. Prevenzione di fenomeni di degrado e perdita di habitat. Le attività antropiche che richiedono lo sfruttamento della risorsa idrica come la produzione di energia idroelettrica, la piscicoltura o l'agricoltura possono comportare impatti anche devastanti sugli habitat delle comunità acquatiche. Qualsiasi intervento in alveo che comporti movimentazione del fondo, elevato grado di intorbidimento delle acque, la deposizione di materiale limoso dovrebbe essere

sottoposto a uno studio di fattibilità da parte degli organi competenti e autorizzato, previ accertamenti, per ridurre il rischio per le popolazioni presenti.

1.8.5 STRATEGIE DI CONSERVAZIONE

Gli interventi gestionali a favore di popolazioni a rischio di estinzione o minacciate si suddividono in due tipologie a seconda del luogo in cui si attua la gestione:

- Strategie di protezione in situ: si attuano nell'ambiente naturale delle specie interessate e possono riguardare sia interventi diretti sulle popolazioni sia interventi sugli habitat. Interventi di gestione di questo tipo possono realizzarsi a diverse scale geografiche e a diversi livelli, tra i quali si posso annoverare: interventi diretti sulle popolazioni, istituzione di aree protette, ripristino della funzionalità degli habitat, sistemi di pianificazione ambientale del territorio, gestione diretta delle popolazioni.
- Strategie di protezione ex situ: la gestione va effettuata all'esterno dell'ambiente naturale della specie oggetto degli interventi

1.9 EFFETTI DELL'INQUINAMENTO SULLA FAUNA

Analizzando i risultati di una revisione della letteratura riguardante la chimica dei corpi idrici abitati da gamberi di fiume, si evince che la specie sia particolarmente sensibile alla qualità chimica dell'acqua, e per questo motivo è stato proposto come bioindicatore della qualità della stessa. Diverse variabili sono risultate determinanti per la presenza/assenza del gambero. La presenza di gamberi è associata a livelli elevati di ossigeno disciolto, ad una bassa conducibilità, e a ridotti livelli di ammonio, sodio e fosfato e, in misura minore, da bassi livelli di solfati, nitrati e solidi sospesi totali (Grandjean et al., 2004). Generalmente la specie è segnalata in corsi d'acqua di buona qualità, a basso contenuto di sostanze inquinanti (come nitrati, solfati, fosfati etc.) e acque non eutrofiche (Holdich e Reeve, 1991). I parametri più rilevanti per stabilire se un sito è favorevole alla presenza di *A. pallipes* sono (Trouilhè et al., 2006):

- CONDUCIBILITA': acque con conducibilità superiore a 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sono considerate inquinate o salmastre
- MAGNESIO: l'ampia gamma di valori di concentrazione di magnesio nei corsi d'acqua abitati dal gambero di fiume suggerisce che vi è una scarsa associazione con tale parametro (alto o basso che sia).
- CALCIO: è stato suggerito che un valore inferiore a 5 mg/L di concentrazione di calcio limiti la presenza di *A. pallipes*, poiché causa una crescita stentata e una sopravvivenza ridotta.
- POTASSIO: data la vasta gamma di valori di concentrazioni di potassio riscontrate in acque europee, si può desumere che non vi sia nessuna associazione tra la concentrazione di potassio specifico e la presenza del gambero di fiume.
- AMMONIO (NH_3): alti livelli di concentrazione ammoniacale provocano tossicità negli organismi acquatici. Tuttavia, lo studio di Meade e Watts (1995) evidenzia che i gamberi potrebbero non essere così sensibili al

solo ione ammoniacale, bensì agli effetti combinati di ammonio e nitrati. SODIO: numerosi studi (Trouilhè et al., 2006; Haddaway et al. 2014) evidenziano una bassa tolleranza ad elevate concentrazioni di sodio.

- CLORURO: non sono state rilevate popolazioni di gambero di fiume al di sopra del valore soglia di 60 mg/L.
- SOLFATO: di norma *A. pallipes* vive in corsi d'acqua con basse concentrazioni di solfato, ma come dimostrato da Favaro et al. in un articolo pubblicato nel 2010, la specie in oggetto può tollerare anche concentrazioni moderatamente elevate (massimo 113,9 mg/L)
- OSSIGENO: alcune popolazioni si trovano in acque con alti valori di ossigeno, tuttavia pare che vi sia una soglia per la concentrazione di ossigeno disciolto al di sotto della quale non si trovano gamberi (3–3,5 mg/L).
- NITRATO: risultano accettabili per la presenza del gambero concentrazioni medie in un range di 7-15 15 mg/L.
- FOSFATO: necessarie alla sopravvivenza di *A. pallipes*, basse concentrazioni di fosfato.
- pH: in letteratura si possono trovare popolazioni in un intervallo compreso tra 6,0 e 9,2. Nessuna evidenza scientifica ha rilevato valori di pH inferiori al valore minimo più sopra citato per la sopravvivenza del gambero.
- SOLIDI TOTALI sospesi (TSS): uno studio (Haddaway et al. 2014) ha trovato popolazioni persistenti in acqua con concentrazioni di TSS fino a 489,3 mg/L. Un altro studio di laboratorio (Rosewarne et al. 2014) dimostra che livelli superiori a 500 mg/L hanno provocato incrostazioni branchiali in tutti i gamberi esposti, mentre valori di 250 mg/L sono stati associati al “fouling”(formazione di incrostamenti ad opera di numerosi organismi viventi, che depositano minerali su di una superficie). Tuttavia, lo stesso studio non ha rilevato alcuna riduzione della sopravvivenza

nell'arco di 45 giorni in concentrazioni fino a 1000 mg/L, indicando una tolleranza, quantomeno a breve termine, per livelli estremamente alti.

1.9.1 LA CHIMICA DELL'ACQUA INFLUENZATA DALLE ATTIVITA' UMANE

La conduttività (che indica la quantità di Sali minerali disciolti nell'acqua) è un dato correlato al carico di nutrienti e può indicare la geologia, le dimensioni dei bacini idrografici e la presenza di rifiuti minerari o acque reflue (Goldenberg et al., 1984; García-Criado et al., 1999; Gucht et al., 2005). Le popolazioni di *A. pallipes* sembrano essere associate a bassi valori di conducibilità. La misurazione dei valori dell'ammonio, che è principalmente un prodotto di scarto del metabolismo animale, può fornire indicazioni riguardo l'inquinamento per cause antropiche (in particolare l'agricoltura e l'uso dei fertilizzanti che sono tossici ad elevate concentrazioni). La fonte primaria di nitrati negli ecosistemi acquatici è il deflusso superficiale; dai fertilizzanti in agricoltura al deflusso di discariche e pratiche industriali (Camargo et al. 2005). Quasi due terzi di tutto l'azoto disciolto nei fiumi deriva dall'inquinamento, ma può essere anche generato attraverso la nitrificazione dell'ammoniaca nelle acque reflue (Abelocih, 1985). La tossicità degli ioni nitrato avviene a causa della conversione di pigmenti che trasportano l'ossigeno (emoglobina e emocianina) a forme incapaci di trasportare ossigeno (metaemoglobina e metaemocianina) operando una conversione da nitrati a nitriti, che sono appunto nocivi. Concentrazioni di nitrati di 10 mg/L sono dannose per numerosi invertebrati d'acqua dolce, pesci e anfibi (Camargo et al. 2005). Alte concentrazioni di fosforo possono derivare dall'utilizzo di fertilizzanti, dall'inquinamento industriale e dalla deforestazione che può portare all'eutrofizzazione, in particolare nelle acque lentiche (Schindler, 1988). Il sodio entra nei fiume attraverso l'erosione delle rocce di plagioclasio ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), dal sale ciclico

(marino) e da una quantità considerevole di inquinamento, come le acque reflue domestiche e industriali e il sale stradale. Per quanto riguarda il cloruro, è stato stimato che il 30% di cloruro nei fiumi nel mondo è il risultato dell'inquinamento così come la presenza di solfati, che provengono da piogge acide e fertilizzanti. Il magnesio è un elemento essenziale richiesto nei tegumenti dei crostacei ed è necessario per la riuscita dell'ecdisi. L'esoscheletro del crostaceo è composto di chitina e carbonato di calcio, rendendo questo ione metallico, necessario allo sviluppo dei gamberi. E' comunque da tenere in considerazione che sebbene *A.pallipes* possa mostrare tolleranza verso alcuni inquinanti presi singolarmente, in un corso d'acqua concorrono tutti alla sopravvivenza della specie.

1.9.2 EFFETTO DEL BIOACCUMULO DEL FLUORURO SULLA SOPRAVVIVENZA E SUL COMPORTAMENTO DI AUSTROPOTAMOBIVUS PALLIPES

In uno studio condotto nel 2012 da (Sierra et al.), sono stati eseguiti esperimenti di laboratorio per esaminare gli effetti tossici del fluoruro sul gambero di fiume. Nessuna differenza significativa è emersa tra gamberi maschi e femmine per quanto riguarda la mortalità, la risposta di fuga e il bioaccumulo di fluoruro. I dati hanno dimostrato che ad alte concentrazioni di fluoruro, l'accumulo avviene maggiormente nell'esoscheletro piuttosto che nei muscoli. Concentrazioni di ioni fluoruro (F-) in acque dolci non inquinate in genere vanno da 0,01 a 0,3 mg F/L, ma, purtroppo, questi valori sono destinati ad aumentare a causa delle attività umane. Fonderie di alluminio e zinco, fertilizzanti fosfatici, impianti per la produzione di prodotti chimici, di mattoni, di ceramica e vetro, contribuiscono in maniera inesorabile all'aumento delle concentrazioni di tale ione nelle acque superficiali e sotterranee. Gli animali acquatici possono assorbire fluoruro direttamente dall'acqua o, in misura

minore, direttamente dal cibo (Sands et al., 1997). Successivamente, sebbene possa essere eliminato (sotto forma di ioni) attraverso sistemi escretori, il fluoruro tende ad essere accumulato nell'esoscheletro degli invertebrati e nel tessuto osseo dei pesci, svolgendo, in concentrazioni adeguate, un ruolo importante nell'indurimento dei tessuti duri, il che consente all'individuo una maggiore protezione dagli agenti patogeni e dagli inquinanti. Il motivo può essere legato ad un meccanismo di difesa contro l'intossicazione da fluoro, il quale agisce come un veleno enzimatico, inibendo l'attività enzimatica, interrompendo i processi metabolici essenziali come la glicolisi e la sintesi di proteine e influenzando il normale funzionamento del sistema nervoso. Come risultato, il fluoruro può causare danni alla crescita, riproduzione, sopravvivenza e comportamento degli animali acquatici sensibili. In ultima analisi, nello studio presentato da Sierra et al. è stato visto che all'aumentare della concentrazione di fluoruro aumentava la mortalità e la risposta alla fuga, mentre si riduceva il consumo di cibo. Questi ultimi due fattori risultano allo stesso modo rilevanti in quanto espongono i gamberi ai predatori ed ad altri numerosi stress, tenuto conto che un cambiamento nel consumo del cibo può sicuramente diminuire la sopravvivenza degli animali colpiti. Risultati analoghi sono emersi da uno studio di Alonso e Camargo (2004) dove il gammaride d'acqua dolce *Eulimnogammarus toletanus*, esposto alla tossicità dell'ammoniaca, ha mostrato una diminuzione dell'attività alimentare.

1.9.3 SENSIBILITA' DI *A. PALLIPES* AL pH

L'anidride carbonica rilasciata in atmosfera e disciolta in acqua ha come risultato l'acidificazione della stessa (altri elementi concorrenziali sono da ricollegarsi anche al riscaldamento climatico; ad esempio, ad oggi è ampiamente accettato che l'acidificazione degli oceani sia legata all'aumento atmosferico di anidride carbonica prodotta dalle attività umane (Beaune et al. 2018). Pochi studi si sono concentrati sulle acque dolci, dove le specie

biocalcificanti sono più facilmente colpite da variazioni di pH. In uno studio condotto nella riserva naturale del Pinail, è emerso che il principale fattore limitante che impedisce l'insediamento dei gamberi sembra essere l'acidità dell'acqua, che influisce sulla calcificazione, sulla muta, sulla crescita e sulla riproduzione. L'aumento della CO₂ atmosferica, la poca connessione tra bacini idrici, sbalzi termici e siccità hanno impatti negativi e possono alterare la fisiologia e la fenologia delle specie e causare migrazioni ed estinzioni di massa. L'aumento di anidride carbonica porta ad una diminuzione dello ione carbonato, riducendo la disponibilità di carbonato di calcio vitale agli organismi, causando cambiamenti nel comportamento, ridotta calcificazione (strutture di calcio più sottili e deboli) e indebolendo la capacità di riparazione. Come detto in precedenza, è stato dimostrato che in acque con pH<6,00, i gamberi risultano assenti. Questa potenziale sensibilità al pH può essere collegata alla biologia della biocalcificazione piuttosto che alla concentrazione di calcio nell'acqua che invece non sembra essere un fattore limitante. Infatti, è noto che nel processo di muta, i gamberi utilizzano carbonato di calcio e, in misura minore, fosfato di calcio per la sostituzione dell'esoscheletro (Roer & Dillaman, 1984). Per fare ciò, alcune specie acquatiche, trattengono il calcio in strutture di stoccaggio chiamate gastroliti, situate nello stomaco, che rilasciano successivamente ioni calcio per l'indurimento della cuticola. Una delle possibili spiegazioni dell'assenza di gamberi in corsi d'acqua a basso pH risiede nella scarsa disponibilità di ioni bicarbonato necessari per le mute. In effetti i crostacei ne hanno bisogno per indurire rapidamente il loro esoscheletro per proteggersi dalla predazione, dal cannibalismo e da altre minacce. Poiché l'assorbimento del calcio dipende da altri ioni, in particolare il bicarbonato, condizioni di bassi pH possono inibire o ridurre notevolmente l'assorbimento di calcio dopo la muta. In previsione di una futura diminuzione del pH, dovuto all'aumento delle temperature globali, la ricerca suggerisce come ottimale un

valore di pH=7 per le reintroduzioni di *A. pallipes* in stagni o sistemi lentici non popolati dalla specie.

1.9.4 CONSEGUENZE DELL'AUMENTO DEI METALLI PESANTI

I gamberi d'acqua dolce sono bioindicatori dell'inquinamento ambientale, spesso utilizzati tramite la valutazione dei metalli pesanti (HM) presenti nei tessuti. In una ricerca condotta da Santoro et al., 2008, è emerso che il sequestro biologico più efficace dei metalli pesanti come Cadmio, Zinco, Piombo, Cromo è dovuto principalmente all'attività di assunzione del sedimento o substrato solido da parte dei macroinvertebrati piuttosto che da attività predatorie o filtratorie. È stato confermato (Santoro et. Al, 2008) che le comunità di organismi bentonici sono fortemente influenzate dal verificarsi di condizioni altamente inquinate. Infatti, la vita e l'abbondanza dei macroinvertebrati, fonte di cibo per il gambero d fiume, possono essere marcatamente modificati dalla presenza di non trascurabili quantità di metalli pesanti. Utilizzando metodologie di monitoraggio come l'IBE (Indice Biotico Esteso) si evince che nei siti più inquinati i taxa più rappresentativi sono quelli dei raccoglitori (*Oligochaeta: Lumbriculidae*) in quanto gli unici in grado di sopravvivere ad alte concentrazioni di metalli. Ne consegue che *A. pallipes* potrebbe sopravvivere in siti dove le condizioni ecologiche e chimiche dell'acqua sono favorevoli anche per i macroinvertebrati bentonici di cui si nutre. Ricerche con l'utilizzo di *Chironomus riparius* Meigen e il crostaceo *Gammarus pulex* (L.) per valutare lo stato qualitativo dell'acqua hanno evidenziato che nei primi anni di vita negli stadi larvali queste specie risentono dello stress da inquinamento (Santoro et al., 2008).

1.9.5 EFFETTI DELL'INQUINAMENTO SUI MACROINVERTEBRATI BENTONICI

In Inghilterra e Galles è stato condotto uno studio sugli effetti biologici delle potenziali esposizioni al nichel, utilizzando dati di monitoraggio per macroinvertebrati bentonici (Peters et al., 2014). I risultati ottenuti hanno evidenziato che contaminazioni di :

- dicloroanilina – un prodotto di idrolisi di diversi erbicidi
- atrazina – erbicida non persistente utilizzato nella protezione delle colture
- il rame – associato a molte operazioni industriali come l'estrazione mineraria e utilizzato come solfato di rame per il controllo della vegetazione acquatica
- il lindano – utilizzato per controllare parassiti artropodi su colture alimentari, sono letali per molte di queste specie. In Italia, sul lago di Piediluco (TR), è stata verificata una potenziale correlazione tra la tossicità dei sedimenti e l'elevata incidenza di deformità dell'apparato boccale nelle larve di chironomidi (Peters et al., 2014).

1.9.6 EFFETTI DELLA PORTATA DELL'ACQUA SULLE POPOLAZIONI DI A.PALLIPES

Come è noto, la forza di una popolazione risiede nella resilienza degli individui che la compongono, ed è strettamente correlata alla stabilità dell'habitat in cui si trova. I macroinvertebrati sono sensibili ai cambiamenti repentini dell'habitat, di conseguenza richiedono ripari adeguati per prevenire derive durante grandi alluvioni. In uno studio di Parvulescu et al., 2016 è stato individuato un nuovo approccio per stimare l'impatto delle inondazioni improvvise su due importanti specie di gamberi: *Austropotamobius torrentium* e *Astacus astacus*. E' stata introdotta una variabile chiamata "potenziale di alluvione flash" (FPP, "flash-flood potential"), che tiene conto della pendenza del sito e della pendenza media del bacino a monte. Lo studio si è prefisso di dimostrare che ci fosse

correlazione tra l'abbondanza dei gamberi e la FPP, considerando allo stesso tempo la dimensione dei gamberi presenti nei siti rifugio e la stabilità di questi ultimi. I risultati hanno mostrato che entrambe le specie sono sensibili all'influenza della FPP: infatti, la dimensione delle popolazioni è visibilmente diminuita con l'aumento della pendenza media del sito, mostrando pure che i rifugi più duraturi erano occupati da gamberi di dimensioni maggiori. Si è così ipotizzato che i siti rifugio siano un driver indiretto per prevenire la deriva delle popolazioni di gambero (John Wiley & Sons, 2016). La presenza di gamberi di fiume indica una buona funzionalità delle comunità dulciacquicole (Usio e Townsend, 2002, 2004; Jandry et al., 2014), tuttavia, le acque poco profonde forniscono poca difesa per questi grandi invertebrati, che, di conseguenza, trascorrono la maggior parte della loro vita in rifugi (Fero et al., 2007), come fessure o spazi vuoti tra rocce e radici oppure scavati nella terra. Eventi idrologici, come inondazioni o colate detritiche, pongono un forte stress sulla fauna bentonica nei fiumi e torrenti di montagna, poiché causano instabilità fisica dei microhabitat, già di per sé fragili, necessari alla sopravvivenza della specie. Nonostante siano abbastanza infrequenti, grosse inondazioni hanno un impatto negativo notevole sulle popolazioni di diverse specie dulciacquicole, anche a causa della difficoltà di trovare rifugi stabili (Washington, 1984; Sedell et al., 1990; Schneck e Melo, 2012). Chiaramente, i vari taxa, a seconda delle diverse strategie di adattamento, rispondono ai disturbi in maniera differente; le larve di ditteri ad esempio, sono in grado di riprendersi dopo un disturbo alluvionale, ricolonizzando l'area a monte, ritardando il periodo del volo. La ricolonizzazione degli invertebrati senza un organo deputato alla locomozione aerea, richiede un tempo più lungo e notevole dispendio energetico (Townsend e Hildrew, 1994; Robson et al., 2011). Piccoli invertebrati acquatici sono in grado di utilizzare rifugi iporreici per sfuggire alle piene. I gamberi, i più grandi invertebrati acquatici, hanno una bassa abilità di dispersione e i piccoli sono genitori-dipendenti, il che li rende suscettibili (nel lungo termine) alla stabilità.

Delle cinque specie europee indigene di gamberi d'acqua, le più sensibili in termini di esigenze ecologiche e di conservazione sono il gambero di fiume *Austropotamobius pallipes* sensu lato (Lereboullet, 1858), il gambero di torrente *Austropotamobius torrentium* (Schränk, 1803) e il più nobile gambero di fiume *Astacus astacus* (Linnaeus, 1758) (Holdich et al., 2009; Richmann et al., 2015). In numerosi studi scientifici (Fero e Moore, 2008, 2014; Graham e herberholz, 2009; Ranta e Linstrom, 1992) viene sottolineata l'importanza della gerarchia nella popolazione dei gamberi, associandola alla probabilità di trovare un rifugio sicuro per difendersi da eventuali predatori, dalla siccità, dal congelamento o dalle invasioni di specie aliene. Tale rifugio viene difeso strenuamente a causa della limitata disponibilità nei fiumi di montagna dovuta principalmente da un basso livello dell'acqua. I gamberi, di solito, cercano di raggiungere i settori superiori di fiumi che, tuttavia, sono più vulnerabili a disturbi e instabilità durante eventi alluvionali occasionali e di grande intensità (Kadlecová et al., 2012), molto probabilmente nel tentativo di trovare una migliore qualità dell'acqua. Al contrario, i gamberi che vivono in fiumi di pianura, caratterizzati da acque profonde e lente, mostrano un comportamento più nomade. Inondazioni repentine possono compromettere l'integrità dei rifugi, quindi si può ben comprendere come sia complesso per i gamberi far fronte a questi processi erosivi che danneggiano il loro habitat. I metodi per la valutazione dell'instabilità dell'alveo sono generalmente basati su misurazioni e osservazioni sito-specifiche, quindi si rende difficile estendere i dati raccolti su altri siti non oggetti di studio. Facendo riferimento, dunque, alla variabile FPP, Parvulescu et al., 2016 hanno voluto fornire un metodo di calcolo utilizzabile per qualsiasi sito di una rete idrografica, utilizzando semplicemente un modello di elevazione digitale del terreno, (DEM), ovvero un file raster utilizzabile con software QGis per calcolare le quote del terreno, indipendente da misurazioni di campo. Migliorando le conoscenze sulla ecologia delle due specie di gamberi oggetto dello studio si possono anche fornire dati utili nella

gestione delle aree naturali protette. I risultati di questo studio hanno rivelato un legame significativo tra FFP e la granulometria grossolana del letto del fiume, concludendo che questo indice può essere utilizzato per la stima della disponibilità di ripari in un alveo. Anche se le due specie di gamberi oggetto di studio, di solito, mostrano un modello di movimento a monte (Kadlecová et al., 2012), molto probabilmente nello sforzo di cercare la migliore qualità dell'acqua, sembra che i potenziali disturbi fisici all'alveo fungano da fattore limitante per la risalita dei torrenti. In montagna, a causa dell'erosione continua del substrato, si deposita solo una piccola quantità di sedimento fine sul letto del fiume, rendendo predominante la quota di rocce e massi inadatti allo scavo. I settori fluviali esposti risultano quindi meno attraenti per scavare e i meno utili per fornire ripari. Come si può dedurre dalla definizione data in precedenza di FFP, in fiumi che hanno pendii pronunciati, a causa dell'attività erosiva dell'acqua, il gambero è portato ad utilizzare fessure naturali, che, però, sono scarse e di conseguenza limitano il numero di individui nella popolazione. Detto ciò, appurato che importanti disturbi dell'habitat causati da inondazioni improvvise, hanno un impatto drammatico sulla fauna bentonica, questo studio ha sottolineato che i gamberi più grandi riescono meglio a sopravvivere come conseguenza del comportamento gerarchico di occupazione dei rifugi. Poiché i rifugi instabili saranno molto probabilmente distrutti durante gravi inondazioni, rifugi stabili sono i più attraenti per i gamberi e di conseguenza utilizzati dagli individui più grandi. La pressione della FFP si può esprimere anche come un impedimento nel movimento dei gamberi su pendii ripidi limitando così la loro colonizzazione. Tuttavia, questa caratteristica che emerge essere negativa per le popolazioni oggetto di studio può essere valutata anche sotto un altro aspetto, non menzionato precedentemente. Le popolazioni isolate, a causa della frammentazione e della ripidezza degli alvei, potrebbero avere un vantaggio, essendo meno suscettibili alle espansioni di specie invasive e di malattie (Caprioli et al., 2013; Kušar et al., 2013). Ad esempio, due dei gamberi

invasivi più rappresentativi in Europa, il gambero di fiume americano, *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817), e il gambero rosso della Louisiana, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852), si sono adattati a vivere nei fiumi di pianura e con tutta probabilità non sono in grado di colonizzare torrenti di alta montagna. Tuttavia, lo svantaggio per le popolazioni autoctone isolate è che nel tempo sarebbero interessate dal degrado biologico causato dalla consanguineità tra individui (Whiterod et al., 2015). La crescente intensità delle attività umane può esporre queste popolazioni a ulteriori pressioni a causa dell'inquinamento o distruzione accidentale degli argini fluviali. Dato lo stato attuale di *A. pallipes complex* in Italia, la valutazione di ambienti idonei alla sua sopravvivenza è estremamente importante per assicurarne il suo mantenimento e per permettere di sviluppare adeguati protocolli di conservazione per la gestione degli habitat in cui vive. Ancora oggi, infatti, sono state svolte poche analisi per identificare i fattori ecologici che influenzano distribuzione ed abbondanza della specie. E' ben documentato che sia le caratteristiche biotiche (ad esempio, la struttura delle sponde e gli habitat caratteristici) sia parametri abiotici sono di estrema importanza per determinare la presenza e la densità di gamberi adulti e giovani. Alcuni studi (Parvulescu et al., 2016) hanno dato evidenza che elementi come la struttura ramificata degli alberi, massi esposti, banchi di ciottoli, numero di riffles favoriscono la presenza di *A. pallipes*, che utilizza questi siti come rifugio. Al contrario, l'erosione è un parametro che esercita un impatto negativo sulla sua sopravvivenza (Naura e Robinson, 1998), poiché induce, come effetto, un aumento dell'energia sull'alveo e un aumento della concentrazione di solidi sospesi e limo nell'acqua e sul letto del fiume. In uno studio condotto in Toscana (Renai et al., 2007.) si sono valutate le principali caratteristiche biotiche e abiotiche di alcuni corsi d'acqua, al fine di individuare aree idonee alla sopravvivenza della specie, integrando parametri abiotici con quelli ecologici, espressi mediante indici standardizzati (IBE e IFF). L'IFF, ovvero

l'indice di funzionalità fluviale, ha assunto una crescente importanza negli anni (ANPA, 2003); progettato principalmente per la valutazione dell'agricoltura sul paesaggio, tale indice integra i risultati di analisi effettuate a livello “micro” (es. IBE) con informazioni a livello “macro” (es. uso del suolo). In questo modo, l'ambiente fluviale viene valutato su scala più ampia. Fornisce, infatti, informazioni su diversi aspetti ambientali:

- 1) l'uso del suolo e le formazioni vegetazionali ripariali;
- 2) la morfologia dell'alveo;
- 3) la struttura dell'alveo;
- 4) le caratteristiche biologiche.

L'interpretazione di questi parametri attraverso i principi dell'ecologia fluviale consente la determinazione del livello di scostamento dalla condizione di massima funzionalità. Il valore di IFF, che va da 1 (funzionalità fluviale più alta) a 5 (funzionalità fluviale più bassa), si ottiene sommando le partiture parziali di ogni parametro. In Toscana, gli effetti dell'ondata di caldo dell'estate 2003, hanno provocato il quasi totale disseccamento di alcuni corsi d'acqua; questo fenomeno può essere considerato come probabile spiegazione di una riduzione dell'abbondanza della popolazioni dulciacquicole e forse la causa di alcune estinzioni locali, anche se questo non può spiegare la completa estinzione di molte popolazioni. Le sorgenti che hanno un habitat potenzialmente buono per i gamberi di fiume possono essere negativamente interessate dalla ridotta portata di base, dovuta al prelievo di acque sotterranee per l'approvvigionamento irriguo dei campi coltivati o per il pubblico. Ciò significa che gli habitat del gambero, già sottoposti a rischi di inquinamento da scarichi domestici, subiscono un'ulteriore perdita a causa della ridotta portata dei fiumi e torrenti. In alcuni anni, i canali potrebbero prosciugarsi completamente, esponendo così i gamberi a predazioni o essiccamento. Altri autori (Gil-Sánchez e Alba-Tercedor, 2022) fanno riferimento al prelievo di

acqua per usi domestici e alla siccità come fattori che contribuiscono alla perdita di intere popolazioni di *A. pallipes*. Infatti, anche se dopo alcuni anni, dovessero ripristinarsi le condizioni idriche per la sopravvivenza dei gamberi, ciò non significherebbe un pronto ritorno delle popolazioni, anche se l'indice biotico esteso o l'indice di funzionalità fluviale dovessero risultare elevati. Come detto in precedenza, la presenza di *A. pallipes* in fiumi e torrenti è strettamente correlata alla geometria, alla velocità e alla portata della corrente. Questi parametri sono ricavabili con semplici formule:

- **Geometria della corrente:** data dalla sezione trasversale e dal perimetro bagnato
- **Velocità della corrente:** percorso che una particella di acqua compie nell'unità di tempo (m/s). E' determinata da:
 - 1) forma, pendenza, ampiezza e profondità dell'alveo
 - 2) struttura del fondale (liscio o sconnesso)
 - 3) intensità delle precipitazioni
 - 4) rapidità e fusione delle nevi
- **Portata della corrente:** volume di acqua che nell'unità di tempo passa per una sezione trasversale (m³/s) Questo parametro è molto importante per gli ecologi e si calcola in una sezione trasversale del fiume tenendo conto della velocità.

$$Q = v \times A$$

Portata (Q) = velocità della corrente (v) x sezione trasversale dell'alveo (A)

Il fattore che determina la struttura della comunità degli ambienti lotici è la corrente alla quale gli organismi si sono adattati in vario modo.

1.9.7 LA VITA NELLE ACQUE CORRENTI.

Le forme di vita sono diverse in funzione della velocità di corrente. Ad esempio, nelle acque veloci si possono trovare diatomee, alghe, larve di ditteri e salmerini, mentre nelle acque lente sono più presenti ninfe, bivalvi, oligocheti, gamberi, luccio, pesce gatto etc. Di solito la valutazione dello stato di conservazione di un habitat, per una qualsivoglia specie animale, viene definito relazionando lo stato della popolazione e l'ambiente in cui vive. Per quanto concerne le specie acquatiche, la legislazione si attiene al deflusso minimo vitale (DMV), ovvero il deflusso che deve essere mantenuto in un alveo al fine di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi interessati, salvaguardando la struttura naturale dell'alveo e della sua biocenosi (Dlgs. 152/2006). Può quindi essere considerato come portata costante residua che viene lasciata nel corso d'acqua a seguito di un utilizzo umano. Per il calcolo del DMV sono stati sviluppati numerosi metodi, ma la difficile applicazione di tali metodologie ai rii e ai piccoli torrenti porta a una difficile valutazione del deflusso minimo idoneo alla vita di *A. pallipes*. Recentemente, per i torrenti alpini è stata applicata e validata la modellazione a meso-scala (*MesoHABSIM - Mesohabitat Simulation Model*; Parasiewicz, 2007; Vezza *et al.*, 2014). Questo approccio permette di analizzare la presenza e la densità di una specie a livello di mesohabitat, le cui caratteristiche variano al variare del deflusso di un corso d'acqua. La tecnica consiste nel riconoscimento di unità idro-morfologiche (*Hydro-Morphological Units HMUs*; per le categorie *cfr.* Parasiewicz, 2007; Vezza *et al.*, 2011), ossia aree caratterizzate da particolari condizioni idrodinamiche, che, unitamente ad altri fattori (come la presenza di rifugi o il tipo di substrato presente), possono determinare e permettere o meno, la presenza e lo sviluppo della specie oggetto di studio. Nel caso in cui non si dispongano di dati idrometrici, risulta necessario installare dispositivi di misurazione in continuo della portata, che forniscano misure per almeno un anno. Il deflusso minimo vitale per

popolazioni di *A. pallipes* viene quindi definito sulla base del valore di portata che naturalmente ha garantito le condizioni ideali al mantenimento della popolazione locale di gambero autoctono in un determinato torrente.

1.9.8 RIPRISTINO DELLE PORTATE MINIME IDONEE

Uno dei fattori, che caratterizzano un corso fluviale, è la variazione della sua portata. Ad alterare questo equilibrio concorrono anche numerosi fattori antropici, tra i quali opere di derivazione e trattenuta come, ad esempio, le dighe che causano il fenomeno dell'hydropeaking – ovvero una sequenza ripetuta di rapidi aumenti e riduzioni della portata provocati dall'utilizzo dell'acqua per le centrali in alveo- e le captazioni abusive da parte dei cittadini. E' di fondamentale importanza che gli enti preposti alla conservazione della fauna selvatica e in particolare di quella dulciacquicola prenda accordi con i consorzi di bonifica per regimare il decorso delle acque, di modo che vi sia sempre un flusso costante di acqua che permetta la sopravvivenza degli animali.

2. OBIETTIVI

Lo scopo principale di questo studio è verificare la presenza sul territorio di Isola vicentina della specie *Austropotamobius pallipes* sulla base, anche, delle indicazioni riportate dalla documentazione storica esistente (Isola e l'acqua, 2009). Dato che non si sono rinvenuti studi scientifici riguardo al gambero di fiume in questa zona, si è ritenuto opportuno avviare una indagine che trattasse la specie in oggetto, analizzando i principali parametri ambientali dei corsi d'acqua indagati, prendendo in esame anche le specie floro-faunistiche che ne condividono l'habitat e le principali caratteristiche fisiche di *Austropotamobius pallipes*, riferiti a due periodi di monitoraggio. Finalità di questo lavoro è infatti anche quella di indagare la variabilità di alcune caratteristiche dei corsi d'acqua frequentati dai gamberi unitamente a quelle di questi ultimi, con lo scopo, anche, di acquisire indicazioni sulla stagionalità del ciclo biologico di *A. pallipes* e sulla presenza di eventuali fattori ambientali con potenziali effetti negativi sulle popolazioni di gambero autoctono. Gli esiti di tale lavoro, pur rappresentando dei primi dati d'indagine, possono costituire una prima indicazione utile alla valutazione se il territorio di Isola Vicentina possa essere oggetto di eventuali reintroduzioni di gambero di fiume a fini conservazionistici.

3. MATERIALI E METODI

3.1 MONITORAGGIO DI *A. PALLIPES*

Conoscere la distribuzione di una specie in una data area è un'informazione necessaria per svolgere qualsiasi azione di conservazione e di gestione. In ambito faunistico, per monitoraggio e, in senso più esaustivo, censimento, si intende la rilevazione, mediante apposite indagini, delle popolazioni presenti sul territorio indagato. E', inoltre, molto importante reperire informazioni locali pregresse sulla presenza della specie. Enti di tutela e gestione della pesca, assessorati della pesca, istituti di ricerca, l'ex Corpo Forestale dello Stato, così come musei o privati cittadini possono fornire utili indicazioni sulla distribuzione attuale o pregressa di una specie in esame. I dati storici e pregressi offrono vantaggi per la pianificazione dell'indagine; forniscono indicazioni su quali aree concentrarsi maggiormente e servono per valutare l'andamento delle popolazioni nel tempo. L'individuazione dell'area di studio è uno degli aspetti più importanti per programmare un censimento. Infatti, lo studio con carte tematiche e software GIS permette di evidenziare gli aspetti caratteristici del territorio. Per il presente studio, si sono considerati il numero di corsi d'acqua da monitorare, la loro lunghezza e il conseguente impegno relativamente al numero di personale da impiegare e alle tempistiche da rispettare. Inoltre, è stato opportuno che le indagini fossero concentrate nel periodo di maggiore attività dei gamberi (primavera-estate, preferibilmente nei mesi di luglio e agosto e aprile e maggio) e nelle ore crepuscolari-notturne. I metodi per il monitoraggio della specie in esame sono diversi, in relazione a diversi fattori. La prima distinzione da fare, riguarda la tipologia del corso d'acqua. In caso di acque poco profonde, con velocità di corrente ridotta e buona visibilità del fondale, si possono svolgere conteggi mediante: cattura a mano, ricerca notturna a vista con torcia, ricerca diurna, ispezionando i probabili rifugi, e l'elettropesca, utilizzando strumenti a batteria. In acque profonde i principali

metodi di campionamento sono: nasse, reti da lancio, immersioni subacquee. Di seguito, (tabella 5) vengono riportati i metodi consigliati in base all'habitat studiato (Reynolds e Souty-Grosset, 2012).

Tipo di corso d'acqua	Flusso, substrato, habitat	Metodo consigliato
Torrentini di primo ordine, con substrato roccioso	Flusso variabile, substrato eterogeneo; massi, ciottoli, ghiaia e/o sabbia. Gli ambienti più propizi sono sotto i piccoli massi, nelle zone con flusso laminare e nelle pozze; anche nelle rive e nei raschi.	Una ricerca selettiva alla mano fornisce un'abbondanza semi-quantitativa, oppure l'elettropesca. Ricerca notturna e ricerca diurna di gamberi adulti per area.
Torrenti di media pendenza con ghiaia o argilla	Flusso variabile, substrato principalmente di ghiaia o argilla. Rifugi costituiti soprattutto da detriti legnosi o urbani. Tane di gamberi scavate nelle rive sommerse, tra radici sommerse o sotto alle pietre in presenza di ponti o briglie. I torrenti calcarei hanno un flusso più stabile.	La ricerca alla mano è limitata dalla disponibilità di rifugi. Retinare spostando e sollevando le radici filamentose per cercare i giovani. Controllare i buchi ovali presenti nelle sponde verticali. Smuovere i ciottoli. Questi metodi sono poco affidabili e forniscono solo dati di presenza. Utilizzare nasse innescate o rifugi artificiali per dati semi-quantitativi.
Fiumi di pianura, canali, laghi	Flusso lento, spesso alterato; substrato principalmente di argilla limosa o sabbia/ghiaia. Gli ambienti per i gamberi sono costituiti dalle ripide sponde argillose, spesso con alberi. Probabile utilizzo di macrofite sommerse o acque basse con canne emergenti.	Di solito l'habitat è troppo profondo e torbido per la ricerca alla mano. Retinare le radici degli alberi o delle macrofite. La migliore soluzione è usare le nasse per ottenere risultati semi-quantitativi.
Paludi, acquitrini	Acqua presente solo temporaneamente, buona vegetazione.	Campionare con le nasse nel periodo con acqua, oppure contando i camini delle tane.

Tabella 5 - Metodi di monitoraggio per *A. pallipes*

3.2 L'EQUIPAGGIAMENTO DI BASE PER LE ATTIVITA' DI CAMPO

L'equipaggiamento è in funzione del tipo di campionamento che si vuole svolgere e delle caratteristiche ambientali che si vogliono indagare. Per questo studio, in particolare, si sono utilizzati, così come indicato dalle linee guida sul monitoraggio dei decapodi italiani:

- cartografia adeguata
- raccoglitore
- schede di campo con matite
- macchina fotografica
- stivali
- termometro da campo
- pHmetro
- guanti in gomma
- retino per la cattura degli animali (maglie 250-300 μm)
- bilancia di precisione
- metro
- abbigliamento adeguato con ricambio vestiti
- repellente per insetti
- kit pronto-soccorso
- GPS
- copia dei permessi rilasciati dalla regione e dalla provincia di Vicenza
- disinfettanti per lavare il materiale utilizzato con nebulizzatore a spruzzo
- torce frontali per la ricerca e la manipolazione degli animali e torce di emergenza.

Prima dell'inizio di ogni sessione di monitoraggio si è provveduto all'invio delle richieste di autorizzazione per la pesca scientifica all'organo competente (in questo caso l'Ufficio Caccia e Pesca della Provincia di Vicenza), al quale si è provveduto a rendicontare il progetto in corso, previa autorizzazione finale.

Infatti, per le specie elencate in Direttiva Habitat, occorre l'autorizzazione temporanea alla cattura e alla manipolazione degli individui (ad esempio per i rilievi biometrici), in deroga al DPR 357/97. Poiché i siti di studio comprendevano anche dei terreni di proprietà privata, si è provveduto, come da indicazioni degli organi competenti, alla comunicazione dell'orario e il luogo delle uscite alle autorità territoriali (Polizia locale e Carabinieri), di modo da non creare allarmismi ai privati cittadini e poter accedere nelle loro proprietà.

3.3 L'ORGANIZZAZIONE DEL CALENDARIO DELLE ATTIVITA' DI CAMPIONAMENTO E I METODI DI CAMPIONAMENTO

L'attività di monitoraggio va prevista, tenendo conto che la rintracciabilità e la pescosità variano in base alla specie e al periodo dell'anno. Sulla base dell'indicazioni presenti in bibliografia (Linee guida per la conoscenza e il corretto monitoraggio dei decapodi dulcicoli in Italia) e alle finalità dello studio, si è scelto di programmare le attività di monitoraggio in due periodi compresi tra la fine di aprile e inizio di maggio e tra la fine di agosto e inizio di ottobre, per gli anni 2021 e 2022. Sulla base della documentazione consultata e sulle informazioni fornite da appassionati naturalisti frequentanti il territorio, si è deciso di predisporre 8 transetti, compresi tra i confini del Comune di Isola Vicentina e di Castelnovo, in territori collinari e boscati. Le aree di studio ricadono all'interno della Valtessera, Vallugana, Torreselle, Ignago, Bosco della Guizza, ricadenti nel comune di Isola Vicentina. Per un maggiore approfondimento e per analizzare ipotetiche differenze di habitat del gambero di fiume, si è deciso di predisporre uno studio preliminare per verificare l'eventuale presenza di *A. pallipes* anche in pianura, in particolare monitorando tutti i corsi d'acqua della Valtessera e della Vallugana. Per fare ciò, ci si è avvalsi di un programma di monitoraggio intensivo della durata di tre mesi circa, predisponendo, per ogni transetto, punti di campionamento ogni 200

metri per la ricerca della specie e la contemporanea identificazione dell'Indice Biotico Esteso. Per quanto riguarda il monitoraggio del gambero di fiume, in territorio collinare, le uscite sono state effettuate in periodo estivo (anno 2021) e primaverile (2022), ciascuna con 4 uscite notturne della durata di 4 ore circa ciascuna (dalle 21 alle 1.00 circa) e due uscite diurne della durata di tre ore circa. Le uscite diurne erano principalmente finalizzate alla verifica dello stato dei luoghi (presenza/assenza di acqua nei siti indagati) e delle caratteristiche ambientali. Nella ricerca del gambero di fiume, nei torrenti individuati preliminarmente, si è scelto di percorrerli per intero, da valle fino alla sorgente a monte. La scelta è stata funzionale al fatto di voler conteggiare quanti più individui possibili, circoscritti in uno spazio ristretto, per avere una rappresentazione più indicativa possibile per la valutazione della sex ratio. Il metodo della ricerca notturna può essere utilizzato sia per individuare che per catturare i gamberi, semplicemente con le mani; sfrutta la caratteristica del gambero di essere attivo durante la notte. E' una tecnica spesso utilizzata negli studi scientifici purché si verifichino condizioni in cui la profondità dell'acqua non superi i 50 cm e la velocità di corrente sia inferiore a 0,3 m/s. La sua efficacia è legata al tipo di substrato che deve essere a granulometria fine e alla trasparenza dell'acqua. Questa metodologia non comporta un disturbo eccessivo per i gamberi, non è selettiva sulla taglia e, quindi, fornisce indicazioni su tutte le classi dimensionali e su altri parametri di una popolazione (es. sex ratio, stato di salute, struttura di popolazione). E' fondamentale che l'operatore sia esperto e abituato ad individuare anche i gamberi più piccoli.

Sui gamberi catturati si è proceduto, prontamente, al sessaggio e al rilevamento di alcuni parametri biometrici. Il sessaggio avveniva con l'individuazione dei caratteri distintivi degli organi genitali quali le ghiandole del bianco nelle femmine e i gonopodi nei maschi.

Su ciascun soggetto è stata rilevata con una precisione al millimetro la lunghezza totale, misurata dalla punta del rostro all'estremità del telson, la

lunghezza del torace, la lunghezza delle chele, ed il peso corporeo (in grammi, due decimali dopo la virgola). I gamberi, dopo i suddetti rilievi, sono stati rilasciati nel posto in cui erano stati catturati.

3.4 ANALISI CHIMICO-FISICHE DEI CORSI D'ACQUA MONITORATI

Per il monitoraggio delle caratteristiche chimico-fisiche dei corsi d'acqua presi in esame e con presenza di gamberi, , sono state effettuate le misurazioni solo di due dei parametri totali previsti dal protocollo di Habitat Assessment (ISPRA, 2016): temperatura (°C), e pH. Nei siti indagati in pianura, sono stati monitorati anche i livelli di ossigeno disciolto (O₂, ppm) e di conducibilità (µS/cm). Le misurazioni sono state effettuate, per ogni transetto, e periodo di rilevamento, in due momenti, distanziati di circa 3 settimane.

3.5 L'INDICE BIOTICO ESTESO

Per una ulteriore caratterizzazione qualitativa delle acque, questo studio ha utilizzato l'Indice Biologico Esteso I.B.E. (Ghetti, 1997) che rappresenta il metodo di controllo biologico dei corsi d'acqua, utilizzato da anni per il biomonitoraggio delle acque dolci correnti italiane. Il metodo ha subito, di recente, alcune modifiche e la revisione aggiornata è riportata nel Manuale APAT/ISRA-CNR, 29/2003. L'IBE utilizza le comunità di macroinvertebrati, ossia quell'insieme di organismi che, alla fine dello sviluppo larvale o dello stadio immaginale, possiedono, raramente, dimensioni inferiori al millimetro, risultando visibili ad occhio nudo. Essi comprendono larve e adulti di insetti, molluschi, crostacei, tricladi, oligocheti e irudinei. Per il monitoraggio della componente macrobentonica dei corsi d'acqua dolce ci si avvale di un retino a maglie strette, di un contenitore bianco dove poter conteggiare le specie, stivali da pesca, disinfettante, e per la identificazione delle specie si utilizza una chiave dicotomica. I vantaggi derivanti dall'utilizzo dei macroinvertebrati come indicatori biologici, dipendono dal fatto che questi organismi sono ubiquitari,

relativamente facili da campionare e da indentificare, numerose specie sono sensibili alle alterazioni chimico-fisiche delle acque ed esiste una conoscenza approfondita della loro ecologia, hanno una durata di vita sufficientemente lunga e possono quindi registrare gli eventi che si susseguono nell'ambiente, vivono preferibilmente sui substrati e in grado di effettuare limitati spostamenti, cosicchè possono riflettere con immediatezza la qualità dell'acqua e del sedimento. I taxa considerati e il grado di tolleranza associato, sono quelli riportati in tabella 6 :

Taxa	Grado di tolleranza
Ninfe di Plecotteri	1
Ninfe di Efemerotteri	3
Ninfe di Tricotteri	4
Larve di Megalotteri o Plaripenni	4
Planarie	4
Coleotteri acquatici (larve o adulti)	4
Emitteri acquatici	5
Idracari	6
Ninfe di Odonati	6
Larve di Ditteri (esclusi Chironomidi rossi)	6
Anfipodi	5
Decapodi	5
Isopodi	7
Gasteropodi	7
Bivalvi	7
Oligocheti	8
Irudinei acquatici	8
Larve di Chironomidi rosse	8

Tabella 6 - Ordini di macroinvertebrati acquatici

Mediante l'utilizzo di un'altra tabella specifica, il valore dell'IBE viene convertito nella corrispondente classe di qualità. La scheda tecnica per il calcolo dell'IBE

deve essere compilata come segue: rilevamento delle coordinate, data, luogo, assegnazione di un punteggio alla larghezza del corso d'acqua (m), indicazione della morfologia fluviale, del regime idrico e composizione della vegetazione riparia, conteggio del numero di taxa presenti sul sito di campionamento e assegnazione del relativo grado di tolleranza agli inquinanti (i taxa più tolleranti agli inquinanti organici e inorganici avranno valori di tolleranza più alti, es. larve di Chironomidi rosse) e diversità tassonomica sulla base della sommatoria di questi ultimi due parametri, assegnazione del valore a un indice di qualità ripartito in 4 classi (scarso <30, sufficiente 30-44, buono 45-60, ottimo >60), integrazione con eventuali note.

ANALISI STATISTICA DEI DATI RACCOLTI. I dati raccolti, relativi ai parametri biometrici dei gamberi, e ad alcuni parametri ambientali dei transetti di collina con presenza di acqua, sono stati archiviati in foglio excel, per una successiva elaborazione statistica.

In particolare, i dati biometrici sono stati analizzati con ANOVA per valutare l'effetto del sesso in relazione anche alla stagione, e sono stati correlati i dati di peso, lunghezza totale e lunghezza delle chele.

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

Il territorio comunale e limitrofo a Isola Vicentina si presenta con un buon tasso di naturalità. E' caratterizzato da boschi di latifoglie e numerose risorgive. Dato che il presente studio analizza la presenza del decapode *Austropotamobius pallipes*, i risultati dapprima trattano l'ambiente pianiziale, percorso da numerosi canali e fossati, ma che risente dell'impatto antropico dell'urbanizzazione. Successivamente, i risultati riguarderanno l'ambiente collinare, difficilmente raggiungibile dall'uomo e che conserva tutt'ora elevati caratteri di naturalità e biodiversità.

4.1 IL MONITORAGGIO DELLA VALTESSERA (PIANURA) – ISOLA VICENTINA

I primi campionamenti sono stati eseguiti sull'Orolo, corso d'acqua che scorre attraverso il paese di Isola Vicentina e che per cause morfologiche e idrologiche mantiene acqua costante solamente otto mesi l'anno circa. Infatti, poco più a sud del paese, l'acqua si perde in falda per poi risalire nei pressi di Costabissara (Vi). Il monitoraggio ha avuto inizio proprio nel punto in cui l'acqua scompare; successivamente il corso d'acqua è stato risalito fino al paese di Isola, per focalizzarsi in un secondo momento nella zona più naturale del territorio, ovvero la Valtessera, caratterizzata da numerosi fossati, utilizzati ad uso irriguo e che vedono una portata sempre variabile durante l'anno. Oltre alle normali misurazioni dei parametri chimici e fisici dell'acqua è stato valutato anche lo stato della qualità dell'acqua mediante il metodo dell'Indice Biotico Esteso, identificando i principali taxa di macroinvertebrati acquatici; in questa fase di studio l'obiettivo principale è stata la ricerca di gamberi autoctoni e alloctoni che è stata condotta a mano (senza l'utilizzo di nasse). Per quanto concerne la ricerca dei decapodi i risultati sono stati negativi, sia per il gambero

di fiume (*A. pallipes*) sia per il più preoccupante antagonista, il gambero della Louisiana (*Procambarus clarkii*). Il calcolo dell'IBE e lo studio della vegetazione hanno permesso di scoprire un territorio popolato da numerose specie animali e vegetali tipiche degli ambienti semi-naturali di pianura. I campionamenti si sono susseguiti nell'arco temporale di tre mesi a partire dal mese di Aprile 2021 fino a Giugno 2021 e si sono concentrati nei corsi d'acqua riportati in Fig.15.

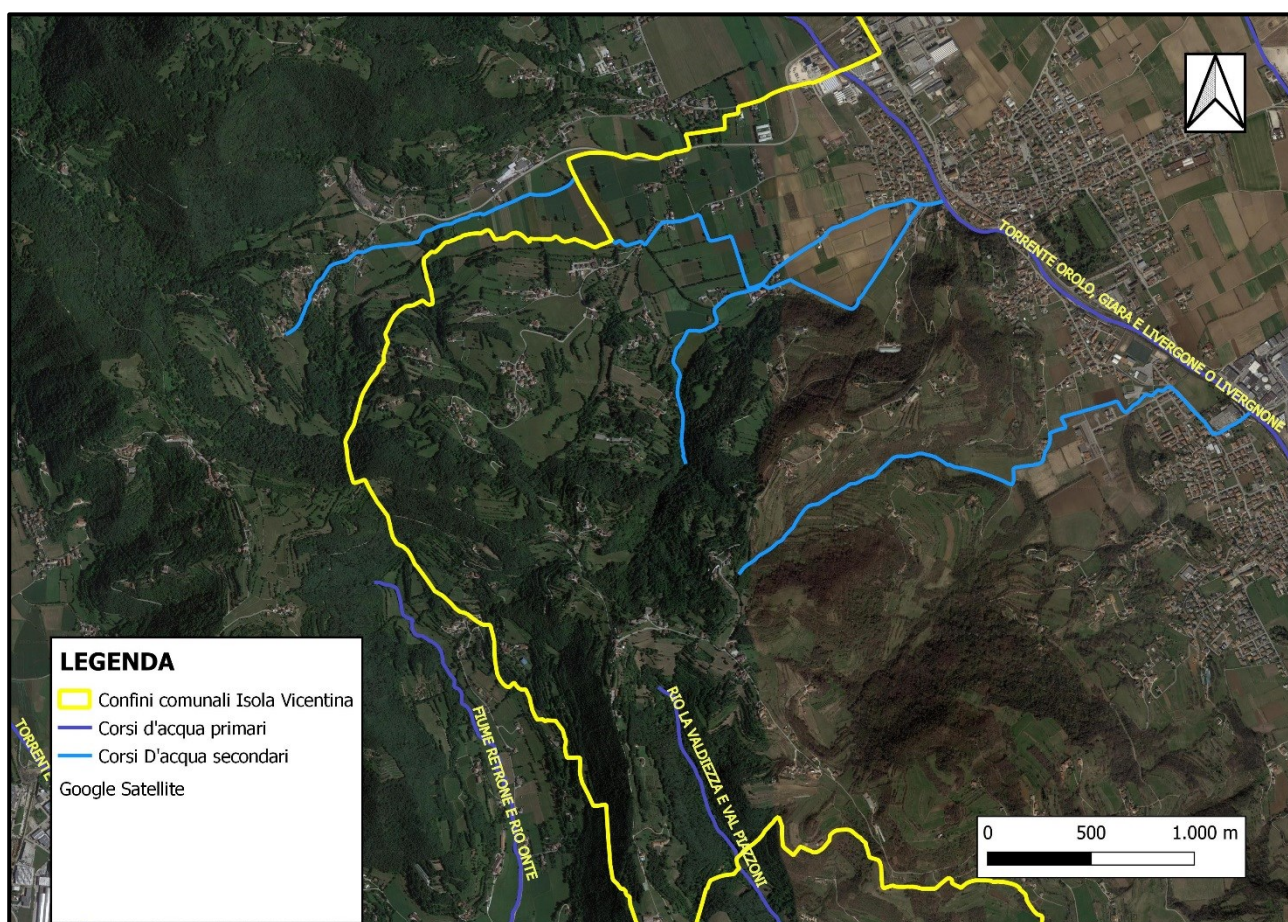


Figura 15 - Corsi d'acqua oggetto di monitoraggio

Nella tabella riportata qui sotto (Tab. 7), ne vengono mostrati i risultati:

Periodo	Temperatura (°C) (media)	pH (media)	Ossigeno disciolto (mg/L) (media)	Conducibilità (µS/cm) (media)	Indice Biotico Esteso (media)
Aprile	13,06	8,52	11,32	415	46,21
Maggio	15,31				<u>BUONO</u>
Vegetazione	Salix alba, Alnus glutinosa, Corylus avellana, Ranunculus fluvialis, Callitriche stagnalis, Elodea canadensis, Myosotis scorpioides, Nasturium officinale; Juncus effusus; Mentha spicata, Veronica anagallis aquatica, Lycoposus europeus				
Macroinvertebrati acquatici	Nematomorfi abbondanti, Oligocheti abbondanti, copepodi, le specie più abbondanti risultano essere anfipodi gammaridi, tricoteri, ditteri, gasteropodi, irudinei, chironomidi, isopodi, odonati, efemerotteri, emitteri, irudinei. Non è stato riscontrato alcun plecoterio.				
Altra fauna	Numerosi ghiozzi (alcune femmine con uova), giovani cavedani, rana verde, vaironi, barbo, Rodeo amaro, larve di salamandra, ovature rana di Lataste, ovature rospo, 1 sanguinerola, rana dalmatina, rana di lataste M adulto, trote fario, tritone alpestre				
Altre note	I primi tratti di alveo presentano corrente veloce e argini risezionati nella zona abitata sono emersi numerosi gammaridi e chironomidi rossi, segno di inquinamento delle acque. Spostandosi verso la zona collinare, le specie sensibili all'inquinamento sono aumentate, così anche gli anfibi e specie ittiche. Ciò è dovuto principalmente alla lontananza dal centro abitato, una maggiore copertura arborea che favorisce l'ombreggiamento, e la creazione di variegati habitat, una regimazione delle acque meno alterata e una morfologia fluviale semplice.				

Tabella 7 - Calcolo dell'IBE della Valtessera (Isola Vicentina)

Con riferimento alla qualità delle acque, si richiamano alcune considerazioni su due importanti parametri analizzati, l'ossigeno e la conducibilità elettrica. La quantità di ossigeno disciolto è correlata alla qualità e alla concentrazione delle sostanze organiche presenti, all'attività batterica e fotosintetica. Quando un corso d'acqua riceve scarichi di natura organica di origine antropica, zootecnica o industriale, l'ossigeno viene utilizzato nei processi di ossidazione delle sostanze inquinanti, fino a scomparire. In condizioni anossiche si hanno fenomeni fermentativi a opera di batteri anaerobi, con produzione di ammoniaca e acido solfidrico. Ne consegue che la misurazione dell'ossigeno è utile per comprendere il grado di inquinamento organico delle acque, che a concentrazioni elevate, potrebbe risultare fatale per il gambero di fiume. Il grado di conducibilità indica con immediatezza il grado di mineralizzazione delle acque e costituisce una misura indiretta del contenuto salino. Elevati valori di conducibilità potrebbero far pensare a una presenza di sali supplementari, derivanti da scarichi industriali o zootecnici. I valori emersi dal campionamento rientrano nei "range" di tollerabilità del gambero per quanto riguarda entrambi i parametri.

Di seguito verranno elencate le principali specie di fauna trovate durante il monitoraggio nei fossati della Valtessera.

PESCI

SANGUINEROLA (*Phoxinus phoxinus*): un tempo era il pesce più abbondante del Rio Valtessera e in altri rii con acque limpide e perenni (figura 16). E' una specie, tuttavia, molto sensibile all'inquinamento e risulta intensamente predata dalle trote (immesse per la pesca sportiva). E' ritenuta un importante bioindicatore per la qualità delle acque.



Figura 16- Sanguinerola (*Phoxinus phoxinus*). Foto Marco Vaona

GHIOZZO PADANO (*Padogobius bonellii*): questo caratteristico pesce è un parente di taglia minore dello Scazzone (figura 17). E' un tipico pesce di fondale che vive però nelle acque fresche e limpide dei torrenti e rii. L'unico requisito necessario alla sua vita è la presenza di massi e pietre tra i quali il Ghiozzo padano si rifugia e si riproduce. Anche questo pesce, come la Sanguinerola, ha subito un rapido declino.



Figura 17 - Ghiozzo padano (*Pagodobius bonellii*). Foto di Marco Vaona

CAVEDANO (*Squalius cephalus*): divenuto sempre più comune in seguito al peggioramento dell'acque. Ama acque lente e torbide e ben sopporta l'inquinamento. E' onnivoro e preda anche piccoli pesci. La sua diffusione potrebbe essere causa della scomparsa di numerose specie tra cui la Sanguinerola.

BARBO COMUNE (*Barbus plebejus*): è un pesce le cui caratteristiche evidenziano uno spiccato adattamento alla vita nelle acque correnti. Sebbene sia una specie ancora abbastanza comune, è minacciata dalle manomissioni degli alvei, con conseguente distruzione delle aree adatte alla riproduzione.

VAIRONE (*Telestes souffia muticellus*): le grandi squame e la taglia maggiore ben lo distinguono dalla Sanguinerola, con cui potrebbe essere confuso per la forma (figura 18). La specie è sensibile alle variazioni meteorologiche e il suo comportamento cambia durante la giornata in relazione all'ora e alla temperatura (durante le ore più calde cerca riparo nella vegetazione, mentre è più attivo nelle ore crepuscolari).



Figura 18 - Vairone (*Telestes souffia muticellus*). Foto di Marco Vaona

TROTA FARIO: è la trota più comune in Europa (figura 19). Si ritrova tipicamente nella parte superiore dei fiumi, con acque limpide, ben ossigenate e con una temperatura che non superi mai i 25 °C



Figura 19 - Trota Fario (*Salmo trutta fario*). Foto di Marco Vaona

RODEO AMARO (*Rhodeus amarus*): si rinviene nei corsi d'acqua a flusso lento, con molta vegetazione e substrati fangosi (figura 20). Utilizza molluschi bivalvi del generie Unio, per deporvi all'interno le uova.



Figura 20 - Rodeo amaro (*Rhodeus amarus*). Foto di Marco Vaona

ANFIBI

SALAMANDRA PEZZATA: (*Salamandra salamandra salamandra*): facilmente riconoscibile per la sua colorazione nera con vistose macchie gialle già dallo stadio larvale (figura 21). La pelle, liscia e lucente, è cosparsa da piccole ghiandole che secernono muco che ha una funzione battericida, riduce la disidratazione e ha un gusto repellente per gli eventuali predatori.

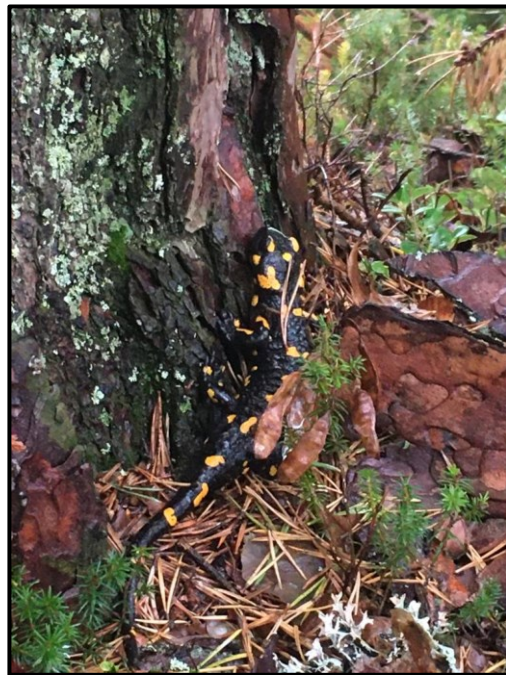


Figura 21 - Larva e adulto di Salamandra Pezzata, foto di Marco Vaona

TRITONE ALPESTRE (*Triturus alpestris alpestris*): il tritone alpestre maschio sfoggia, durante il periodo degli amori, una livrea molto appariscente: cresta dorsale giallastra con macchie nere, fianchi blu, ventre rosso arancione con una striscia di colore turchese e una fascia bianco-azzurrognola maculata di nero (figura 22). A Isola Vicentina il tritone alpestre sembra essere l'unica specie di tritone presente accertata. E' diffuso in tutto l'ambiente collinare e condivide molti siti di riproduzione con la Salamandra pezzata.



Figura 22 - Tritone alpestre maschio. Foto di Marco Vaona

ROSPO COMUNE (*Bufo bufo bufo*): è l'anfibio più grande d'Europa. Dietro agli occhi si distinguono le grosse ghiandole paratoidi che, in caso di aggressione, possono secernere un liquido viscoso molto tossico, in grado di provocare forti ulcerazioni alle mucose di eventuali predatori (anche dell'uomo). Caratteristica peculiare è il fatto che i girini appena nati regolano la durata della metamorfosi in base alla temperatura dell'acqua (più sarà calda, più veloce sarà la metamorfosi) (figura 23). Questo perché l'alta temperatura, è sintomo che la pozza si sta prosciugando.



Figura 23 - Ovature di rospo. Foto di Marco Vaona

RANA AGILE (*Rana dalmatina*): è leggermente più grande della rana di Lataste. Sulle tempie spicca la macchia marrone scura caratteristica delle Rane rosse al cui interno è situato il timpano, che nella Rana agile è posto molto vicino all'occhio e ha più o meno le sue stesse dimensioni (mentre nella Rana di Lataste è più lontano e più piccolo del diametro oculare). A Isola Vicentina la Rana dalmatina è ancora abbastanza comune (Figura 24), è presente soprattutto in collina e si riproduce specialmente nelle pozze e nei fossi.



Figura 24 - Rana agile (*Rana dalmatina*). Foto di Marco Vaona

RANA DI LATASTE (*Rana latastei*): molto simile alla Rana agile, la si può distinguere osservando il colore della gola e della porzione anteriore del ventre, scuro e marmorizzato, che lascia due visibili strisce chiare. La testa, se osservata di lato, è meno appiattita e appuntita di quella della Rana agile e la barra bianca posta sopra il labbro s'interrompe bruscamente sotto l'occhio (figura 25). Le zampe posteriori presentano bande scure. A differenza della Rana agile, però, la Rana di Lataste è specie tipica delle vaste pianure alluvionali, dove il livello della falda freatica è elevato. Sembra mostrare una predilezione per le acque leggermente correnti di fossati, e rii. A Isola, la Rana di Lataste è presente ma è molto più rara della Rana agile.



Figura 25 - Rana di Latase, foto di Marco Vaona

RETTILI

BISCIA O NATRICE DAL COLLARE (*Natrix natrix natrix*): la natrice dal collare è uno dei serpenti più comuni a Isola Vicentina. Caratteristiche sono le due bande chiare (solitamente gialle o biancastre) sulla nuca, che disegnano una sorta di collare (figura 26). Nella scelta dell'habitat è adattabile, purché vi sia disponibilità di nutrimento, di rifugi ove svernare e deporre le uova.



Figura 26 - Natrice dal collare, foto di Marco Vaona

ORBETTINO (*Anguis fragilis*): da molti erroneamente considerato un serpente è in realtà una lucertola, che nel corso dell'evoluzione ha perso gli arti (figura 27). Altra caratteristica che lo distingue dai serpenti è la presenza di palpebre che si chiudono, un minor numero di vertebre e una pelle più robusta.



Figura 27 - Orbettino (*Anguis fragilis*). Foto di Marco Vaona

MICRO E MACROINVERTEBRATI

Come detto nei precedenti capitoli, gli ambienti acquatici sono potenzialmente molto ricchi di forme animali. La complessità delle comunità dulcicole risulta ancora più complessa se consideriamo gli animali di più piccole dimensioni, come gli invertebrati acquatici. Questi organismi, assieme alle alghe, costituiscono una importante fonte di cibo di molte specie animali e risultano essere molto utili per conoscere il grado di disturbo di un ambiente acquatico. Infatti, di norma, un habitat acquatico ha una fauna bentonica tanto più complessa quanto è minore il suo grado di inquinamento. Per il calcolo dell'indice biotico dei corsi d'acqua, le specie rinvenute durante i campionamenti, risultano appartenere ai seguenti raggruppamenti e con le seguenti caratteristiche:

- 1) **NEMATODI E NEMATOMORFI**: sono organismi vermiformi, e si nutrono di batteri, di piante e detriti, ma possono anche essere predatori e parassiti di altri animali. I Nematomorfi, o Gordiacei, sono molto diversi dagli adulti e vivono come parassiti all'interno di altri invertebrati acquatici
- 2) **IRUDINEI O SANGUISUGHE**: le due specie più presenti, *Haemopsis sanguisuga* e *Hirudo medicinalis*, si nutrono rispettivamente di piccoli invertebrati che solitamente inghiottono interi e di sangue di vertebrati. Alcune sanguisughe, più piccole, possono essere parassite di anfibi e pesci.
- 3) **OLIGOCHETI**: negli habitat acquatici, gli oligocheti sono detritivori e possono vivere in carenza di ossigeno
- 4) **MOLLUSCHI**: i molluschi d'acqua dolce appartengono ai Gasteropodi (conchiglia a spirale, tipicamente raschiatori, si possono nutrire di microalghe e piante acquatiche) e ai Bivalvi (doppia conchiglia, filtrano l'acqua da cui trattengono nutrimento e ossigeno)
- 5) **ISOPODI**: sono piccoli crostacei, tipici di acque stagnanti, ricche di detriti, sono in grado di resistere anche in presenza di inquinanti organici. In

queste situazioni di inquinamento Isopodi del genere *Asellus*=*Asellidi*, spesso prosperano formando grandi colonie.

- 6) **ANFIPODI**: colonizzano stagni ricchi di piante e microalghe e la parte inferiore dei corsi d'acqua con velocità non eccessiva. Gli anfipodi più comuni sono Gammaridi, i quali costituiscono un anello importante nella catena alimentare di molti organismi, tra cui pesci e anfibi
- 7) **EFEMEROTTERI**: sono insetti a metamorfosi incompleta; sono caratterizzati da forme giovanili simili a quella adulta (eccezion fatta per la mancanza delle ali). Sono emimetaboli in quanto le forme giovanili vivono in ambiente acquatico, mentre gli adulti hanno vita aerea.
- 8) **ODONATI**: detti comunemente libellule (Anisotteri) e Donzelle (Zigotteri). Sono emimetaboli in quanto gli stadi giovani (neanidi o ninfe) vivono nell'acqua, mentre gli adulti sono abilissimi volatori e predatori diurni.
- 9) **EMITTERI ACQUATICI**: sono detti comunemente cimici. Questo ordine di insetti ha diverse famiglie a vita acquatica (Notonette, Nepe), mentre altre si muovono sulla superficie dell'acqua, sfruttandone la tensione superficiale (Gerridi, Idrometre).
- 10) **PLECOTTERI**: sono un ordine di insetti primitivi, composto da almeno 2000 specie. Sono insetti eterometaboli emimetaboli, cioè con metamorfosi incompleta e forme giovanili legate all'ambiente acquatico. Durante la vita adulta i plecoteri vivono vicino all'acqua e si nutrono principalmente di alghe e licheni. E' stato ampiamente dimostrato che gli stadi giovanili, necessitano di acque fredde e ben ossigenate per la loro sopravvivenza e che sono quindi sensibili alle alterazioni causate dall'uomo. Per questo motivo sono ritenuti degli ottimi bioindicatori dei corsi d'acqua.



Figura 28 - Plecottero Perlide. Foto di Marco Vaona

11) **TRICOTTERI:** sono insetti a metamorfosi completa come i Lepidotteri, i Coleotteri, gli Imenotteri e i Ditteri e sono detti propriamente olometaboli. Questi insetti hanno larve molto diverse dagli adulti. Per proteggersi dai predatori costruiscono un astuccio attorno al corpo con qualsiasi materiale disponibile (piccoli sassi o legno) tenuti insieme da un filo appiccicoso.

Durante il monitoraggio della zona planiziale, contemporaneamente alla ricerca del gambero autoctono si è proceduto alla ricerca a vista e tramite retino a maglie strette, della specie *Procambarus clarkii*. Sono infatti pervenute segnalazioni di appassionati naturalisti della presenza del gambero alloctono nelle zone limitrofe al territorio di Isola Vicentina (in un raggio di 10 km), ma nei rii principali e nei fossati secondari oggetto di indagine non ne è stata fortunatamente ritrovata traccia.

4.2 ANALISI CHIMICA DELLE ACQUE IN PIANURA.

Per una maggiore chiarezza sullo stato chimico delle acque del territorio si sono analizzati i parametri provenienti dalle stazioni N. 471 posta sul torrente Valtessera e N. 1150 (Figura 29) posta sul torrente Giara-Orolo (acque di falda). I codici stazione sono quelli riportati da Arpav che ha eseguito le misurazioni. L'analisi chimica delle acque rappresenta un importante strumento conoscitivo per comprendere se l'habitat possa essere favorevole per la sopravvivenza del gambero oppure se può essere una causa della sua scomparsa, oppure se vi possono essere le condizioni per un possibile ripopolamento. La qualità delle acque sotterranee può essere influenzata sia dalla presenza di sostanze inquinanti attribuibili principalmente ad attività antropiche, sia dalla presenza di sostanze di origine naturale (ad esempio ione ammonio, ferro, manganese, arsenico). La qualità dell'acqua prelevata dal sito di monitoraggio è classificata come buona se tutte le sostanze sono presenti in concentrazioni inferiori agli standard numerici riportati nel Dlgs. 152/2006 smi, allegato 2, parte terza tavole 1/B e 1/C. Infatti, le regioni effettuano la designazione delle acque dolci che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci e dei molluschi. In particolare, le acque designate e classificate ai sensi dell'art. 84 si considerano idonee alla vita dei pesci se rispondono ai requisiti riportati nella tabella 1/B dell'Allegato 2, alla parte terza. Se dai campionamenti risultasse che non sono rispettati uno o più valori dei parametri riportati, le autorità competenti accertano se il fenomeno è dovuto a fenomeni naturali a causa fortuita, ad apporti inquinanti o a eccessivi prelievi e dispongono le misure appropriate. Gli otto metalli presi in considerazione nella seguente tabella risultano più o meno tossici verso la fauna acquatica. Alcuni di essi (As, Hg, Pb, etc.) hanno anche la capacità di bioaccumularsi su pesci commestibili. La tossicità è spesso attenuata dalla durezza, quindi i valori riportati nella tab. 20, mettono in relazione le soglie accettabili di metalli pesanti con "range" di durezza dell'acqua variabile tra <50

e >250 mg/L. La durezza misurata dall'anno 2010 al 2019 a Isola Vicentina è riportata nella tab. 8 e i valori di metalli pesanti sono riportati nella tab. 10.



Figura 29 - Stazioni di rilevamento Arpav

ANNO	BACINO IDROGRAFICO	FIUME	Codice Staz	Durezza Totale (CaCO3) mg/l
2019	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	235
2019	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	208
2019	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	177
2019	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	287
ANNO	BACINO IDROGRAFICO	FIUME	Codice Staz	Durezza Totale (CaCO3) mg/l
2018	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	293
2018	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	279,0390947
2018	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	237
2018	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	229
ANNO	BACINO IDROGRAFICO	FIUME	Codice Staz	Durezza Totale (CaCO3) mg/l
2017	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	294
2017	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	269
2017	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	243
2017	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	278
ANNO	BACINO IDROGRAFICO	FIUME	Codice Staz	Durezza Totale (CaCO3) mg/l
2016	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	218
2016	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	238
2016	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	281
2016	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	262
ANNO	BACINO IDROGRAFICO	FIUME	Codice Staz	Durezza Totale (CaCO3) mg/l
2015	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	297
2015	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	265
2015	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	257
2015	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	291
ANNO	BACINO IDROGRAFICO	FIUME	Codice Staz	Durezza Totale (CaCO3) mg/l
2014	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	291
2014	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	255
2014	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	272
2014	BACCHIGLIONE	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	229
ANNO	BACINO IDROGRAFICO	FIUME	Codice Staz	Durezza Totale (CaCO3) mg/l
2013	BACCHIGLIONE	TORRENTE VALTESSERA	471	204
2013	BACCHIGLIONE	TORRENTE VALTESSERA	471	
ANNO	BACINO IDROGRAFICO	FIUME	Codice Staz	Durezza Totale (CaCO3) mg/l
2012	BACCHIGLIONE	TORRENTE VALTESSERA	471	235
2012	BACCHIGLIONE	TORRENTE VALTESSERA	471	242
ANNO	BACINO IDROGRAFICO	FIUME	Codice Staz	Durezza Totale (CaCO3) mg/l
2011	BACCHIGLIONE	TORRENTE VALTESSERA	471	209
2011	BACCHIGLIONE	TORRENTE VALTESSERA	471	246
ANNO	BACINO IDROGRAFICO	FIUME	Codice Staz	Durezza Totale (CaCO3) mg/l
2010	BACCHIGLIONE	TORRENTE VALTESSERA	471	222
2010	BACCHIGLIONE	TORRENTE VALTESSERA	471	231

Tabella 8 - Dati di durezza totale nelle acque di Isola Vicentina, fonte Arpav.

PARAMETRI	DUREZZA DELL'ACQUA (mg/L di CaCO ₃)					
	<50	50-99	100-149	150-199	200-250	>250
Arsenico	50	50	50	50	50	50
Cadmio totale	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Cromo	5	10	20	20	50	50
Mercurio	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Nichel	25	50	75	75	100	100
Piombo	4	10	10	20	20	20
Rame	5	22	40	40	40	112
Zinco	30	200	300	300	300	500

Tabella 9 - Soglie di metalli pesanti (mg/l) in relazione alla durezza dell'acqua. Fonte dlgs. 152/2006, allegato 2, parte terza.

ANNO	FIUME	STAZIONE	(As) mg/L	(Cd) mg/L	(Cr) mg/L	(Hg) mg/L	(Ni) mg/L	(Pb) mg/L	(Cu) mg/L	(Zn) mg/L
2020	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<1	<0,2	4	0,6		
2020	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<1	<0,2	5	0,5		
2020	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<1	<0,2	4	<0,4		
2020	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<1	<0,2	2	<0,4		
2019	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<1	<0,2	<1	<0,4		
2019	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	1	<0,2	1	<0,4		
2019	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<1	<0,2	3	0,7		
2019	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<1	<0,2	5	0,4		
2018	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<1	<0,2	6	1		
2018	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<1	<0,2	6	0,7		
2018	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<1	<0,2	8	<0,4		
2018	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<1	<0,2	10	0,5		
2017	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<1	<0,2	5	1		<30
2017	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<1	<0,2	10	<0,4	<2	<30
2017	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<1	<0,2	<1	<0,4	<2	<30
2017	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<1	<0,2	7	<0,4	<2	<30
2016	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<5	<0,2	<5	<2		<30
2016	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<5	<0,2	<5	<2		<30
2016	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<5	<0,2	9	<2		<30
2016	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<5	<0,2	8	<2		<30
2015	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<5	<0,01	<5	<2		<30
2015	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	6	<0,01	<5	<2		40
2015	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<5	<0,01	<5	<2		<30
2015	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<5	<0,01	6	<2		<30
2014	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	6	<1	<5	2		58
2014	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<5	<1	10	<2		<30
2014	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<5	<1	<5	<2		<30
2014	TORRENTE GIARA - OROLO	1150	<2	<0,1	<5	<1	<5	<2		<30
2013	TORRENTE VALTESSERA	471	0,2		<1		1,3	<1	<1	
2013	TORRENTE VALTESSERA	471	<2	<0,1	<5	<1	<5	<2	<2	<30
2012	TORRENTE VALTESSERA	471	0,8		1,6		1,5	<1	1,4	
2012	TORRENTE VALTESSERA	471	0,8		1,1		1,4	<1	1,2	
2012	TORRENTE VALTESSERA	471	0,8		1,6		1,5	<1	1,4	
2012	TORRENTE VALTESSERA	471	0,8		1,1		1,4	<1	1,2	
2011	TORRENTE VALTESSERA	471	0,3		<1		1,4	<1	<1	
2011	TORRENTE VALTESSERA	471	1,1		<1		2,7	<1	<1	
2010	TORRENTE VALTESSERA	471	0,3	<0,7	1	<0,1	1,9	<1	1,2	<10
2010	TORRENTE VALTESSERA	471	0,4		1,8		1,3	<1	<1	

Tabella 10 - Concentrazione di metalli pesanti nel torrente Giara-Orolo (Isola Vicentina). Fonte Arpav

Dai dati riportati in tabella 10, non si evidenziano valori di metalli pesanti potenzialmente dannosi. Solo lo Zn ha evidenziato valori superiori a 30 mg/L, che, tuttavia, in condizioni di elevata durezza totale dell'acqua possono aumentare notevolmente prima di raggiungere i valori soglia tollerabili (tabella 9).

4.3 MONITORAGGIO IN AMBIENTE COLLINARE

Il monitoraggio eseguito sulle colline adiacenti il paese di Isola Vicentina (Vallugana Bassa, Loc. Torreselle, Bosco della Guizza) ha visto il susseguirsi di una fase preparatoria e di una fase operativa. Nella prima fase ci si è focalizzati sulla decisione di quali siti analizzare, scelti successivamente in base alla letteratura e grazie alle informazioni di enti pubblici (Ufficio Caccia e Pesca di Vicenza) e di naturalisti. Sulla base delle informazioni rinvenute, sono stati individuati 8 transetti, con caratteristiche ambientali molto simili fra loro, dove in passato risultava la presenza di *A. pallipes*. In fase operativa sono state eseguite 14 uscite, svoltesi in orari notturni, come consigliato da ISPRA. Le indagini sono state standardizzate, ripetute nello stesso arco temporale (circa 4 ore), procedendo al conteggio della specie lungo tutto il percorso dei ruscelli, utilizzando sempre due operatori. Nel 2021 sono state condotte 7 uscite così come nel 2022. In particolare, durante il primo anno le indagini sono state svolte nei mesi di Agosto e Settembre, periodo di massima attività del gambero di fiume, mentre nel secondo anno le uscite sono state eseguite ad Aprile e Maggio, per verificare l'avvenuta riproduzione della specie. In questo lavoro viene presentata l'area di progetto (Fig. 30) ma non viene indicata l'esatta posizione delle popolazioni di *A. pallipes*, come consigliato da ISPRA, onde evitare l'utilizzo di precise localizzazioni per scopi non consentiti dalla legge.

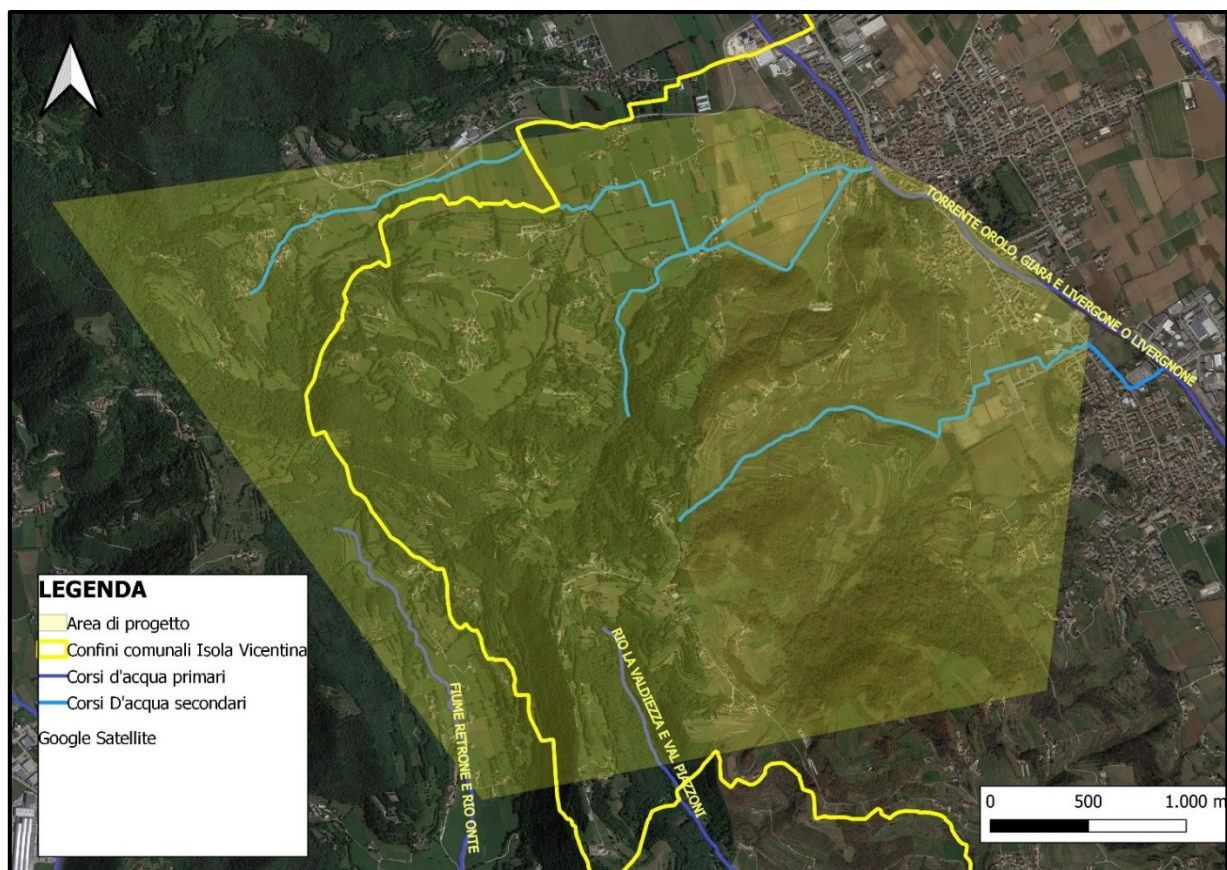


Figura 30 – Area di studio, Isola Vicentina, elaborazione GIS

Di seguito viene presentato un elenco dettagliato dei transetti oggetto di indagine, indicando i principali parametri chimico-fisici delle acque, l'analisi della vegetazione e i dati biometrici dei gamberi campionati.

TRANSETTO 1

Lunghezza: 547 m

Nel primo transetto sono stati effettuati due campionamenti IBE lungo il tratto del ruscello; uno a valle (1 misurazione) e uno più a monte (2 misurazione). Il campionamento è stato eseguito in due anni successivi per verificare eventuali variazioni della comunità bentonica e l'eventuale presenza di *Austropotamobius pallipes*. Il sito si presenta con discreti caratteri di naturalità ma è vicino a una strada comunale, con adiacente un sentiero escursionistico percorso da poche persone. Il monitoraggio non ha rilevato la presenza di

gambero di fiume, tantomeno di gambero americano. I risultati del campionamento IBE sono presentati nella tabella qui sotto riportata (Tab. 11):

DATI DELL' INDICE BIOTICO ESTESO

	Periodo	Temperatura (°C) (puntuale)	pH (puntuale)	IBE (media anni 2021- 2022)
1 misurazione	28/08/2021	13,7	8,13	46 (BUONO)
	29/04/2022	11,2	7,87	
2 misurazione	28/08/2021	13,9	7,78	46 (BUONO)
	29/04/2022	11,1	7,85	
Vegetazione	Boscaglia di latifoglie, <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Salix purpurea</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Juncus effusus</i> , <i>Ruscus aculeatus</i>			
Macroinvertebrati acquatici	Ninfe di Efemerotteri; Ninfe di Tricotteri Emitteri acquatici Anfipodi Gasteropodi Oligocheti Irudinei acquatici Chironomidi rossi Coleotteri acquatici (larve ed adulti) Non è stata rilevata la presenza di plecoteri. TOTALE TAXA = 9			
Altra fauna	Natrice dal collare (3), rana verde, rana dalmatina			
Note	La larghezza del tratto fluviale è di 1-2 m, la vegetazione prevalente è erbacea igrofila, la morfologia fluviale semplice e il regime idrico in parte artificiale (regolato da un fontanile a monte)			

Tabella 11 - Dati IBE primo transetto

TRANSETTO 2

Il sito si presenta con elevati caratteri di naturalità, lontano da strade e abitazioni. E' regimato da una risorgiva naturale a monte. Il tratto interessato dal campionamento è lungo 976 m ed è stato percorso interamente con lo scopo di contare il maggior numero di gamberi di fiume. Per quel che riguarda il calcolo dell'IBE sono state eseguiti due campionamenti, uno a valle e uno a monte, nell'arco di due stagioni, per verificare eventuali variazioni della comunità bentonica. Il transetto n. 2 ha dato segni di presenza di un'abbondante popolazione di *A. pallipes* come riportato nelle tabelle 13 e 14. Sono stati riportati il numero totale di individui rinvenuti, classificandoli in adulti e giovani, maschi, femmine e non classificati (NC), in quanto non è stato possibile catturarli e quindi procedere con il sessaggio e rilievo dei parametri biometrici. E' stata calcolata la media dei pesi, delle lunghezze del corpo, delle chele e del torace (distinguendo tra maschi e femmine) e i relativi massimi metrici misurati.

DATI DELL'INDICE BIOTICO ESTESO

	Periodo	Temperatura (°C) (puntuale)	pH (puntuale)	IBE (media anni 2021-2022)
1 punto di campionamento	28/08/2021	14,8	8,09	53 (BUONO)
	29/04/2022	11,2	8,21	
2 punto di campionamento	28/08/2021	14,4	7,65	58 (BUONO)
	29/04/2022	10,9	7,82	
Vegetazione	Bosco di latifoglie, <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Castanea sativa</i> , <i>Juglans regia</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Berula erecta</i> , <i>Sparganium emersum</i> , <i>Limnea ranina</i> , <i>ceratophyllum demersum</i> ,			
Macroinvertebrati acquatici	Ninfe di Plecotteri Ninfe di Efemerotteri; Ninfe di Tricotteri Planarie Emitteri acquatici Anfipodi Gasteropodi Bivalvi Isopodi Oligocheti Irudinei acquatici Chironomidi rossi Coleotteri acquatici (larve ed adulti) TOTALE TAXA =13			
Altra fauna	Natrice dal collare (1), rana verde, moltissime larve di salamandra pezzata, 5 adulti di salamandra pezzata			
Note	La larghezza del tratto fluviale è di 1-2 m, la vegetazione prevalente è erbacea igrofila, la morfologia fluviale semplice e il regime idrico in parte artificiale (regolato da un fontanile a monte)			

Tabella 12 - Dati dell'Indice Biotico Esteso, secondo transetto

DATI GAMBERI – 1° CONTEGGIO - ANNO 2021

Lunghezza transetto: 976 m

Durata campionamento: dalle 21.00 alle 01.00

	Femmine adulte	Maschi adulti	Giovani	N.C
N. totale	16	25	6	1
Peso (media) (g)	12,67	11,33	/	/
Lunghezza intera (media) (cm)	6,46	5,69	/	/
Lunghezza chele (media) (cm)	2,83	2,37	/	/
Lunghezza torace (media) (cm)	0,95	0,99	/	/

Tabella 13 - Dati gamberi, primo conteggio, anno 2021.

I valori massimi registrati per gli individui femmina adulti sono:

- Peso (g): 21,54
- Lunghezza (cm): 8,8
- Lunghezza chele (cm): 3,3
- Lunghezza torace (cm): 1,6

I valori massimi registrati per gli individui maschi adulti sono:

- Peso (g): 28,77
- Lunghezza (cm): 9,5
- Lunghezza chele (cm): 5,1
- Lunghezza torace (cm): 1,8

Sono stati rinvenuti 4 individui con una chela (1 F, 2 M, 1 piccolo)

Nel primo rilievo sono stati conteggiati 48 individui (tra adulti e giovani), con un rapporto maschi/femmine (sex ratio) che vede gli esemplari femmina al 33,3%, gli esemplari maschi al 52%, i giovani al 12,5% e il 2,08% non classificati. Le femmine sono risultate più pesanti dei maschi e con una lunghezza totale, lunghezza delle chele e lunghezza del torace maggiore. Il risultato della lunghezza delle chele appare in contrasto con quanto presente in letteratura; trattandosi di un campione di limitata dimensione numerica i motivi di tale esito possono essere diversi. Esso è dovuto probabilmente al conteggio di una percentuale maggiore di femmine di grosse dimensioni. Tuttavia, i parametri metrici massimi registrati confermano che l'individuo più pesante e più lungo era un maschio.

DATI GAMBERI – 2° CONTEGGIO ANNO 2021

Lunghezza transetto: 976 m

Durata campionamento: dalle 21.00 alle 01.00

	Femmine	Maschi	Giovani	N.C
N. totale	38	26	12	6
Peso (media)	12,3	14,03	/	/
Lunghezza intera (media) (cm)	6,7	6,47	/	/
Lunghezza chele (media) (cm)	2,05	2,46	/	/
Lunghezza torace (media) (cm)	1,13	1,19	/	/

Tabella 14 - Dati gamberi, secondo conteggio, anno 2021.

I valori massimi registrati per gli individui femmina adulti sono:

- Peso (g): 22,54
- Lunghezza (cm): 10
- Lunghezza chele (cm): 3,2
- Lunghezza torace (cm): 1,8

I valori massimi metrici appartengono a individui differenti

I valori massimi registrati per gli individui maschi adulti sono:

- Peso (g): 29,01
- Lunghezza (cm): 10
- Lunghezza chele (cm): 5
- Lunghezza torace (cm): 2

Sono stati rilevati 3 individui morti e altri tre individui con una sola chela (1 F, 2 M).

Nel secondo rilievo sono stati rinvenuti 82 esemplari, numero molto maggiore rispetto al precedente; ciò è dovuto probabilmente a condizioni meteo più favorevoli. Sono state contate 38 femmine (46,34%), 26 maschi (31,70%), 12 giovani (14,63%) e 6 individui non classificati (7,31). I risultati dei parametri metrici, questa volta, hanno confermato un peso maggiore nei maschi, una lunghezza totale simile, una lunghezza del torace leggermente maggiore nei maschi ed una lunghezza delle chele maggiore nei maschi.

DATI GAMBERI – 1° CONTEGGIO ANNO 2022

Nel 2022 tra Aprile e Maggio si è proceduto a un secondo monitoraggio con l'obiettivo di verificare anche l'avvenuta riproduzione dei gamberi di fiume.

Anche in questo caso sono stati eseguiti due monitoraggi, a distanza di due-tre settimane uno dall'altro.

Lunghezza transetto: 976 m

Durata campionamento: 4 ore dalle 21.00 alle 01.00

	Femmine	Maschi	Giovani	N.C
N. totale	6	7	12	4
Peso (media)	12,73	11,52	/	/
Lunghezza intera (media) (cm)	6,47	5,77	/	/
Lunghezza chele (media) (cm)	1,92	2,14	/	/
Lunghezza torace (media) (cm)	1,0	0,80	/	/

Tabella 15 - Dati gambero, primo conteggio, anno 2022

I valori massimi registrati per gli individui femmina adulti sono:

- Peso (g): 17,88
- Lunghezza (cm): 7,5
- Lunghezza chele (cm): 3
- Lunghezza torace (cm): 1,4

I valori massimi registrati per gli individui maschi adulti sono:

- Peso (g): 21,13
- Lunghezza (cm): 9
- Lunghezza chele (cm): 3,4
- Lunghezza torace (cm): 1

Sono stati rinvenute 6 femmine (15%), 7 maschi (17,5%), 12 giovani (30%) e 4 non classificati (10%). I risultati dei parametri medi ha evidenziato, come già accaduto nel primo conteggio del 2021, un peso e una lunghezza tendenzialmente maggiori nelle femmine, in contrasto con quanto detto da Bertocchi et al., 2008. Sono state trovate anche 4 esuvie e 1 esemplare predato.

DATI GAMBERI – 2° CONTEGGIO – ANNO 2022

Lunghezza transetto: 976 m

Durata campionamento: 4 ore dalle 21.00 alle 1.00

	Femmine	Maschi	Giovani	N.C
N. totale	13	12	16	3
Peso (media)	11,58	13,59	/	/
Lunghezza intera (media) (cm)	6,35	6,36	/	/
Lunghezza chele (media) (cm)	1,99	2,28	/	/
Lunghezza torace (media) (cm)	1,10	1,17	/	/

Tabella 16 - Dati gamberi, secondo conteggio, anno 2022

I valori massimi registrati per gli individui femmina adulti sono:

- Peso (g): 20,46
- Lunghezza (cm): 9,2
- Lunghezza chele (cm): 3,2
- Lunghezza torace (cm): 1,8

I valori massimi registrati per gli individui maschi adulti sono:

- Peso (g): 20,35

- Lunghezza (cm): 8,6
- Lunghezza chele (cm): 4,8
- Lunghezza torace (cm): 1,8

Nel secondo rilievo sono stati rinvenuti 44 esemplari di cui 13 femmine (29,54%), 12 maschi (27,27%), 16 giovani (36,36%) e 3 individui non classificati (6,81%). I risultati dei parametri metrici hanno confermato dimensioni maggiori nei maschi rispetto alle femmine. Importante segnalare il conteggio di 16 giovani, segno di una riproduzione avvenuta con successo. Un individuo femmina e un individuo maschio inoltre presentavano una sola chela.

TRANSETTO 3

Il transetto n. 3 si trova in una zona semi-naturale, che ha risentito, però, negli ultimi anni di un forte impatto antropico. Adiacente ad esso, infatti, sono stati eseguiti dei lavori per la “Pedemontana”, una galleria che si sviluppa all’interno della collina e che inizia proprio a Isola Vicentina per arrivare in Valdagno. Il primo tratto si snoda in due corsi d’acqua di piccole dimensioni alimentato da una sorgiva a valle. Il tratto più a monte, dove sono stati rinvenuti individui di *A. pallipes*, è alimentato da un’altra risorgiva indipendente dall’altra e che non confluisce in quella più a valle, ma si perde qualche metro prima. In questo transetto i risultati sono discordanti in quanto il numero di taxa rilevati durante il campionamento IBE è elevato, ma è stata notata la presenza di molti individui deboli o morti, con fisiologie simili a quelle causate dal fungo *Aphanomices astacii*. Per questo motivo è stato ritenuto opportuno eseguire solamente un rilievo nel 2021 e un altro rilievo di controllo nel 2022, per non creare ulteriori squilibri all’habitat. L’Ufficio Caccia e Pesca della Provincia di Vicenza è stato avvertito di questa problematica e in futuro eseguirà le verifiche di laboratorio necessarie.

DATI DELL'INDICE BIOTICO ESTESO

	Periodo	Temperatura (°C) (puntuale)	pH (puntuale)	IBE (media anni 2021-2022)
1 punto di campionamento	29/08/2021	16	8,12	44 (BUONO)
	10/05/2022	11,4	8,02	
2 punto di campionamento	29/08/2021	14,9	7,8	59 (BUONO)
	10/05/2022	11,8	7,65	
Vegetazione	Bosco di latifoglie, <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Juglans regia</i> , <i>Castanea Sativa</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Sambucus nigra</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> <i>Thypa latifolia</i> , <i>Spaganium erectum</i> , <i>Lemna minor</i> , <i>Bidens tripartita</i> , <i>Nasturtium officinale</i>			
Macroinvertebrati acquatici	Ninfe di Plecotteri Ninfe di Efemerotteri; Ninfe di Tricotteri Planarie Emitteri acquatici Anfipodi Larve di Ditteri (esclusi Chironomidi rossi) Gasteropodi Bivalvi Isopodi Oligocheti Irudinei acquatici Chironomidi rossi Coleotteri acquatici (larve ed adulti) TOTALE TAXA =14			
Altra fauna	Bombice dell'ailanto, rana di Lataste			
Note	La larghezza del tratto fluviale è di 1-2 m, la vegetazione prevalente è erbacea igrofila con grossa componente arborea ripariale, la morfologia fluviale semplice e il regime idrico naturale non alterato.			

Tabella 17 - Dati gamberi, terzo transetto, anno 2021

DATI GAMBERI - 1° CONTEGGIO ANNO 2021

Lunghezza transetto: 1006 m

Durata campionamento: 4 ore dalle 21.00 alle 01.00

	Femmine adulte	Maschi adulti	Giovani	N.C
N. totale	8	9	3	7
Peso (media) (g)	15,21	14,46	/	/
Lunghezza intera (media) (cm)	6,36	6,6	/	/
Lunghezza chele (media) (cm)	2,6	3,32	/	/
Lunghezza torace (media) (cm)	1,2	1,15	/	/

Tabella 18 - Dati dell'Indice Biotico Esteso, terzo transetto

I valori massimi registrati per gli individui femmina adulti sono:

- Peso (g): 21
- Lunghezza (cm): 8,5
- Lunghezza chele (cm): 3,2
- Lunghezza torace (cm): 1,8

I valori massimi registrati per gli individui maschi adulti sono:

- Peso (g): 28,5
- Lunghezza (cm): 10
- Lunghezza chele (cm): 6
- Lunghezza torace (cm): 2,3

Note: 4 femmine adulte su 8 sono state rinvenute morte (50%); 5 maschi adulti su 9 sono stati rinvenuti morti (55%); 4 esemplari non classificati su 7 (57%) sono stati rinvenuti morti (il sessaggio non è risultato possibile a causa di mancanza di arti e appendici genitali).

DATI GAMBERI - 2° CONTEGGIO ANNO 2022

Lunghezza: 1006 m

Durata: 4 ore dalle 21.00 alle 01.00

	Femmine adulte	Maschi adulti	Giovani	N.C
N. totale	2	4	1	/
Peso (media) (g)	8,79	10,68	/	/
Lunghezza intera (media) (cm)	6,38	6,6	/	/
Lunghezza chele (media) (cm)	1,75	3,05	/	/
Lunghezza torace (media) (cm)	1,05	1,13	/	/

Tabella 19 - Dati gamberi, terzo transetto, anno 2022

I valori massimi registrati per gli individui femmina adulti sono:

- Peso (g): 12,14
- Lunghezza (cm): 6,3
- Lunghezza chele (cm): 2
- Lunghezza torace (cm): 1,1

I valori massimi registrati per gli individui maschi adulti sono:

- Peso (g): 20,85
- Lunghezza (cm): 10,5
- Lunghezza chele (cm): 6
- Lunghezza torace (cm): 2

Nel 2022 sono stati rinvenuti solamente 7 esemplari di cui 2 femmine (28,57%), 4 maschi (57,14%) e un giovane (14,28%). Ciò fa ritenere con le dovute cautele che quanto presupposto per il 2021 fosse vero. Infatti, gli individui sono stati trovati solamente in una pozza a monte del ruscello, mentre nel tratto a valle non ne è stata riscontrata la presenza. La peste del gambero nei corsi d'acqua si diffonde rapidamente lungo la direzione del flusso mentre è più lenta la propagazione controcorrente. Raramente individui sensibili possono essere rinvenuti dopo un episodio di peste, se ciò si verifica si deve ad una mancata esposizione del patogeno. Quanto la malattia si manifesta in una nuova area, la popolazione astacicola presenta elevatissima e rapida mortalità. La morte di tutti i gamberi si verifica entro 6-10 giorni (Unesteam & Weiss, 1970; Alderman et al., 1987).

TRANSETTO 4

Il sito si trova in una zona semi-naturale, a cui si accede attraverso una strada sterrata su cui passano alcuni mezzi da lavoro. Infatti, alla fine del torrente si trova un fabbricato dove vengono prodotti materiali per lavorazioni agricole. Il corso d'acqua si trova ad un livello idrico preoccupante per la sopravvivenza delle specie bentoniche e dulcacquicole. Probabilmente a causa della scarsità di acqua non sono state rinvenute popolazioni di *A. pallipes*. Il corso d'acqua è

di origine naturale (vi è una risorgiva a monte), ma vi sono captazioni idriche a valle per utilizzo agricolo e industriale.

DATI DELL'INDICE BIOTICO ESTESO

	Periodo	Temperatura (°C) (puntuale)	pH (puntuale)	IBE (media anni 2021-2022)
1 punto di campionamento	4/09/2021	15,8	7,7	43 (SUFFICIENTE)
	29/04/2022	12,3	7,86	
2 punto di campionamento	4/09/2021	15,2	7,6	33 (SUFFICIENTE)
	29/04/2022	12,4	7,54	
Vegetazione	Bosco di latifoglie, <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Sambucus nigra</i> , diatomee			
Macroinvertebrati acquatici	Emitteri acquatici Anfipodi Larve di Ditteri (esclusi Chironomidi rossi) Isopodi Oligocheti Chironomidi rossi Coleotteri acquatici (larve ed adulti) TOTALE TAXA = 7			
Altra fauna	Rana verde, salamandra pezzata, larve di salamandra			
Note	La larghezza del tratto fluviale è di 1-2 m, la vegetazione prevalente è arbustiva ripariale con poca componente arborea, la morfologia fluviale è irregolare e il regime idrico naturale non alterato.			

Tabella 20 - Dati dell'Indice Biotico Esteso, quarto transetto.

TRANSETTO 6

Il transetto n. 6 si sviluppa inizialmente lungo una strada provinciale per poi alzarsi verso la zona collinare dove assume carattere torrentizio con presenza di numerosi riffle and pools. Anche la portata dell'acqua risulta maggiore rispetto agli altri siti monitorati. Queste caratteristiche lo predispongono ad essere un ottimo sito ove ospitare popolazioni di gambero di fiume. Anche il livello idrico risulta essere maggiore con zone dove la profondità dell'acqua arriva anche ai 70 cm. Al contrario di quanto si potrebbe pensare, non è stata rinvenuta alcuna popolazione di *A. pallipes* probabilmente a causa della presenza di particolari specie ittiche nel corso d'acqua.

Lunghezza transetto: 1389 m

Durata campionamento: 4 ore dalle 21.00 alle 1.00

DATI DELL'INDICE BIOTICO ESTESO

	Periodo	Temperatura (°C) (puntuale)	pH (puntuale)	IBE (media anni 2021-2022)
1 punto di campionamento	29/08/2021	16	8,12	63 (OTTIMO)
	10/05/2022	11,4	8,02	
2 punto di campionamento	29/08/2021	14,9	7,8	63 (OTTIMO)
	10/05/2022	11,8	7,65	
Vegetazione	Boscaglia di latifoglie, <i>Alnus glutinosa</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Salix purpurea</i> , <i>ceratophyllum demersum</i> , <i>Lemna major</i> , <i>Sparganium erectum</i> , <i>polygonum mite</i> , <i>Nasturtium officinale</i> , <i>Cardamine Impatiens</i> , <i>Urtica dioica</i> , diatomee, briofite			
Macroinvertebrati acquatici	Ninfe di Plecotteri Ninfe di Efemerotteri; Ninfe di Tricotteri Planarie Emitteri acquatici Ninfe di odonati Anfipodi Larve di Ditteri (esclusi Chironomidi rossi) Gasteropodi Bivalvi Isopodi Oligocheti Irudinei acquatici Chironomidi rossi Coleotteri acquatici (larve ed adulti) TOTALE TAXA =16			
Altra fauna	Rane verdi, rana dalmatina, adulti di trota fario, avannotti di trota fario, rhodeus amarus, cavedano			
Note	La larghezza del tratto fluviale è di 1-2 m, la vegetazione prevalente è arbustiva riparia con discreta copertura arborea, la morfologia fluviale irregolare, presenza di numerosi riffle and pools, e il regime idrico naturale non risulta alterato.			

Tabella 21 - Dati dell'Indice Biotico Esteso, sesto transetto

I transetti 5,7,8, rispettivamente lunghi 873 m, 863 m, 796 m,, sono stati monitorati per due anni di seguito (nel periodo estivo e in quello primaverile almeno due volte l'anno), ma sono sempre stati trovati in secca. Alcuni residenti della zona hanno dichiarato che l'acqua in alcune risorgive collinari manca da alcuni anni a causa dell'utilizzo ad uso irriguo e a causa dei cambiamenti climatici in corso. E' un aspetto sicuramente da tenere in considerazione, poiché da indicazioni bibliografiche storiche, i siti in questione risultavano tutti essere popolati da importanti comunità floro-faunistiche. In particolare, il Bosco della Guizza, al confine con Castelnovo, presentava almeno due sorgenti (Brasco, Sterchele) che alimentavano l'acquedotto rurale della collina di Castelnovo fino agli anni Settanta. La valle che attraversa il Bosco della Guizza è chiamata dai locali "*Val del ganbaro*", indice di presenza negli anni passati di abbondanti popolazioni di *A. pallipes* che a causa della mancanza d'acqua e del bracconaggio non sono più presenti. Nella valle è sicuramente aumentato anche l'impatto antropico a causa dell'apertura di numerosi sentieri per escursionisti e per ciclisti. Vi è però un'area ancora ben conservata denominata "Parco della Guizza" ove è stato possibile creare un'area di ripopolamento di anfibi alimentata con ciò che rimaneva della sorgente posta a monte. Un'adeguata dotazione di zone di rifugio e di riproduzione risulta infatti elemento fondamentale per la permanenza di animali selvatici in un determinato territorio, e le pozze di ripopolamento sono particolarmente indicate per questi scopi. La zona boschiva di questa zona si distingue in uno strato alto arboreo dominato da acacie, castagni, querce, carpini e alberi di nocciolo e dallo strato arbustivo, costituito da sambuco, corniolo, sorbo e biancospino. Sono presenti anche alcune piante rampicanti quali la vitalba, il luppolo e il rovo (*Rubus caesius*), le cui bacche rappresentano in inverno una delle poche fonti di cibo per molti uccelli. La ricca vegetazione, dunque, si presterebbe bene a rendere la pozza sufficientemente riparata. Il ripristino ambientale ha avuto inizio nel 2006, con un primo scavo per creare un

avvallamento. Successivamente è stato posato un telo impermeabile cosparso di pietre vulcaniche e di terriccio di scavo. Per garantire un costante apporto idrico è stato realizzato un piccolo canale di deflusso. La successiva introduzione di esemplari di anfibi e invertebrati ha dato il via al ciclo vitale del micro ambiente ecologico.

La tabella 22 riassume i principali dati rilevati nel Comune di Isola Vicentina relativi agli 8 transetti oggetto di indagine.

N. transetto	Lunghezza (m)	Presenza acqua	Presenza gamberi 2021	Presenza gamberi 2022
1	547	Si	no	no
2	976	Si	si	si
3	1006	Si	si	si
4	817	Si	no	no
5	873	No	no	no
6	1389	Si	no	no
7	863	Si	no	no
8	796	No	no	no

Tabella 22 - Dati generali dei transetti

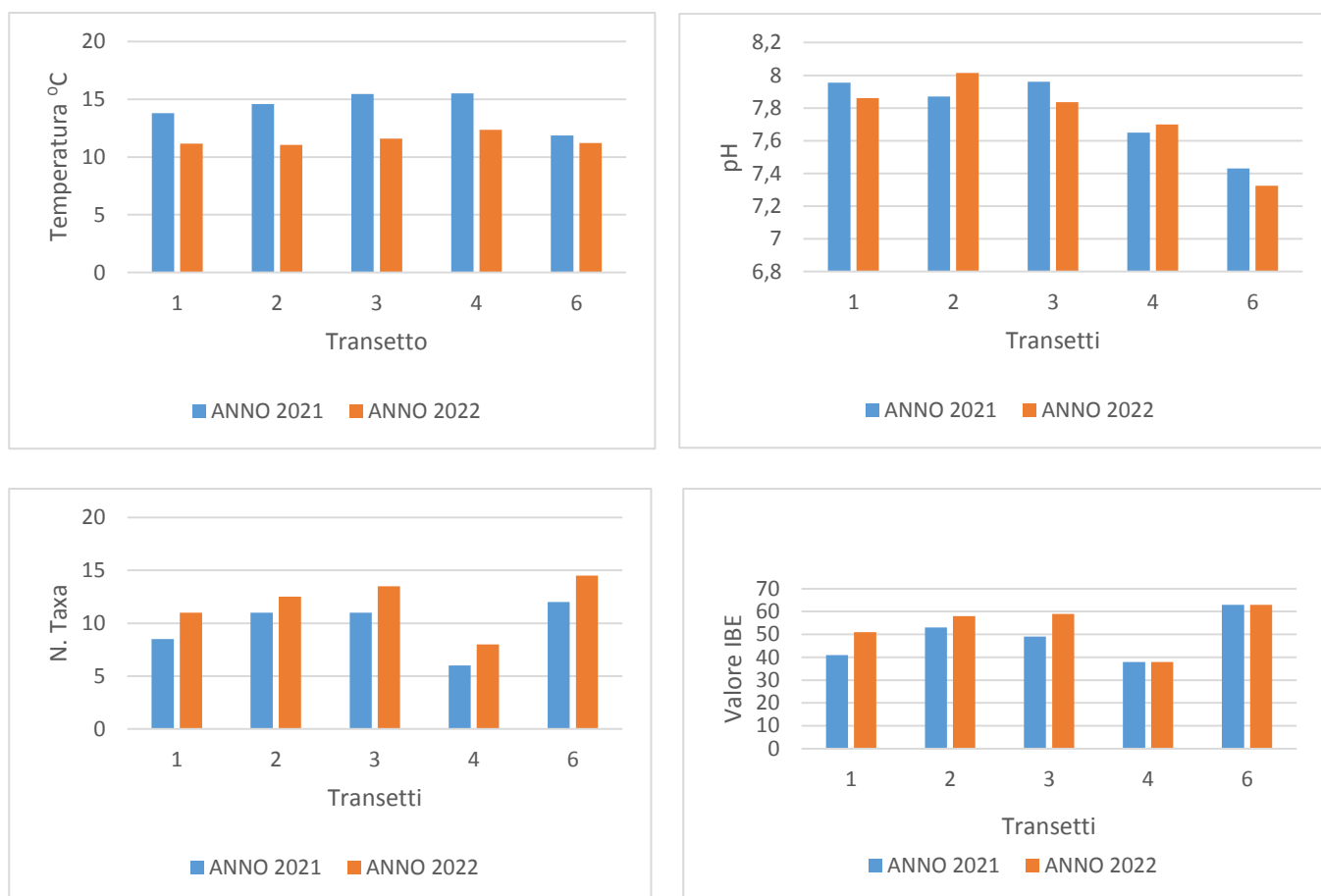


Figura 31 - Dati generali dei transetti oggetto di indagine.

Dato che degli 8 transetti visitati, solo in 5 è stata riscontrata la presenza di acqua, in figura 31 si riportano alcuni dati fisici, chimici e biologici dei transetti provvisti di acqua. Prima di commentare i grafici della figura 31, si ricorda che il rilievo del 2021 è stato effettuato tra agosto e settembre, e quello del 2022 è avvenuto tra aprile e maggio. Il grafico della temperatura mostra delle variazioni dovute al periodo di campionamento: nell'anno 2021 è stato eseguito nei mesi tardo estivi ed infatti le temperature medie risultano maggiori rispetto a quelle rilevate nel 2022, quando il monitoraggio è stato svolto in primavera. I dati rilevati sono omogenei tra i transetti, con valori medi di circa 14°C in estate, e di circa 12°C in primavera. Tali valori ricadono nel range di temperatura che la letteratura indica idonea alla presenza di *A. pallipes*. La temperatura dell'acqua è un fattore chiave dello stato idrico delle acque superficiali; si tratta

infatti di uno dei principali regolatori dei processi vitali delle acque. Infatti, influenza tutti i processi del metabolismo, la durata, l'andamento e la velocità della crescita come pure la composizione delle biocenosi. In particolare, a temperature elevate ($>22\text{ }^{\circ}\text{C}$) potrebbero intervenire disturbi fisiologici, e valori oltre la soglia di $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ sarebbero tollerati da *A. pallipes* solo per brevi periodi di tempo (Mancini, 1986).

Anche i valori di pH non variano da un periodo all'altro, con lievi oscillazioni tra i due periodi, i valori medi si mantengono tra 7 e 7.5. La bibliografia indica un pH ottimale per la specie in esame di circa 7-8. Relativamente al pH, che indica il grado di acidità dell'acqua, per *A. pallipes* il grado di tolleranza è compreso, come detto in precedenza, tra 6 e 9.

L'analisi dei macroinvertebrati ha evidenziato solo un tendenziale aumento in tutti i transetti, tra il periodo estivo e quello primaverile, con valori abbastanza simili tra i transetti, ad eccezione del transetto 4 che risulta essere il più scarso. Il tendenziale aumento di IBE è da attribuire alle variazioni del numero di taxa di macroinvertebrati bentonici osservate tra i due periodi di campionamento.. In primavera, infatti, la probabilità di rinvenire un maggior numero di taxa di macroinvertebrati è legato soprattutto all'abbondanza di nutrimento, al periodo climatico favorevole (Jandry et al., 2014), con abbondanti piogge e scarse probabilità di secche, causa di un graduale deperimento delle comunità macrobentoniche.

Per l'analisi relativa ai dati morfometrici e alla sex ratio si è fatto riferimento ai soggetti catturati nel transetto 2, risultato particolarmente frequentato da *A. pallipes*. Pertanto, i risultati che vengono di seguito esposti, si riferiscono a tale transetto, se non specificato diversamente, e sono riassunti nei singoli grafici o tabelle. I grafici più sotto riportati mostrano la correlazione dei pesi e delle lunghezze totali tra gli esemplari di gambero, delle lunghezze totali e lunghezze delle chele, per i periodi di monitoraggio del 2021 e del 2022. Come si evince

dalle figure 32 e 33 i pesi e le lunghezze, di maschi e femmine, sono proporzionali alla crescita somatica degli individui. Va rilevato che i soggetti catturati hanno presentato una lunghezza totale compresa tra circa 4 e 10 cm, in entrambi i periodi di monitoraggio, mentre il peso è variato tra 5-30 g nel periodo estivo, a 5-20 g, in quello primaverile. Tale esito è legato alla attività riproduttiva del gambero, che varia in funzione della stagione e che ne influenza la struttura di popolazione. Per quanto riguarda, invece, la relazione tra lunghezze totali e lunghezza delle chele si possono notare delle variazioni tra maschi e femmine (figura 34 e 35). Ciò è dovuto, a parità di dimensioni, al fatto che i maschi sviluppano delle chele di dimensioni maggiori per difendersi o offendere altri esemplari nel periodo degli accoppiamenti. Quanto analizzato si allinea con i valori proposti negli studi di Grandjean et al., 1997, per le misure biometriche del gambero di fiume. Va, tuttavia, osservato che tali differenze sono più evidenti nei soggetti adulti che in quelli più giovani, come risulta in figura 33 che riassume i dati primaverili.

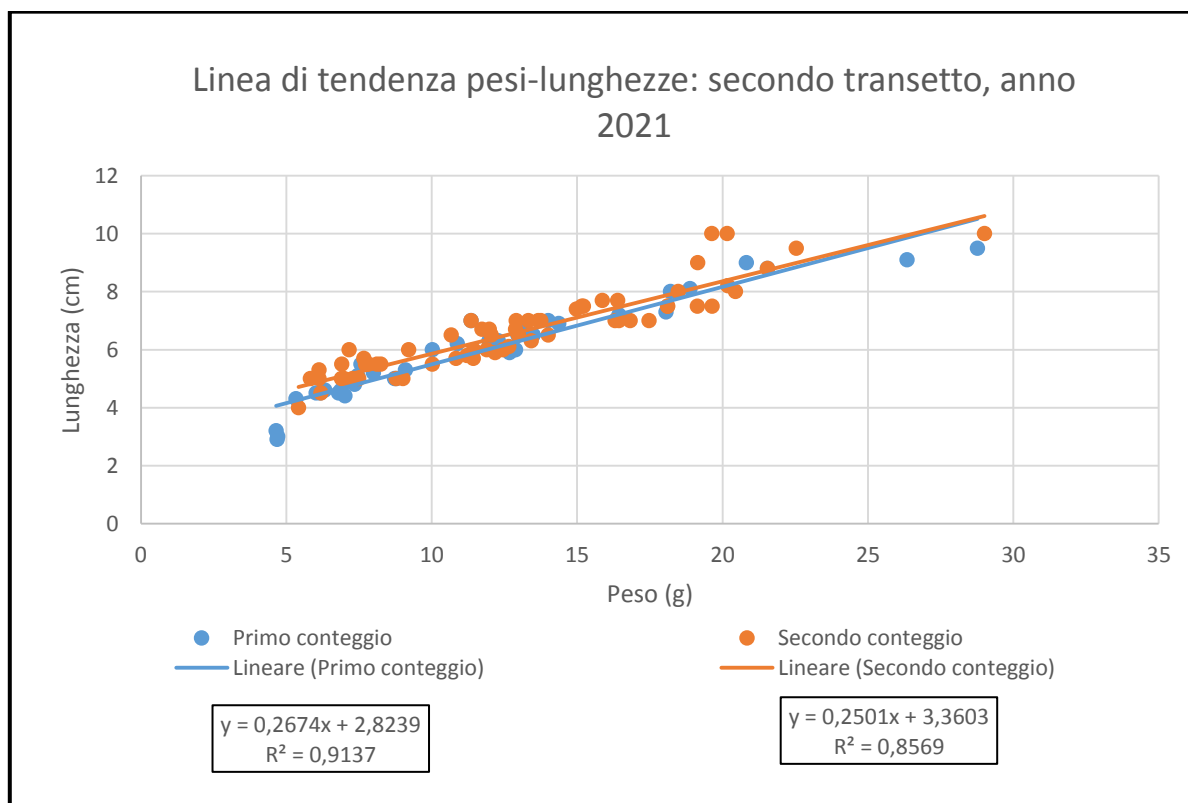


Figura 32 - Linea di tendenza pesi – lunghezze, anno 2021

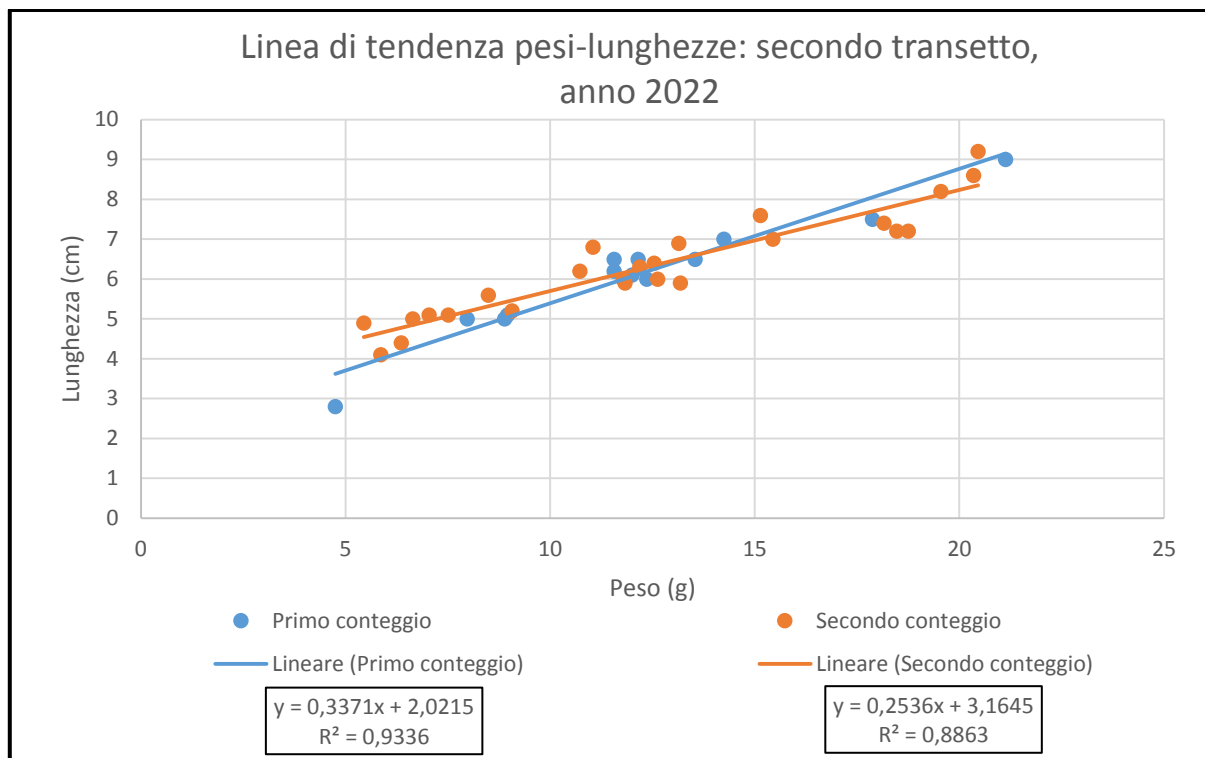


Figura 33 - Linea di tendenza pesi-lunghezze, anno 2022

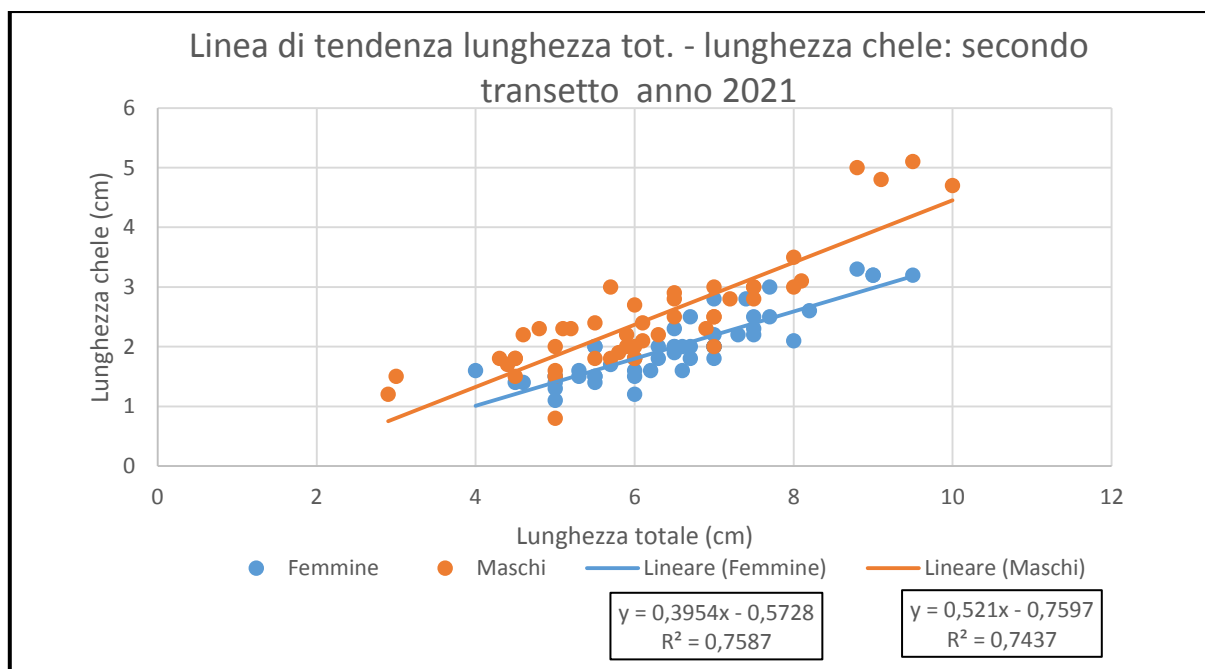


Figura 34 - Linea di tendenza: lunghezza - lunghezza chele, anno 2021

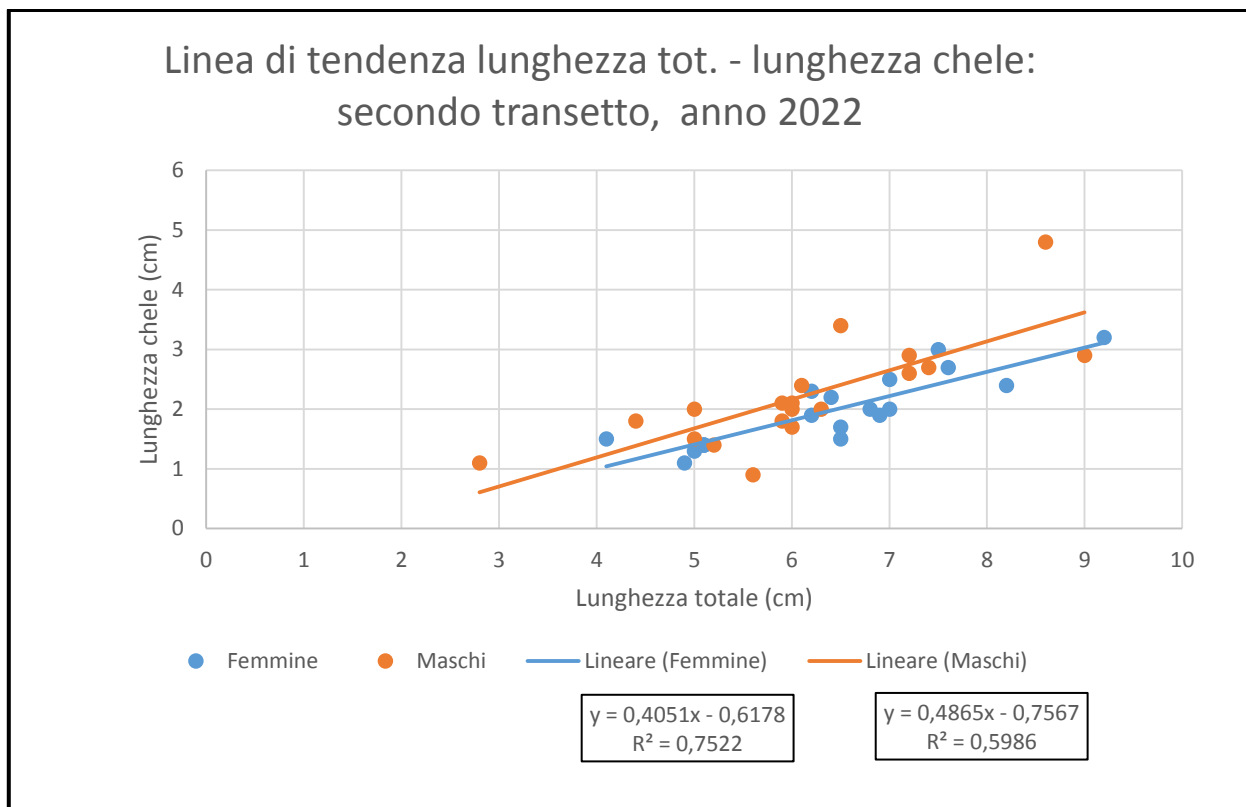


Figura 35 - Linea di tendenza: lunghezza - lunghezza chele, anno 2022

In merito ai dati totali di cattura, alla struttura di popolazione e alla sex ratio, si sono evidenziate delle differenze tra i dati di monitoraggio effettuati nelle due diverse stagioni. Il rilievo effettuato in primavera (anno 2022) ha fornito una sex ratio di 1:1 (M:F), con maschi e femmine rappresentanti, entrambi, il 26% di tutti i soggetti rilevati, mentre i soggetti giovani, non sessabili, hanno rappresentato il 38.4%, e i non classificati il 9.59%. Il monitoraggio effettuato in agosto -settembre (anno 2021) ha fornito una sex ratio equilibrata tra maschi e femmine, con i primi rappresentanti il 41.9% di tutti i soggetti avvistati, le femmine il 39.8%, i giovani il 13.6%, ed infine i non classificati con il 4.7%. Tale esito mette in evidenza come nei mesi primaverili la popolazione di *A. pallipes* presenti una buona percentuale di giovani, esito di avvenuta attività riproduttiva, mentre con il monitoraggio effettuato in estate si è evidenziata una popolazione con minore presenza di soggetti estremamente giovani.

Il dimorfismo sessuale nel gambero di acqua dolce non è particolarmente evidente. L'analisi dei dati che hanno valutato l'effetto del sesso sui dati complessivi dei rilievi biometrici effettuati, ha evidenziato alcuni effetti significativi, come viene riassunto in tabella 12.

	Maschi	Femmine
Peso, g	12.7	12.3
Lunghezza, cm	6.09 ^b	6.57 ^a
Lunghezza chele, cm	2.37 ^{Aa}	2.03 ^{Bb}
Lunghezza torace, cm	1.08	1.08
Incidenza torace, %	17.3 ^{Aa}	16.2 ^{Bb}

Tabella 12- Effetto del sesso su parametri morfometrici di *A. pallipes*

Dati rilevati su 69 maschi e 73 femmine. a, b: $p \leq 0.05$; A, B: $p \leq 0.01$

Differenze significative sono state osservate per la lunghezza totale e per la lunghezza delle chele e per l'incidenza del torace sulla lunghezza totale, con superiorità delle femmine per il primo parametro, e dei maschi per il secondo e terzo. Tali risultati, che si riferiscono ad entrambi i periodi, risentono principalmente dei valori rilevati in estate su soggetti adulti, piuttosto che di quelli rilevati in primavera. Nel gambero, dato il comportamento riproduttivo, le femmine adulte raggiungono dimensioni maggiori rispetto a quelle maschili. Il maschio si differenzia, in genere, per le dimensioni delle chele, che possono risultare superiori a quelle della femmina, soprattutto nei soggetti adulti.

L'analisi delle variazioni di peso e di percentuale toracica dei gamberi (figura 36 e 37), riferibili ad un intervallo di tempo di circa tre settimane e al periodo estivo, ha rilevato una differenza statisticamente significativa solo nei soggetti

di sesso femminile che ha coinvolto l'incidenza del torace sulla lunghezza totale corporea. I motivi di tale esito possono essere riconducibili alla presenza di fasi iniziali per l'attività riproduttiva, che nelle femmine risulta particolarmente impegnativa per l'approvvigionamento di nutrienti, finalizzato alla produzione di notevoli quantità di uova. Nei soggetti di sesso maschile, l'incidenza del torace si è diversificata in relazione all'epoca di monitoraggio (intervallo di tempo di circa tre settimane) solo nel periodo primaverile (dati non presentati), essendo risultata significativamente superiore nei soggetti monitorati al secondo controllo. Dato che i risultati si riferiscono ad un campione piuttosto limitato di soggetti, non è possibile dare una spiegazione certa di tali esiti, che necessitano di ulteriori approfondimenti e ulteriori rilievi.

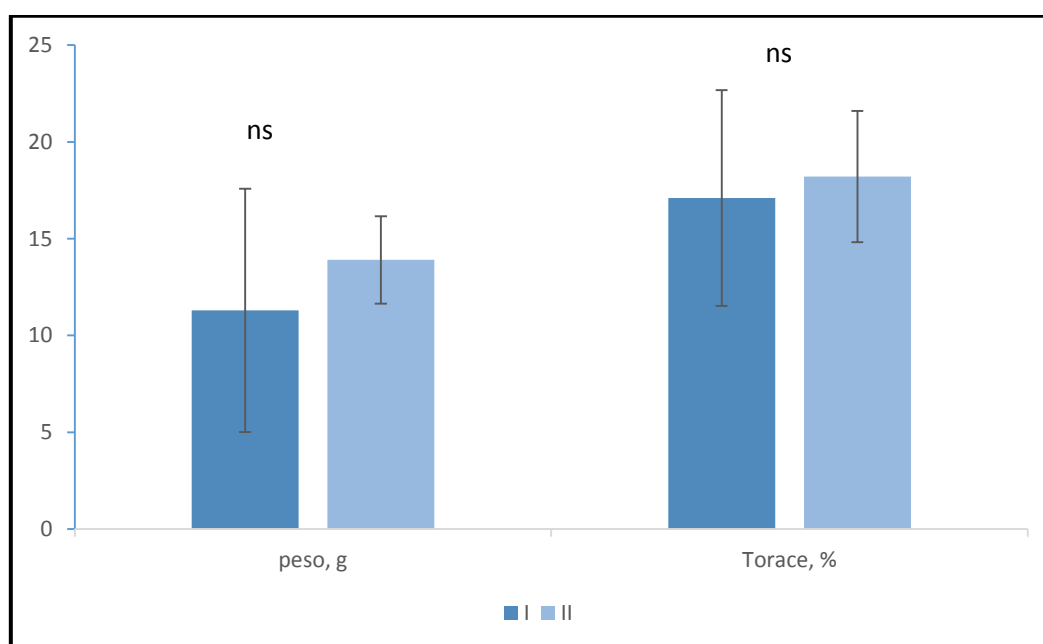


Figura 36 – Effetto del momento di monitoraggio sul peso e percentuale dell'incidenza toracica nei maschi, riferito al periodo estivo

Ns= differenze statisticamente non significative; $P > 0.05$

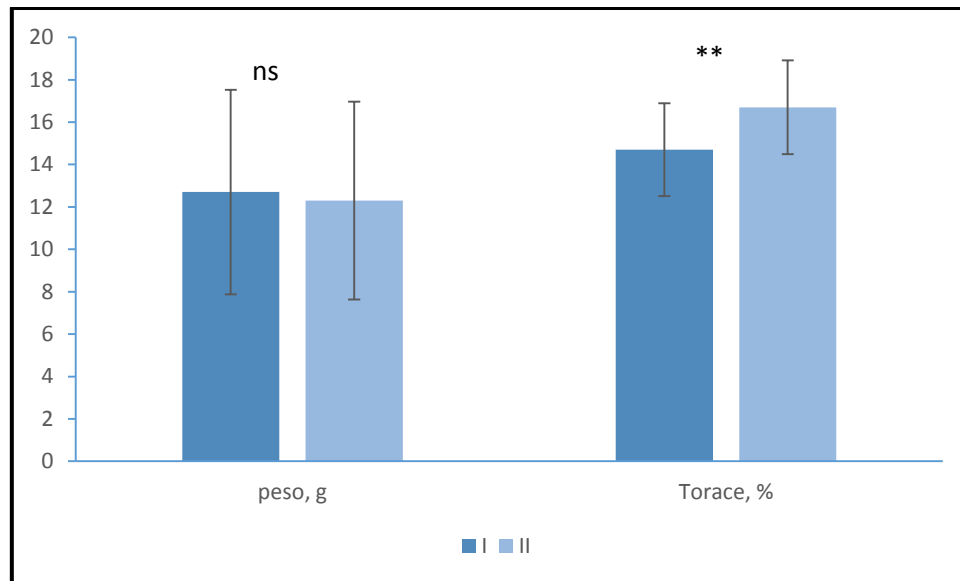


Figura 37 – Effetto del momento di monitoraggio sul peso e percentuale dell'incidenza toracica nelle femmine, riferito al periodo estivo

Ns= differenze statisticamente non significative, $P > 0.05$; **= $P < 0.01$

Infine, i dati relativi alla biometria raccolti nel terzo transetto sono risultati poco numerosi e rappresentativi. Anche se non sono note le cause reali che possono avere determinato una scarsa presenza di *A. pallipes* in entrambi i periodi di monitoraggio, si ipotizza che vi sia stata presenza di afanomicosi, come dimostrerebbero i numerosi capi trovati morti. La presenza di mutilazioni a esemplari, trovati capovolti con l'addome rivolto verso l'alto, è motivo di ipotizzare la presenza di tale problematica. I grafici riportati nelle figure 38 e 39, pur evidenziando trend simili a quelli osservati per il transetto 2, si riferiscono a pochi dati, con valori di R^2 talora molto bassi.

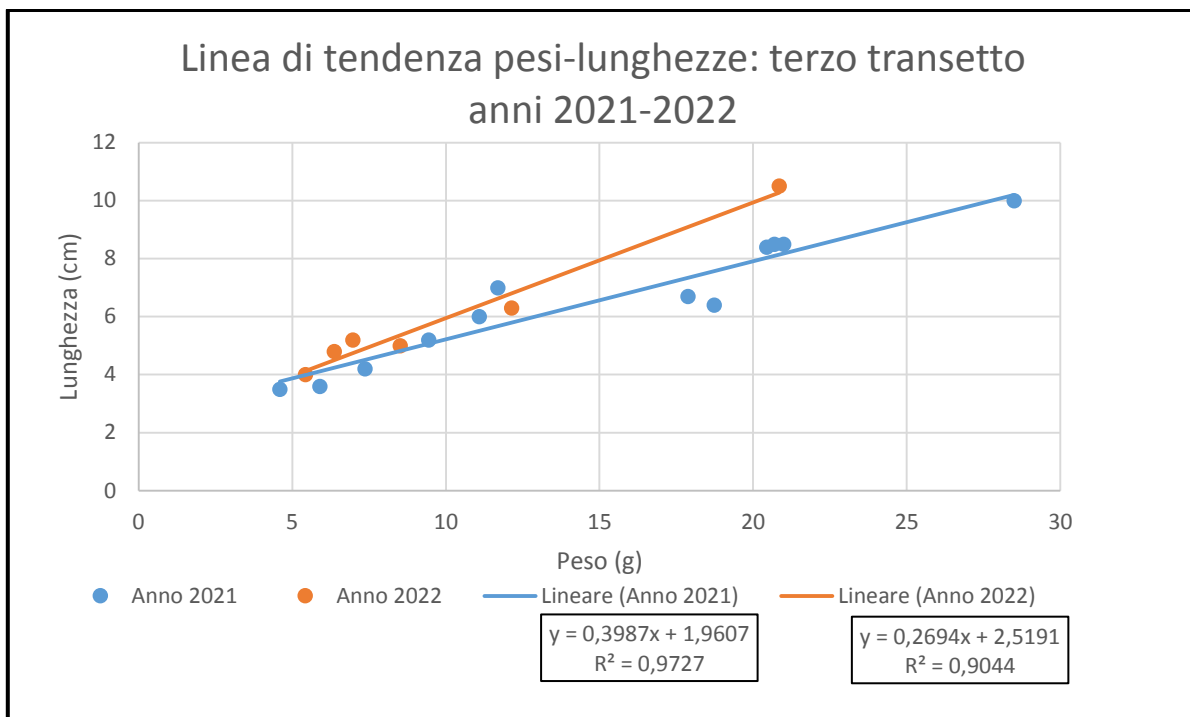


Figura 38 - Linea di tendenza pesi-lunghezze, anni 2021-2022

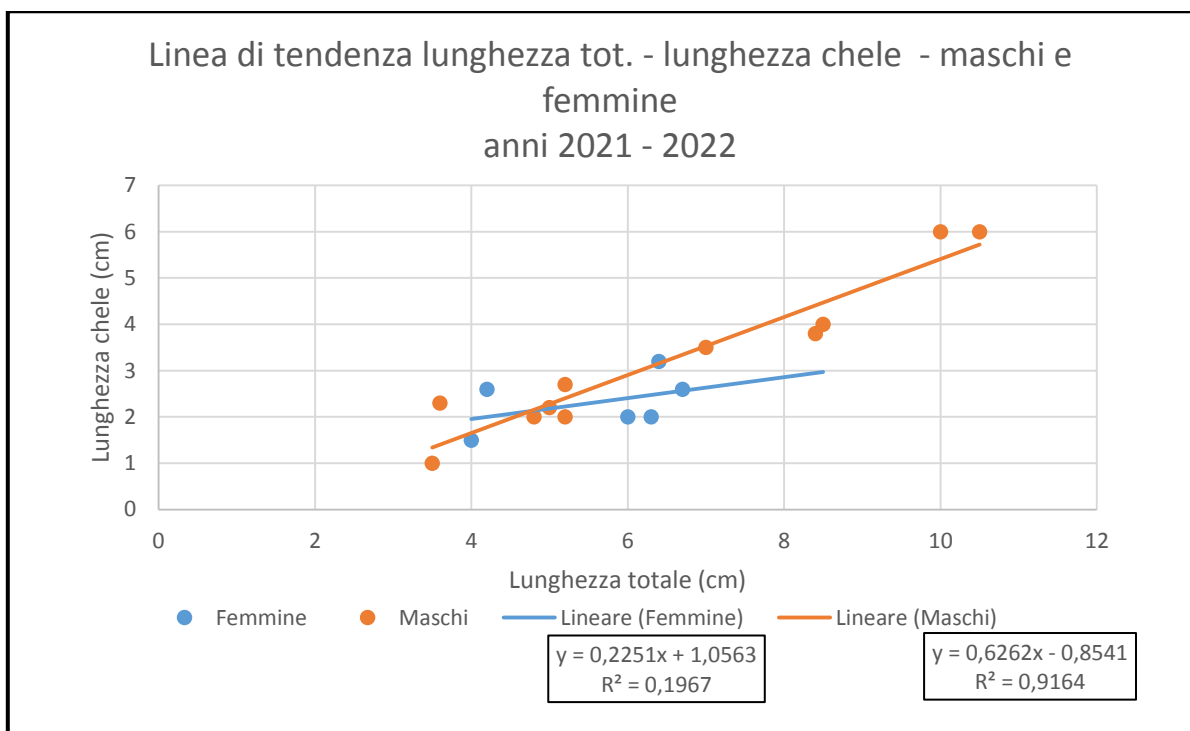


Figura 39 - Linea di tendenza lunghezza tot.-lunghezza chele, anni 2021-2022

5 CONCLUSIONI

Gli esiti di questa ricerca costituiscono una prima indagine sulla presenza del gambero di fiume *Austropotamobius pallipes* all'interno dei confini comunali e limitrofi del territorio di Isola Vicentina. Dallo studio, svoltosi nei corsi d'acqua principali, secondari e nei ruscelli di collina, è emerso che il territorio in esame è caratterizzato da un buon tasso di biodiversità, sia vegetale che animale. Tuttavia, non ci si può esimere dal riportare che, come già evidenziato precedentemente in letteratura, il territorio abbia comunque subito una regressione negativa negli anni, per quanto riguarda la frammentazione degli habitat, presenza di specie e dimensione delle popolazioni floro-faunistiche. Le cause sono da attribuire principalmente ad una progressiva urbanizzazione, alla regimazione delle acque e all'immissione di specie ittiche invasive per scopi ludici. La valutazione dell'idoneità dell'habitat del gambero di fiume, attraverso una sommaria analisi della vegetazione dell'ambiente ripario e dei principali parametri chimico-fisici delle acque, si è evidenziato che, nonostante le forti pressioni antropiche, il territorio possiede ancora le caratteristiche per la sopravvivenza e la conservazione della specie in esame. I dati raccolti mostrano delle medie di temperatura, di pH, di ossigeno disciolto e di conducibilità che rientrano negli intervalli di tolleranza del gambero.. Degli 8 transetti monitorati, dai primi dati raccolti, sembra che solamente uno presenti una popolazione stabile di gambero di fiume, per caratteristiche riconducibili alla sua tipologia e ubicazione. Si tratta, infatti, di un ruscello, il più distante dalle zone abitative e protetto da una vegetazione boschiva. Nella valutazione di quali parametri ambientali concorrano a definire la zona più idonea alla presenza del gambero di fiume, sono da tenere in considerazione altri fattori. Il ruscello che presenta il punteggio di indice biotico esteso maggiore, un deflusso d'acqua soddisfacente e una morfologia dell'alveo che più si adatta

alla vita del gambero di fiume, non ha dato riscontri di presenza. Il motivo è da ricondurre probabilmente alla presenza di specie ittiche dannose al gambero come la trota fario, frutto di immissioni a scopi ittici, cavedani, rodeo amaro, i quali si nutrono delle uova e delle larve del gambero. Inoltre, l'epoca di monitoraggio risulta essere importante per una corretta individuazione della struttura della popolazione. Le misurazioni morfometriche degli esemplari di gambero campionati, hanno confermato, come da letteratura, relazioni lineari tra peso, lunghezza totale, lunghezza delle chele. Hanno inoltre evidenziato un dimorfismo sessuale a carico di lunghezza delle chele e incidenza del torace, a favore dei maschi, e di lunghezza totale a favore delle femmine, riscontrabile in soggetti adulti.

Si può concludere che il territorio di Isola Vicentina possiede habitat adatti ad ospitare popolazioni di *A. pallipes* e questo lo si può dedurre anche dalla presenza di altre numerose specie e da abbondanza di cibo, siti rifugio e una buona qualità dell'acqua. Sarebbe di fondamentale importanza accertare, quanto prima, la presenza/assenza nei territori adiacenti del suo principale competitore e nemico, ovvero il *Procambarus clarkii*, monitorando le aree circostanti. E' altrettanto importante prevedere dei monitoraggi pluriennali per verificare la consistenza e l'andamento delle popolazioni di *A. pallipes*, avvalendosi dell'aiuto di esperti e delle associazioni naturalistiche di volontariato. In ultima analisi, si rende necessario far rispettare la normativa sul deflusso minimo vitale, sanzionando abusi e sprechi, coinvolgere gli enti preposti alle misurazioni dei livelli di inquinamento dei corsi d'acqua secondari di Isola Vicentina e infine tenere in dovuto conto i pericoli di introduzioni di specie invasive e informare i cittadini sul rispetto degli habitat ripari.

SITOGRAFIA

- B. GALLARDO, D. C. ALDRODGE *Evaluating the combined threat of climate change and biological invasions on endangered species* in "Elsevier", 2013
www.elsevier.com/locate/biocon
- L. FÜREDER, J. D. REYNOLDS *Is Austropotamobius Pallipes a good bioindicator?* University of Innsbruck, Institute of Zoology and Limnology, 2004 <http://www.kmae-journal.org>
- FREDERIC GRANDJEAN, CATHERINE SOUTY-GROSSET, MARIE-CECILE TROULINE *Ecological characterisation of streams in Tuscany (Italy) for the management of the threatened crayfish Austropotamobius Pallipes complex* in "ResearchGate", 2006 <https://www.researchgate.net/publication/44181194>
- L. PÂRVULESCU, C. ZAHARIA, M. GROZA, O. CSILLIK, A. SATMARI, L. DRÂGUT *Flash-flood potential: a proxy for crayfish habitat stability in Ecodrology*, Wiley Online Library wileyonlinelibrary.com, 2016
- P. GALEOTTI, D. RUBOLINI, F. PUPIN, R. SACCHI, E. ALTOBELLI, P. A. NARDI and M. FASOLA *Presence of Rivals Reduces Mating Probability but Does Not Affect Ejaculate Size in the Freshwater Crayfish Austropotamobius Italicus* in "Brill", 2009
www.jstor.org/stable/40296086
- F. STEFANI, S. ZACCARA, G. B. DELMASTRO, M. BUSCARINO *The endangered white-clawed crayfish Austropotamobius pallipes (Decapoda, Astacidae) east and west of the Maritime Alps: a result of human translocation?*, Springer Science+Business Media B.V., 2009
- A. ALONSO, A. AGUIRER-SIERRA, J. A. CAMARGO *Fluoride Bioaccumulation and Toxic Effects on the Survival and Behavior of the Endangered White-Clawed Crayfish Austropotamobius pallipes (Lereboullet)*, Springer Science+Business Media New York 2013
- D. BEAUNE, Y. SELLIER, E. LAMBERT, F. GRANDJEAN *The use of Chara spp. (Charales: Characeae) as a bioindicator of physico-chemical habitat suitability for an endangered crayfish Austropotamobius pallipes in lentic waters* in "Wiley", John Wiley & Sons, Ltd., 2017, www.wileyonlinelibrary.com/journal/aqc
- D. BEAUNE, Y. SELLIER, G. LUQUET, F. GRANDJEAN *Freshwater acidification: an example of an endangered crayfish species sensitive to pH*, in "Hydrobiologia", Springer International Publishing AG, part of Springer Nature, 2017
- F. GRANDJEAN, J. MOMON, M. BRAMARD, *Biological water quality assessment of the white-clawed crayfish habitat based on macroinvertebrate communities:*

Usefulness for its conservation, in “Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems”, 2003, <https://www.researchgate.net/publication/29641993>

- N.R. HADDAWAY, R.J.G. MORTIMER, M. CHISTMAS, A.M. DUNN, Water chemistry and endangered white-clawed Crayfish: a literature review and field study of water chemistry association in *Austropotamobius pallipes*, in “Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems”, ONEMA, 2015, <http://www.kmae-journal.org>
- A. BENITEZ-MORA, A. AGUIRRE-SIERRA, A. ALONSO, J. A. CAMARGO, *Ecotoxicological assessment of the impact of nitrate(NO₃-) on the European endangered white-clawed crayfish *Austropotamobius italicus**, in “ELSEVIER”, 2014
- G. MAZZA, N. AGOSTINI, L. AQUILONI, G. CARANO, A.F. INGHILESI, E. TRICARICO, F. GHERARDI, *The indigenous crayfish *Austropotamobius pallipes* complex in a national park of Central Italy*, in “Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems”, ONEMA, 2011
- C. LIBERATO, C. DI CRISTO, G. DE LUISE, A. DI COSMO, M. PAOLUCCI, *PRELIMINARY EVIDENCE OF AN OXIDATIVE STRESS SYSTEM IN FRESHWATER CRAYFISH AUSTROPOTAMOBIOUS PALLIPES ITALICUS*, Dept of Biological and Environmental Biology Faculty of Science, University of Sannio, 2004
- M.B. GALLAGHER, J.T.A. DICK, R. W. ELWOOD, *RIVERINE HABITAT REQUIREMENTS OF THE WHITE-CLAWED CRAYFISH, AUSTROPOTAMOBIOUS PALLIPES*, Royal Irish Academy, 2006, <https://www.jstor.org/stable/20728573>
- M.G. VOLPE, D. GHIA, O. SAFARI, M. PAOLUCCI, *Fast non-destructive assessment of heavy metal presence by ATR–FTIR analysis of crayfish exoskeleton*, in “Environmental Science and Pollution”, Research Springer-Verlag GmbH Germany, 2020, <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08405-z>
- M. C. TROUILHE, C. SOUTY-GROSSET, F. GRANDJEAN, B. PARINET, *Physical and chemical water requirements of the white-clawed crayfish (*Austropotamobius pallipes*) in western France*, in “Wiley InterScience”, John Wiley & Sons, 2006
- A. SANTORO, G. BIO, S. MASTROLITTI, F. FAGIOLI, *Bioaccumulation of Heavy Metals by Aquatic Macroinvertebrates Along the Basento River in the South of Italy*, Springer Science + Business Media B.V., 2008
- J. JANDRY, M. BRULIN, B. PARINET, F. GRANDJEAN, *Ephemeroptera communities as bioindicators of the suitability of headwater streams forrestocking withwhite-clawed crayfish, *Austropotamobius pallipes**, in “ELSEVIER”, 2014
- L. VIGANO, A. ARILLO, A. BUFFAGNI, M. CAMUSSO e altri, *Quality assessment of bed sediments of the Po River (Italy)*, in “ELSEVIER”, 2003

- A. PETERS, P. SIMPSON, G. MERRINGTON, C. SCHLEKAT, E. R. GARMAN, *Assessment of the effects of nickel on benthic macroinvertebrates in the field*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013
- S.C. STUIJFZAND, S. ENGELS, E. VAN AMMELROOY, M. JONKER, *Caddisflies (Trichoptera: Hydropsychidae) Used for Evaluating Water Quality of Large European Rivers*, in “Archivers of Environmental Contamination and Toxicology”, Springer-Verlag New York Inc, 1999
- A. TAYLOR. S. J. MAUND, D. PASCOE, *Toxicity of Four Common Pollutants to the Freshwater Macroinvertebrates Chironomus riparius Meigen (Insecta:Diptera) and Gammarus pulex (L.) (Crustacea:Amphipoda)*, in “Archivers of Environmental Contamination and Toxicology”, Springer-Verlag New York Inc, 1991
- A. DI VEROLI, R. SELVAGGI, R. M. PELLEGRINO, E. GORETTI, *Sediment toxicity and deformities of chironomid larvae in Lake Piediluco (Central Italy)*, in “ELSEVIER”, 2010
- L. FAVARO, T. TIRELLI, D. PESSANI, *The role of water chemistry in the distribution of Austropotamobius pallipes (Crustacea Decapoda Astacidae) in Piedmont (Italy)*, in “ELSEVIER”, 2010
- F. GRANDJEAN, C. A. ZARZA, M. BRAMARD, C. SOUTY-GROSSET, *Morphometry, Sexual Dimorphism and Size At Maturity of the White-Clawed Crayfish Austropotamobius Pallipes Pallipes (Lereboullet) From a Wild French Population At Deux-Sevres*, in “Crustaceana”, 1997

BIBLIOGRAFIA

- L. A. BERLAFFA, G. FIETTA, P. FONTANA, *Isola e l'acqua. Un percorso tra storia cultura e natura nel Comune di Isola Vicentina*, Associazione Italiana ISOLA NATURA E TERRITORIO, Edizioni edelweiss, 2009
- D. MAZZONI, F. GHERARDI, P. FERRARINI *Guida al riconoscimento dei gamberi d'acqua dolce*, Greentime SpA, 2004
- S. ENDRIZZI, M.C. BRUNO, B. MAIOLINI *Linee guida per la conservazione di specie focali di interesse comunitario - Gambero di fiume*. LIFE+T.E.N Azione A8
- ASSOCIAZIONE ITALIANA ITTOLOGI ACQUE DOLCI *Linee guida per la conoscenza e il corretto monitoraggio dei decapodi dulcicoli in Italia*
- M. C. BRUNO, S. ENDRIZZI, A. GANDOLFI, H.C. HAUFFE, *Piano di gestione del gambero di fiume in Trentino*, Progetto LIFE+T.E.N.
- “*Action plan per la conservazione di Austropotamobius pallipes in Italia*”. Pubblicazione realizzata nell'ambito del progetto LIFE08 NAT/IT/000352 – CRAINat con il contributo finanziario del programma “LIFE Natura e Biodiversità” della Commissione Europea, 2014 - AA.VV.
- Regione Veneto, comune di Isola Vicentina, Provincia di Vicenza, IUAV, *Piano Comunale delle Acque di Isola Vicentina RAPPORTO AMBIENTALE PRELIMINARE, 2017*