

## LIFE IP GESTIRE 2020 Nature Integrated Management to 2020

### La conservazione del gambero di fiume autoctono **MANUALE DI DIDATTICA PER INSEGNANTI**



Daniela Ghia e Gianluca Fea



UNIVERSITÀ DI PAVIA  
Dipartimento di  
Scienze della Terra  
e dell'Ambiente

Pubblicazione realizzata nell'ambito del progetto LIFE14 IPE/IT/000018 – Gestire 2020 con il contributo finanziario del programma LIFE della Commissione Europea.

Ogni parte del presente manuale può essere riprodotta o trasmessa in qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo purché sia accompagnata dalla seguente dicitura: Ghia Daniela e Fea Gianluca (2019). “La conservazione del gambero di fiume autoctono – Manuale di didattica per insegnanti”. Pubblicazione realizzata nell'ambito del progetto LIFE14 IPE/IT/000018 – Gestire 2020 con il contributo finanziario del programma LIFE della Commissione Europea.



**UNIVERSITÀ DI PAVIA**  
Dipartimento di  
Scienze della Terra  
e dell'Ambiente

# SOMMARIO

Il gambero di fiume autoctono <i>Austropotamobius pallipes</i> .....	4
Una specie protetta .....	4
Elementi di Biologia .....	4
Caratteri morfologici ed anatomici .....	5
Organi di senso .....	7
Sistema nervoso-muscolare .....	7
Apparato digerente .....	8
Apparato respiratorio e circolatorio .....	8
Apparato escretore .....	9
Riproduzione .....	9
Muta ed accrescimento .....	10
Mutilazioni e rigenerazione .....	12
Elementi di Ecologia .....	13
Habitat .....	13
Alimentazione .....	14
Distribuzione in tempi storici ed attuale .....	14
Minacce alla conservazione del gambero .....	15
La peste del gambero .....	16
Le altre specie di gambero autoctono in Europa .....	18
Le specie di gambero alloctone invasive .....	20
Danni provocati dalle specie invasive .....	20
Legislazione europea .....	21
<i>Procambarus clarkii</i> .....	22
<i>Orconectes limosus</i> .....	26
<i>Pacifastacus leniusculus</i> .....	28
Chiave dicotomica per riconoscere i gamberi presenti in Italia .....	31
Bibliografia di riferimento .....	32

# IL GAMBERO DI FIUME AUTOCTONO

## *AUSTROPOTAMOBIOUS PALLIPES*

### UNA SPECIE PROTETTA

Il gambero di fiume *Austropotamobius pallipes* è stato inserito tra le specie "ENDANGERED" (a rischio di estinzione) nella *Red List* dell'*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN, 2012).

La Direttiva Habitat 92/43/CEE, che lo considera una specie prioritaria "la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione" (allegato II) e lo definisce come appartenente ad una specie "di interesse comunitario il cui prelievo nella natura e il cui sfruttamento potrebbero formare oggetto di misure di gestione" (allegato V), è stata recepita in Italia con i DPR 357/97 e DPR 120/2003. In particolare in Lombardia *A. pallipes* era tutelato dal 1977 con il divieto di cattura, trasporto e commercio (L.R. n. 33 del 27/07/1977) e dal 2008 con la "Disposizione per la tutela e la conservazione della piccola fauna, della flora e della vegetazione spontanea" (L.R. n. 10 del 2008) sono protette le due specie *A. pallipes* e *A. italicus* facenti parte del complesso di specie (*A. pallipes* complex); la legge inoltre tutela le specie "vietando l'alterazione e la distruzione dei loro habitat".

### ELEMENTI DI BIOLOGIA

È chiamato comunemente "gambero di fiume" o "gambero dalle zampe bianche", per il caratteristico colore biancastro della parte ventrale degli arti (*palli-pes* = dalle zampe chiare). Il nome del genere, *Austropotamobius*, sembra invece significare "forma vivente nel fiume a sud" (*Auster* = sud – forse riferito alla distribuzione nell'Europa meridionale; *potamo* = fiume; *bios* = vivente).

## CARATTERI MORFOLOGICI ED ANATOMICI

Il gambero di fiume ha il corpo rivestito da un esoscheletro composto in prevalenza da chitina, unita a proteine a formare una glicoproteina complessa alla quale si unisce la componente del carbonato di calcio.

Il corpo è composto da tre parti: capo, torace e addome.

La regione del capo e quella del torace sono fuse insieme a formare una struttura definita “cefalotorace”, che a volte viene chiamato anche “carapace”. Il punto di fusione è evidenziato dal solco cefalico. L’addome termina con il telson (Figura 1).

Il cefalotorace è costituito da sei segmenti cefalici e otto toracici e si prolunga anteriormente in una struttura triangolare chiamata “rostro”, ai lati del quale si trovano gli occhi pedunculati e composti da un numero variabile di ommatidi.

Il capo (costituito da cinque metameri) porta le cinque seguenti paia di appendici cefaliche: antennule, antenne, mandibole, mascelle I e mascelle II (Figura 2).

Il torace (costituito da otto metameri) è la porzione compresa tra il solco cefalico ed il primo metamero addominale. Porta otto paia di appendici: primo, secondo e terzo massillipede (usate nelle fasi dell’alimentazione) e cinque paia di **pereiopodi** (con funzione prensile le prime tre paia e locomotoria le altre). Il primo paio è trasformato in chele ben sviluppate, che rivestono fondamentale importanza nell’attacco, nella difesa e nell’accoppiamento. Queste sono formate da una parte mobile (dattilopodite) ed una fissa (propodite) e servono per afferrare e frantumare. Le successive due paia sono fornite di piccole chele e hanno funzione prensile (chelipedi), mentre le ultime due ne sono sprovviste e vengono utilizzate per la deambulazione (Figura 2).

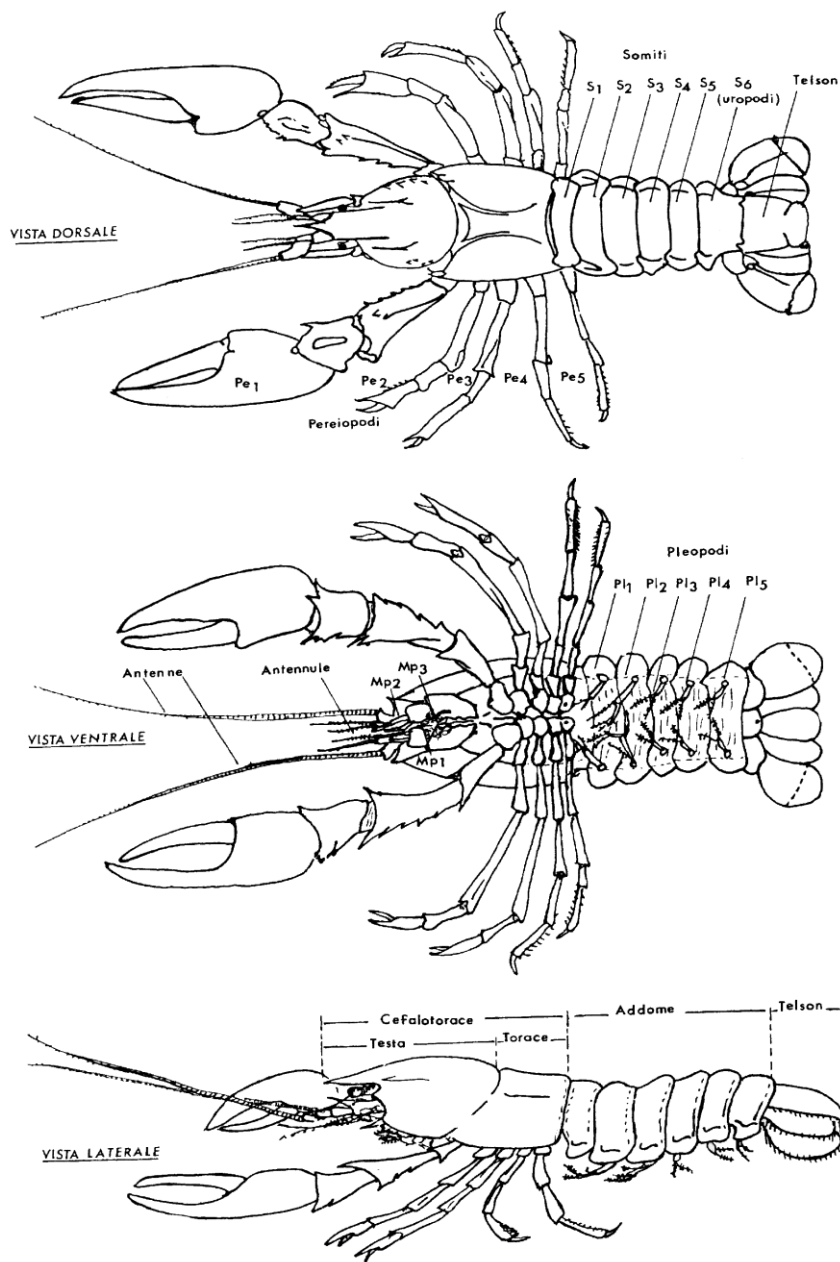


Figura 1 - Morfologia generale del gambero d'acqua dolce (modif. da Arrignon, 1996)

L'addome, costituito da 6 metameri ben riconoscibili, è la porzione compresa tra il torace ed il telson. L'addome porta cinque paia di appendici, i **pleopodi**. Nelle femmine, i pleopodi sono rudimentali, mentre nei maschi le prime due paia sono modificate in organi copulatori definiti "gonopodi". Esiste infine un sesto paio di appendici addominali, gli "uropodi", situati nella parte terminale dell'addome, i quali concorrono a formare il ventaglio caudale insieme al telson, la cosiddetta struttura "a paletta". Quest'ultima permette al gambero di nuotare velocemente in fuga, in retro-propulsione. Da qui il famoso detto "camminare all'indietro come i gamberi" (Figura 2).

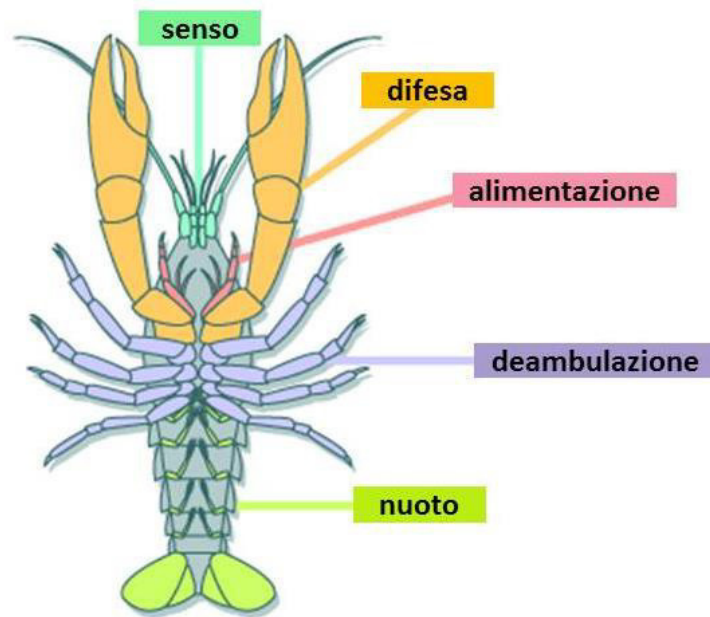


Figura 2 – Differenti funzioni delle appendici (modif. da evolution.berkeley.edu/ 1996)

## ORGANI DI SENSO

I gamberi possiedono due occhi composti, ciascuno su un peduncolo oculare, mosso da muscoli oculomotori. Gli occhi sono costituiti da ommatidi, centinaia o migliaia che crescono in numero e dimensioni nel corso della vita del gambero (Vogt, 2002). Ogni ommatidio registra indipendentemente parte della luce riflessa da un oggetto e concorre alla formazione di un'unica immagine a mosaico. Quest'ultima si risolve, in condizioni di scarsa luminosità (coincidenti generalmente con i periodi di maggior attività di questo decapode), in una visione continua, anche se meno nitida della precedente.

Setole sensoriali sono distribuite lungo le antennule, sui pereopodi e sulle appendici dell'apparato boccale: i chemiocettori presenti su questi sensilli (= organi di senso degli artropodi) permettono all'animale di percepire stimoli olfattivi (con le antennule) provenienti da sorgenti distanti, e di percepire il "gusto" recependo molecole per contatto diretto con pereopodi ed apparato boccale.

L'equilibrio nei gamberi è mantenuto grazie alle statocisti presenti alla base di ciascun paio di antennule. Dal momento che la cavità interna delle statocisti è costituita da chitina, anche questa va incontro a muta come il resto dell'esoscheletro, quindi ad ogni muta il gambero deve ripristinare gli statoliti (corpuscoli costituiti da granelli di sabbia contenuti nelle statocisti) immergendo le chele nel sedimento e strofinandole sopra le statocisti (Holdich e Reeve, 1988).

## SISTEMA NERVOSO-MUSCOLARE

È costituito da un sistema gangliare con un paio di gangli per ogni segmento, uniti trasversalmente da una commessura e longitudinalmente ai gangli vicini.

Delle fibre nervose connettono i gangli alle appendici ed ai muscoli. Ci sono sei masse ganglionari addominali che innervano i muscoli motori dell'addome.

La muscolatura è striata (sia i muscoli scheletrici sia quelli viscerali e i muscoli cardiaci). I principali movimenti avvengono grazie a coppie di muscoli antagonisti (flessori ed estensori). La massa di muscoli più grande si trova nell'addome e viene comunemente chiamata “carne della coda” (Vogt, 2002).

## APPARATO DIGERENTE

È costituito da un tubo digerente che si divide in tre parti: lo stomodeo (intestino anteriore), l'intestino medio e il proctodeo (intestino posteriore). Lo stomodeo inizia con un corto esofago ed è composto dallo stomaco cardiaco e dallo stomaco pilorico (divisi da una depressione e dal piloro). Nello stomaco cardiaco si formano due concrezioni calcaree che prendono il nome di **gastroliti** (di cui si parlerà più diffusamente nel paragrafo dedicato al processo di muta); la parete stomacale è dotata di dentelli che formano il **mulino gastrico** il quale serve per tritare il cibo.

L'intestino medio è corto, comprende un ceco anch'esso ridotto, sulle cui pareti si apre l'epatopancreas: questo secerne gli enzimi digestivi, interviene nell'assorbimento dei prodotti della digestione e può accumulare glicogeno, grassi e sali minerali. L'ultima parte del tubo digerente è costituita dal proctodeo che termina, aprendosi all'esterno, con l'ano posizionato sulla superficie ventrale del telson. È da sottolineare che stomodeo e proctodeo, a differenza dell'intestino medio non chitinizzato, sono invaginazioni dell'esoscheletro e pertanto vengono rinnovate ad ogni muta.

## APPARATO RESPIRATORIO E CIRCOLATORIO

La respirazione dei gamberi avviene attraverso le **branchie**, situate nelle due camere branchiali, in ognuna delle quali si identificano 18 appendici branchiali. La corrente ventilante è creata dal movimento dello **scafognatite**, un processo semilunare della seconda mascella; l'acqua entra dalle aperture delle camere branchiali e dai margini liberi posteriori del carapace ed esce da due fori anteriori all'altezza dell'apparato boccale. La posizione protetta degli organi respiratori permette ai gamberi di sopportare periodi di emersione anche piuttosto lunghi, purché in ambiente umido.

La **circolazione** è di tipo aperto lacunare: l'emolinfa circola direttamente tra i vari organi, l'emocianina (il pigmento respiratorio) è associata al plasma (la componente liquida) e non alla componente cellulare.

Il **cuore** è situato nel seno pericardico in posizione dorsale all'interno del cefalotorace, si apre sul seno pericardico attraverso tre paia di ostii muniti di valvole che impediscono il reflusso del sangue. Dal cuore si



originano l'aorta anteriore e l'arteria posteriore: la prima si estende dorsalmente ed anteriormente per poi biforcarsi in due rami cefalici, la seconda forma un'arteria ventrale mediana ripartita in un ramo toracico ed uno addominale.

## APPARATO ESCRETORE

Le branchie intervengono attivamente nel processo di escrezione e osmoregolazione, tuttavia l'apparato escretore vero e proprio è costituito dalla **ghiandole del verde** o ghiandole antennali: queste sono formate da un sacco terminale ed un labirinto complesso, differenziato in una parte reticolata ed una spugnosa e tubuliforme e si apre nel canale deferente che sbocca nell'articolo basale delle antennule.

## RIPRODUZIONE

La maturità sessuale viene determinata dall'avvio della crescita allometrica, da cambiamenti fisiologici (maturazione delle ghiandole del bianco), dal comportamento (attività riproduttiva) e dalla produzione di uova. La crescita allometrica accentua il dimorfismo sessuale con il risultato che i maschi hanno chele più grosse, mentre le femmine hanno l'addome più ampio per proteggere le uova. L'età e le dimensioni dei riproduttori sono influenzate da fattori ambientali. Generalmente, nella specie di gambero autoctono, la maturità sessuale viene raggiunta nella terza-quarta estate di vita, allorché i maschi hanno raggiunto una lunghezza totale di circa 60-65 mm e le femmine di circa 55-60 mm.

I sessi sono separati. L'apparato genitale maschile è costituito da due testicoli posizionati dorsalmente nel torace i quali assumono una conformazione a Y, fondendosi posteriormente. Da ognuno di essi parte un lungo e circonvoluto spermidutto, che si prolunga nel canale deferente e sbocca in prossimità di una papilla genitale a livello del 5° paio di pereiopodi. Nelle femmine gli ovari hanno conformazione a Y e collocazione del tutto simili a quelle maschili. Gli ovidutti, invece, sono corti e sboccano all'esterno in corrispondenza del 3° paio di arti toracici.

L'accoppiamento avviene nella stagione autunnale, al diminuire della temperatura dell'acqua ed è determinato indirettamente anche dal fotoperiodo (Reynolds, 2002). Inizia con una fase di corteggiamento (stimoli tattili ed olfattivi) da parte del maschio, il quale, se la femmina non accetta il contatto, può diventare molto violento tanto da mutilarla o perfino ucciderla. Nel migliore dei casi, il maschio riesce, grazie alle chele, a ribaltare la femmina e a deporre il liquido spermatico prima sulla piastra spermatoforica, poi attorno agli orifici esterni degli ovidutti. A contatto con l'acqua il liquido spermatico gelifica ed assume un aspetto vermicolare (**spermatofore**).

La femmina ripiega la coda su se stessa formando una sorta di camera d'incubazione, le ghiandole tegumentarie secernono abbondante muco che, contestualmente all'emissione delle uova, scioglie le spermatofore e libera gli spermatozoi. La secrezione mucosa solidifica a contatto con l'acqua ed include le

uova fecondate che aderiscono così ai pleopodi materni, grazie alla solidificazione del muco in filamenti elastici. La femmina si ritira quindi in un rifugio, dove continuerà a mantenere ossigenate e pulite le uova, grazie al movimento continuo dei pleopodi, fino alla schiusa primaverile-estiva. Ogni femmina depone da 50 a 100 uova circa. Nei gamberi delle acque temperate, l'incubazione coincide con la stagione più fredda e dura mediamente 6-7 mesi, che si protraggono fino a 8-9 in condizioni climatiche estreme (Mancini, 1986). Il periodo che intercorre tra la fecondazione delle uova e la loro schiusa è influenzato, sempre entro i limiti della biologia di ogni specie di gambero, dalla temperatura, il cui incremento provoca una diminuzione del periodo di incubazione; quindi i gradi-giorno necessari alla schiusa risulterebbero inversamente proporzionali alla temperatura dell'acqua (Celada et al. 1991). Il numero di **gradi-giorno** indica quanti giorni sarebbero necessari per arrivare alla schiusa delle uova se ci fosse la temperatura costante di 1° C e viene calcolato sommando le temperature medie giornaliere per tutto il periodo dell'incubazione. In uno studio su *A. pallipes* (Celada et al., 1991), dove le femmine ovigere sono state mantenute in laboratorio a una temperatura costante di  $15.5^{\circ} \pm 0.5^{\circ} \text{C}$ , tra l'emissione delle uova e la loro schiusa sono intercorsi 82 giorni, che corrispondono a 1271 gradi-giorni ( $= 15.5 \times 82$ ).

Dopo la schiusa, il piccolo gambero si appende con le chele ai pleopodi materni e resta da 1 a 4 giorni circa, senza nutrirsi attivamente, ma assorbendo le riserve alimentari del sacco vitellino collocato dorsalmente al cefalotorace.

## MUTA ED ACCRESCIMENTO

Il gambero di acqua dolce, così come gli altri Malacostraci, ha uno sviluppo diretto, dal momento che gli stadi larvali di *nauplius* e *metanauplius* (tipici di diversi crostacei) avvengono già nell'uovo, prima della schiusa.

Il gambero visto che non è in grado di accrescere le proprie dimensioni in maniera graduale, a causa della presenza del rigido esoscheletro chitinoso, va incontro a **muta o ecdisi**: processo durante il quale l'animale si libera della vecchia cuticola, dopo averne secreta una nuova. Il processo di muta coinvolge la cuticola di tutte le parti dell'esoscheletro, dalla superficie degli occhi e degli altri organi di senso fino ai rivestimenti ectodermici dell'intestino anteriore e posteriore.

La prima muta avviene dopo circa una settimana dalla schiusa, a questo punto il piccolo gambero ottiene una morfologia del tutto simile a quella di un individuo adulto ed è in grado di alimentarsi in maniera autonoma ed attiva.

La **muta** è controllata da due ghiandole: l'organo X (o ghiandola sinusale), neuroendocrino, e l'organo Y epiteliale. L'organo Y secerne l'ormone ecdisone della muta, e subisce alterazioni cicliche durante le fasi

della muta. L'organo X, situato nel peduncolo oculare, inibisce la funzione dell'organo Y attraverso l'ormone MIH (Moult Inhibiting Hormone), abbassando i livelli di ecdisione durante il periodo di intermuta.

Sono state riconosciute quattro fasi di muta:

- 1) pre-muta (pro-ecdisi)
- 2) muta (ecdisi)
- 3) post-muta (post-ecdisi)
- 4) inter-muta (inter-ecdisi)

Nel periodo di premuta l'organo Y aumenta di volume e secerne ecdisoni, il carapace si ammorbidisce, la parete interna del cefalotorace si scioglie producendo il liquido exuviale (questo separa il vecchio scheletro dal nuovo e, contenendo chitinasi e proteinasi, degrada gradualmente la vecchia endocuticola) e sostanze minerali inorganiche necessarie alla formazione del nuovo tegumento vengono mobilizzate dalla cuticola: sono sali, soprattutto di calcio, che vengono accumulati nell'epatopancreas, nell'emolinfa e nei sopracitati **gastroliti**. I gastroliti sono due concrezioni calcaree di forma semisferica costituite dall'80% di  $\text{CaCO}_3$  e  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , che si accrescono fino ad arrivare a costituire dal 3 al 5 % del peso totale del gambero.

Il passaggio più importante di questa fase è l'abbondante accumulo di acqua: questo porta alla disarticolazione e al distacco del corpo dal vecchio esoscheletro, ma soprattutto all'apertura della finestra cefalotoracica, fessura tra cefalotorace ed addome.

L'ecdisi dura da pochi minuti a qualche ora, in base alle dimensioni dei gamberi. L'animale ha bisogno di spazi ampi per potersi muovere attraverso movimenti vibratorii delle antenne, piegando ed estendendo l'addome, battendo gli arti gli uni contro gli altri, fino a che la giuntura membranosa che lega la parte aborale al primo segmento addominale si strappa; l'animale si riposa e poi riprende a muoversi ritraendo gli arti e tutte le appendici fino a fuoriuscire completamente dall'exuvia attraverso la finestra cefalotoracica (Figura 3).

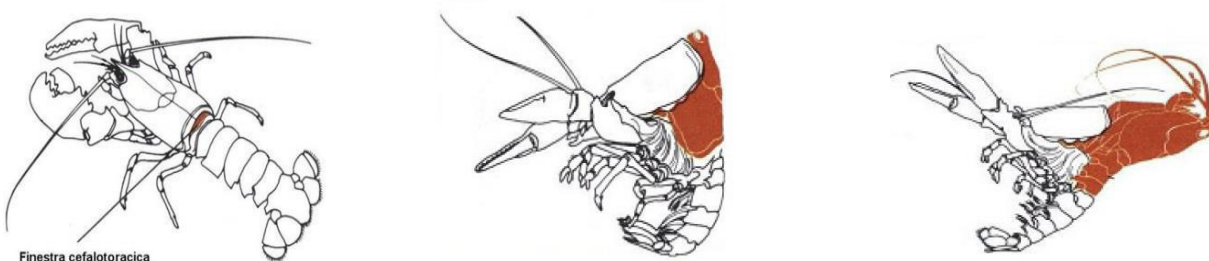


Figura 3 – Fasi del processo di exuviazione. Si noti in rosso il nuovo esoscheletro.

Il gambero a questo punto (fase di post-muta) ha il corpo molle, rimane apatico per diverse ore, poi, una volta completata la sclerificazione dei pereiopodi, cerca un rifugio dove passare questo periodo di elevata vulnerabilità. Il processo di indurimento inizia a livello di arti, apparato boccale e mulino gastrico (strutture senza le quali il gambero non potrebbe nutrirsi) e si estende poi a cefalotorace ed addome. La sclerificazione avviene mediante l'assorbimento di calcio dei gastroliti (i quali diminuiscono in peso fino a dissolversi) soprattutto a livello di epitelio intestinale ed epatopancreas, e dall'ambiente acquatico circostante. Per questo motivo, il calcio disciolto nell'acqua potrebbe costituire un fattore limitante per questi animali; è possibile inoltre che l'elevata richiesta di reintegrazione di calcio post-muta possa essere aiutata cibandosi dell'exuvia.

Dopo 2-4 giorni inizia la fase, più lunga, di inter-muta, durante la quale l'animale si alimenta attivamente e ricomincia ad accumulare nutrienti per la muta successiva.

E' possibile distinguere due patterns di crescita nei gamberi, legati alle **due diverse strategie evolutive  $r$  e  $K$** : nelle specie subtropicali (come *Procambarus clarkii*), evolutesi con una strategia- $r$ , tipica di specie invasive, la crescita è continua e più veloce. In *Austropotamobius pallipes*, invece, si assiste ad una strategia- $K$  che comporta una crescita stagionale, regolata dalla temperatura dell'acqua, tipica di aree a clima temperato.

L'accrescimento, soprattutto nei gamberi adulti, varia tra maschi e femmine: le femmine mutano meno spesso, e non nel periodo di incubazione delle uova, inoltre l'incremento di lunghezza per muta è inferiore a quello dei maschi, dal momento che la produzione e l'incubazione delle uova costituiscono un grosso dispendio energetico che viene investito a scapito della crescita della madre (Reynolds, 2002).

L'età e le dimensioni dei gamberi riproduttori sono influenzate da fattori ambientali. Diversi autori si sono basati sulla presenza delle ghiandole del bianco per distinguere le femmine mature e dei gonopodi biancastri nei maschi.

## MUTILAZIONI E RIGENERAZIONE

Il gambero è in grado di praticare l'**autotomia**, ovvero un'auto-amputazione di arti ed appendici, e in seguito di rigenerare la parte mancante nel corso delle mute successive. L'autotomia può avvenire durante competizioni intra ed inter-specifiche per l'accesso a risorse di cibo, a rifugi e durante l'accoppiamento (Mariappan, 2000). L'auto-amputazione è praticata anche per liberare un arto o appendice bloccato da un qualsiasi tipo di impedimento, come meccanismo antipredatorio, oppure ancora ci sono dimostrazioni che l'autotomia avvenga in caso di appendici compromesse, per evitare il diffondersi di possibili infezioni (Mc Vean Findlay, 1979).

L'auto-amputazione di arti ed appendici avviene sempre lungo piani di rottura predefiniti. Gli svantaggi di questo meccanismo sono costituiti da difficoltà nella locomozione, scarsa efficacia nella ricerca ed assunzione del cibo, per i maschi anche inefficienza nella competizione per l'accesso ai partners sessuali e difficoltà meccaniche durante l'accoppiamento (senza chele o con chele rigenerate, il maschio difficilmente riesce a ribaltare la femmina per fecondarla).

I gamberi amputati perdono emolinfa abbondantemente e rischierebbero di morire se non si formassero rapidamente prima una crosta e poi un rivestimento cuticolare. Successivamente all'amputazione, si sviluppa una papilla che assumerà, nel corso di diverse mute, la forma normale dell'arto. Non c'è un numero preciso di mute necessarie alla completa rigenerazione dell'arto, dipende dalle dimensioni dell'animale e dell'appendice amputata.

## ELEMENTI DI ECOLOGIA

### HABITAT

*Austropotamobius pallipes* si trova, più comunemente, in acque correnti limpide, ben ossigenate, con fondali coperti da ciottoli o limo. Preferisce acque poco profonde (circa 1 metro), il cui substrato presenti anfratti o tane ideali per trovare rifugio. Nonostante il gambero possa colonizzare i biotopi più disparati, l'habitat tipico è costituito da piccoli torrenti collinari a corso lento, ma anche da laghi naturali o fiumi artificiali, qualora ricevessero un ininterrotto apporto di acque fresche da fiumi immissari. La specie è particolarmente esigente riguardo il contenuto in ossigeno, che deve essere sempre piuttosto elevato (non tollera concentrazioni inferiori a 5mg/L per oltre 48 ore) e alla temperatura, che non deve oltrepassare i 22-23 °C, se non per brevi periodi di tempo. È un animale strettamente stenoionico, presentando valori ottimali di pH tra 6,8 e 8. L'ambiente acquatico deve fornire una concentrazione di calcio disciolto variabile tra 2,7 ppm e 140 ppm, con valori ottimali tra 50 e 100 ppm.

La specie sembra soffrire per qualunque forma d'inquinamento delle acque; in caso di alterazione ambientale, il gambero di fiume tende a spostarsi, se possibile, in un tratto di torrente più idoneo. *Austropotamobius pallipes* è stato a lungo ritenuto un bioindicatore di qualità dell'acqua, tuttavia, sembra tollerante a un certo grado di eutrofizzazione e di acidità; è comunque sensibile all'inquinamento organico che riduce il livello di ossigeno nell'ambiente acquatico, e in particolare ai pesticidi. È stato quindi suggerito, dopo ampi dibattiti e numerose ricerche, che questo gambero sia da considerarsi **un indicatore di qualità ambientale** (qualità intesa soprattutto come eterogeneità di ambienti e disponibilità di rifugi) piuttosto che un bioindicatore. I rifugi hanno natura eterogenea, dai tronchi e ceppi sommersi alle lettiere di rami e

foglie, agli anfratti rocciosi e a vere e proprie tane scavate dall'animale lungo le rive del corpo idrico, dove è possibile.

*Austropotamobius pallipes* è un animale con **un'attività prevalentemente crepuscolare** condizionata, oltre che dalla luce, anche dalla temperatura dell'acqua. Il gambero è fondamentalmente un animale solitario con tendenze territoriali più accentuate nei maschi, soprattutto in concomitanza del periodo riproduttivo allorché aumenta anche la mobilità di entrambi i sessi. Pur non potendo essere definiti completamente notturni, i gamberi hanno abitudini marcatamente crepuscolari e lucifughe, quando la caccia occupa gran parte della loro attività. Il gambero trascorre la maggior parte del giorno nascosto in anfratti rocciosi o in tane da esso stesso scavate lungo le rive dei corsi d'acqua.

## ALIMENTAZIONE

*Austropotamobius pallipes* è essenzialmente **detritivoro**, ma può assumere un comportamento politrofico ed opportunistico; è in grado di modificare la propria attività alimentare durante il ciclo vitale. La sua **dieta è onnivora**: gli individui si nutrono di prede animali di ogni genere (larve acquatiche di insetti, piccoli crostacei bentonici, molluschi, anellidi, anfibi, piccoli pesci) e di componente vegetale (detriti, foglie di piante acquatiche, foglie decidue di piante terrestri). I giovani gamberi tendono a procacciarsi prede animali, mentre gli adulti sono generalmente detritivori ed erbivori. Eventi di cannibalismo ai danni di individui giovani, appena mutati o deceduti per patologie sono piuttosto comuni.

Il detrito viene considerato un alimento altamente nutrizionale (D'Abramo et al., 1989), grazie alla presenza di batteri e funghi simbiotici che alterano la sua composizione. Nel primo periodo di vita, i gamberi non sono in grado di catturare prede acquatiche mobili, ricorrono quindi alla predazione di animali passivi, in particolare larve d'insetti.

Il cannibalismo è considerato un requisito dietetico supplementare specialmente quando la richiesta metabolica per il calcio è elevata. In *A. pallipes*, al contrario di *P. leniusculus* e *P. clarkii*, il cannibalismo è raro, anche se i piccoli gamberi sembrano vulnerabili alla predazione da parte di individui più grandi; al contrario, il consumo della propria exuvia post-muta è frequente (Lodge et al., 1994). In inverno, i gamberi mostrano una ridotta attività, proteggendosi sotto ciottoli o scovando rifugi.

## DISTRIBUZIONE IN TEMPI STORICI ED ATTUALE

Poiché in alcuni territori *A. pallipes* è stato introdotto, il suo areale originario è di complicata interpretazione. Grazie ai risultati di recenti indagini genetiche, si è accertato che in Irlanda e nel Regno

Unito è stato traslocato in epoca medievale dai monaci francesi, che apprezzavano molto la carne dei gamberi (Gherardi, 2011); anche in Corsica (Arrignon, 1996) e nel Liechtenstein è stato introdotto in tempi storici (Figura 4). Come riportato dal Prof. Decio Vinciguerra (1899) in una relazione presentata alla Commissione Consultiva della Pesca alla fine del XIX secolo, lo stato dei gamberi d'acqua dolce in Italia risultava già gravemente compromesso. L'autore auspicava lo sviluppo dell'astacicoltura, che avrebbe dovuto sostituirsi alla pesca per far fronte alla contrazione delle popolazioni naturali, e l'introduzione di altre specie particolarmente apprezzate dal mercato europeo (Morpurgo et al., 2010).

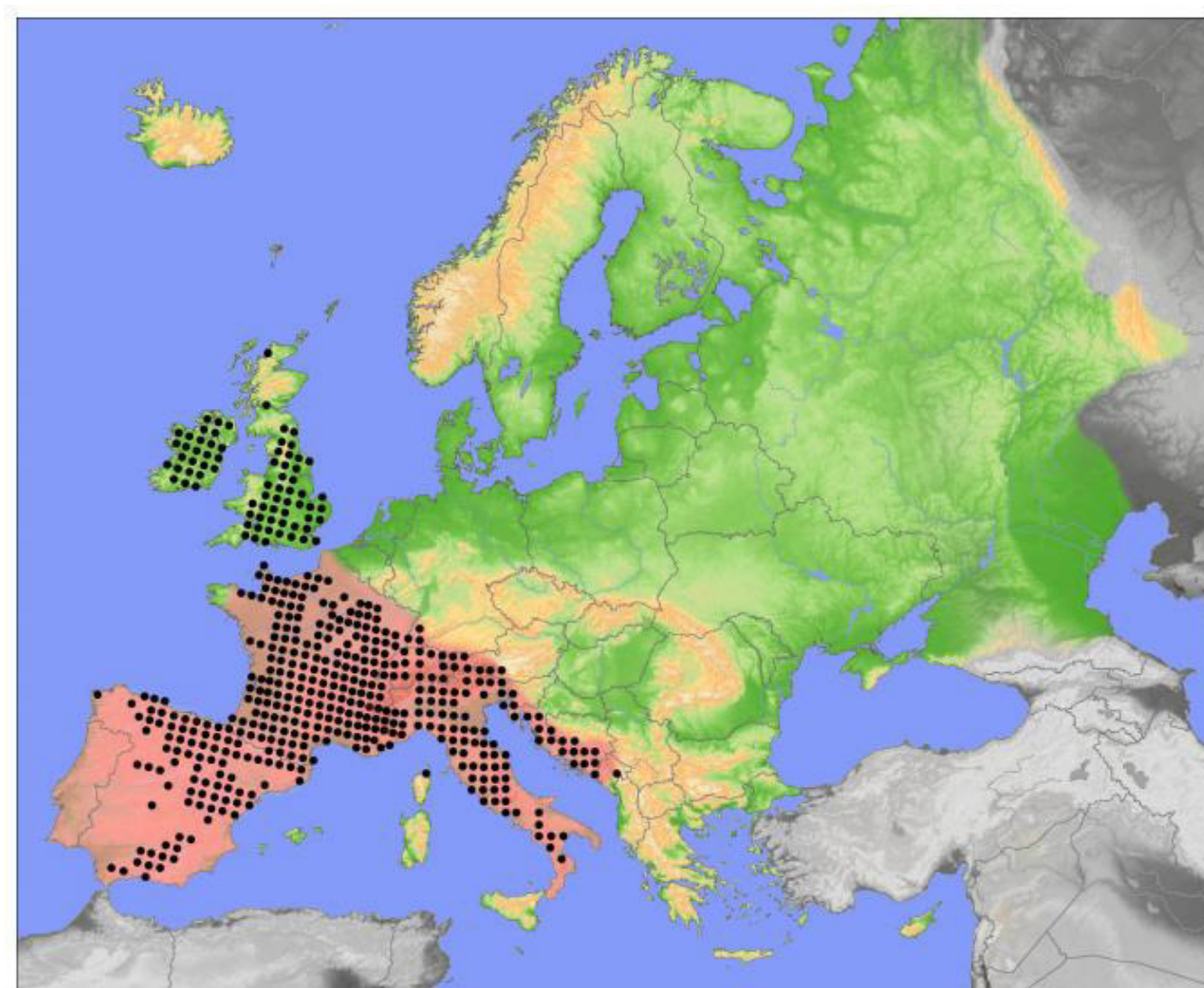


Figura 4 – Distribuzione di *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858). In rosso è indicato il presunto areale originario (da Kouba et al., 2014).

## MINACCE ALLA CONSERVAZIONE DEL GAMBERO

Negli ultimi decenni, la diffusione delle specie di gambero alloctono, il degrado ambientale, l'inquinamento delle acque, lo sfruttamento della risorsa idrica e le conseguenze dei cambiamenti climatici hanno



contribuito all'isolamento delle popolazioni di *A. pallipes* (Nardi et al., 2005; Füreder et al., 2010). Le popolazioni residue sono sempre più confinate nei corsi di collina, pedemontani, dove l'attività antropica è ridotta e dove non sono ancora presenti gamberi alloctoni. Tutti questi fattori hanno determinato uno scenario di **isolamento spaziale e genetico** con la formazione di vere e proprie meta-popolazioni, ovvero popolazioni originariamente connesse, ma che attualmente non sono più in contatto.

## LA PESTE DEL GAMBERO

La minaccia più grave per le popolazioni di gambero autoctono è rappresentata da un fungo, praticamente invisibile ad occhio nudo, che si chiama ***Aphanomyces astaci*** Schikora 1906, ed è un oomicete appartenente alla famiglia delle Saprolegniacee. L'infezione, **afanomicosi o peste del gambero**, si propaga nell'acqua tramite le zoospore prodotte in gran numero entro un ambito di temperature assai ampio (da 2 a 25 °C).

Questo patogeno è incluso tra le 100 specie più invasive al mondo secondo il *Global Invasive Species Specialist Group* dello IUCN. Le **specie di gambero nordamericane** come *Pacifastacus leniusculus*, *Procambarus clarkii* e *Orconectes* spp., sono **resistenti e fungono da vettori della malattia**. Le specie nordamericane hanno una risposta immunitaria più efficace e rapida nei confronti di *A. astaci* e riescono così a contenere le ife nella porzione più superficiale dell'esoscheletro mediante un'elevata produzione di melanina che possiede attività micostatica. I gamberi così appaiono sani, ma sono portatori del patogeno, che è in grado di infettare le specie autoctone.

**La peste si trasmette prevalentemente da gambero autoctono infetto o gamberi alloctoni portatori asintomatici, tramite acqua contaminata a individui autoctoni sani.** Le zoospore rimangono vitali nel muco della pelle e del tratto intestinale dei pesci, quindi l'introduzione di materiale ittico da ripopolamento può facilitare la diffusione di *A. astaci* anche per la presenza di spore nell'acqua di trasporto. In condizioni ideali, anche piccole quantità di acqua sono in grado di trasferire sufficienti zoospore per infettare un nuovo corpo idrico. A 20 °C, la densità di 1,3 zoospore/ml di acqua è sufficiente ad infettare gamberi sensibili. Quando si manifesta la malattia in specie autoctone, la mortalità, rapida ed elevatissima, arriva a coinvolgere quasi il 100% della popolazione. La morte di tutti i gamberi si verifica entro 6-10 giorni. La malattia, 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 vivi dopo un episodio di peste, se ciò si verifica si deve ad una mancata esposizione al patogeno (animali presenti in corsi d'acqua tributari).

I gamberi che vengono infettati da *A. astaci* appaiono apatici, si mostrano in pieno giorno a differenza delle loro caratteristiche crepuscolari-notturne, tentano di arrampicarsi sulle sponde; se prelevati dall'acqua lasciano penzolare le chele e possono presentare zone dell'esoscheletro addominale e della muscolatura



sottostante di colore nettamente più pallido rispetto al gambero sano. Al culmine dell'infezione i soggetti si rovesciano sul dorso, muovono convulsamente le appendici e non riescono a raddrizzarsi. Talvolta la morte si manifesta per paralisi.

La prima segnalazione di mortalità di gamberi d'acqua dolce in Europa si è verificata in Italia nel bacino del fiume Po nell'estate 1859, quando Prof. Emilio Cornalia riporta, negli "Atti della società italiana di scienze naturali", l'adunanza del 28 novembre 1860 sulla malattia dei gamberi, riferendosi alla massiccia moria di gamberi di fiume che si verificò in Lombardia, soprattutto nelle province di Milano e Brescia.

**Prevenzione.** Data la virulenza della malattia risulta fondamentale una buona prevenzione. Le misure preventive secondo *Australian Aquatic Veterinary Emergency Plan Disease - Strategy Crayfish plague* (Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, 2005) e *Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals* (Oidtmann, 2014) sono:

- evitare la movimentazione di gamberi vivi o morti, potenzialmente infetti, di acqua o attrezzatura contaminata, verso aree indenni ospitanti popolazioni suscettibili;
- evitare la movimentazione ed il rilascio di specie ittiche provenienti da aree soggette ad episodi di afanomicosi;
- evitare la cattura accidentale di gamberi alloctoni, possibili vettori di *A. astaci*, durante le movimentazioni di fauna ittica tra bacini diversi;
- informare la popolazione sui danni provocati dai gamberi alloctoni, in particolare le specie nord-americane;
- applicare una corretta disinfezione di attrezzatura (guadini, nasse, stivali, natanti e veicoli) utilizzata durante i campionamenti, in particolare se ci si trova in bacini con fenomeni di mortalità sospetta o con presenza di specie di gamberi alloctoni.

# LE ALTRE SPECIE DI GAMBERO AUTOCTONO IN EUROPA

In Europa sono presenti due generi di gambero autoctono: ***Astacus*** e ***Austropotamobius***.

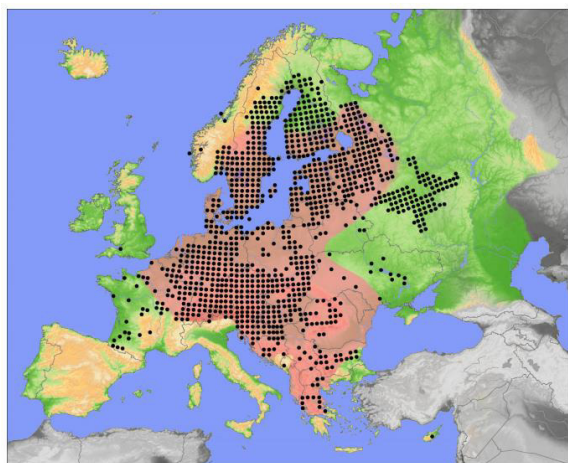
Oltre alla specie nativa *Austropotamobius pallipes*, in Italia, solo in Friuli Venezia Giulia, si trovano alcune popolazioni di ***Austropotamobius torrentium*** (Figura 5 – d) tipico gambero di acque fredde dei piccoli torrenti montani; anche le popolazioni di questa specie si trovano in declino.

Al genere *Astacus* appartengono tre specie di gambero autoctono europeo: ***Astacus astacus***, *Astacus leptodactylus*, *Astacus pachypus*. Il primo, chiamato anche Gambero europeo, è diffuso in tutto il Centro e Nord Europa (Figura 5 – a) e si trova nei fiumi, laghi, stagni sia in pianura sia in collina, dove la disponibilità di rifugi è elevata.

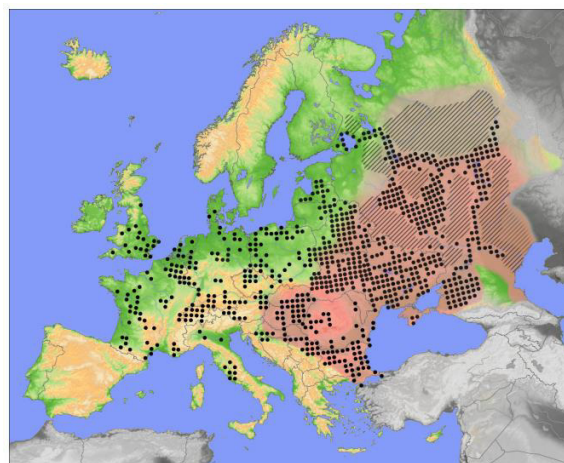
***Astacus leptodactylus***, chiamato anche Gambero turco, ha la caratteristica di vivere sia nelle acque dolci continentali sia nelle acque salmastre degli estuari nell'Europa Orientale (Figura 5 – b); è un gambero attivo anche durante il giorno e durante l'inverno.

***Astacus pachypus*** (Figura 5 – c) è autoctono della Russia, Ucraina, Azerbaijan, Turkmenistan e Kazakhstan (Kouba et al., 2014); si può trovare sia nei fiumi sia nelle lagune salmastre, ma in generale è una specie poco studiata e quindi ancora poco conosciuta.

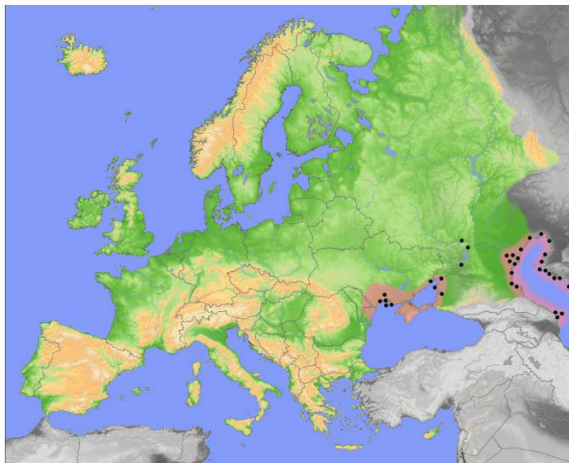
Tutte queste specie sono sensibili alla **peste del gambero**, per cui le popolazioni possono morire come avviene per la nostra specie *Austropotamobius pallipes*.



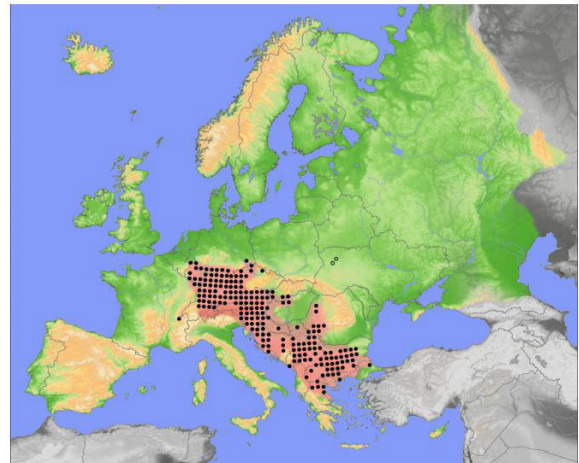
a) *Astacus astacus* (Linnaeus, 1758)



b) *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)



c) *Astacus pachypus* (Rathke, 1837)



d) *Austropotamobius torrentium* (Schränk, 1803)

Figura 5 – Distribuzione delle altre specie di gambero autoctono presenti in Europa. In rosso è indicato il presunto areale originario (da Kouba et al., 2014).

# LE SPECIE DI GAMBERO ALLOCTONE INVASIVE

Una **specie alloctona** (o aliena o esotica) è una specie che è stata trasportata al di fuori del suo areale originario dall'azione volontaria o involontaria dell'uomo.

La specie alloctona può diventare **invasiva** nel caso in cui incontri nel nuovo areale le condizioni ottimali per la sua sopravvivenza e riproduzione. Secondo la definizione fornita dalla IUCN (*International Union for Conservation of Nature*), le specie alloctone diventano invasive (IAS = *Invasive Alien Species*) quando la loro diffusione minaccia la biodiversità e/o causa gravi danni alle attività dell'uomo e/o ha effetti negativi sulla sua salute.

Nonostante queste premesse è necessario tenere presente che non tutte le specie alloctone diventano invasive nel nuovo areale, ma possono restare "casuali", quando non riescono a mantenere le loro popolazioni per lunghi periodi, o "naturalizzate", nel caso in cui riescano a riprodursi in modo sistematico senza l'intervento dell'uomo, ma non presentino caratteri di invasività.

Il numero di specie alloctone che diventeranno invasive segue la cosiddetta "*Tens rule*" la quale afferma che solo il 10% delle specie introdotte diventeranno casuali, tra queste solo il 10% diventeranno naturalizzate e tra queste ultime solo il 10% saranno effettivamente invasive; secondo la *Tens rule* dunque, tra le specie introdotte circa una ogni mille presenterà caratteri di invasività (Williamson e Fitter, 1996).

## DANNI PROVOCATI DALLE SPECIE INVASIVE

**L'introduzione di specie alloctone rappresenta la seconda causa di perdita di biodiversità sul nostro pianeta;** inoltre numerosi studi hanno rilevato come i maggiori problemi biologici ed ecologici siano legati all'introduzione di specie alloctone in ambienti d'acqua dolce, anche perché in questo contesto sono maggiori le difficoltà di eradicazione (Gherardi, 2006; Fenoglio e Bo, 2009).

Gli impatti dei gamberi alloctoni invasivi, in primis *Procambarus clarkii*, sono riportati dal *Global Invasive Species Database* e qui di seguito riassunti:

- impatti sulle popolazioni di gamberi d'acqua dolce autoctoni, a causa di fenomeni di competizione e trasmissione della peste del gambero;

- riduzione di biomassa e biodiversità delle macrofite acquatiche a causa dell'intensa erbivoria;
- alterazione della qualità dell'acqua ed aumento del rilascio di nutrienti dai sedimenti, a causa delle attività di alimentazione e frequente scavo;
- competizione e predazione di organismi acquatici quali molluschi, anfibi, macroinvertebrati e pesci;
- impatti sull'agricoltura e l'acquacoltura dovuti alle attività di scavo, che possono danneggiare argini, dighe ed impianti di irrigazione, causando perdite d'acqua e danni alle coltivazioni, anche per consumo diretto delle specie vegetali coltivate;
- le attività economiche legate alla pesca subiscono gli effetti causati da danni alle reti, predazione delle uova dei pesci;
- accumulo di tossine e metalli pesanti che possono esser trasferiti lungo la catena alimentare;
- funzione di ospite intermedio di trematodi del genere *Paragonimus*, potenziali patogeni umani;
- fonte primaria di cibo per una serie di altre specie invasive, come ad esempio il Persico trota;
- serie di effetti a cascata sugli ecosistemi che colonizza.

## LEGISLAZIONE EUROPEA

Già dall'inizio degli anni 2000, sono stati affrontati diversi temi riguardanti le specie invasive e la loro relazione con le aree protette, il commercio di animali, la prevenzione, la valutazione del rischio, gestione ed eradicazione. Nonostante l'elevato livello tecnico-scientifico dei paesi europei, in questo ambito sono stati realizzati pochi programmi di eradicazione, spesso inadeguati ai tempi rapidi di diffusione di queste specie, rendendo gli interventi effettuati in ritardo alquanto inutili al fine di contenere o eliminare le specie invasive.

L'Europa deve quindi significativamente aumentare la propria capacità di risposta, e per questo è necessario sviluppare politiche nazionali e regionali, coordinate e integrate in un vero e proprio sistema d'azione.

Il Consiglio Europeo ha approvato il regolamento (UE 1143/2014) che introduce le norme relative alle specie aliene invasive e il provvedimento è entrato in vigore dal 1° Gennaio 2015. Il regolamento è un passo fondamentale verso il raggiungimento degli obiettivi dell'UE per il 2020 a tutela della biodiversità, oltre al rispetto dell'impegno, nell'ambito della Convenzione sulla diversità biologica, di stabilire regole per affrontare le minacce messe in atto da tali specie.

Il regolamento permette all'Europa di avere un sistema efficace atto a impedire l'introduzione e la diffusione di specie che possono causare effetti negativi significativi sull'ambiente, l'economia e la salute

umana. Il sistema è basato su un **elenco di specie d'interesse dell'Unione**, da elaborare con gli Stati membri sulla base di valutazioni del rischio complete e solide prove scientifiche.

La lista si concentra sulle specie che causano i danni più gravi; nel considerare quali specie faranno parte della lista vengono presi in considerazione, tra i vari fattori, i benefici socio-economici e i possibili danni ai settori commerciali coinvolti.

Tutte e tre le più diffuse specie alloctone invasive presenti in Italia, *Procambarus clarkii*, *Orconectes limosus* e *Pacifastacus leniusculus*, sono state da subito inserite nella lista di specie di interesse unionale, in quanto le loro caratteristiche corrispondono a tutti i requisiti richiesti.

Una politica efficace, come sottolineato dai principi guida adottati in ambito della Convenzione per la Diversità Biologica (CBD), dovrebbe basarsi su un approccio gerarchico:

1. **Priorità alla prevenzione di ulteriori introduzioni.** Evitare la diffusione negli Stati membri è di norma la soluzione che offre il migliore rapporto costi-benefici e si rivela preferibile dal punto di vista ambientale rispetto alle misure da adottare una volta che le specie invasive sono penetrate e si sono stabilizzate.
2. **Eradicazione dei nuclei introdotti** quando la prevenzione fallisce. In caso di introduzione sono essenziali una diagnosi rapida e interventi tempestivi per prevenire la stabilizzazione: solitamente risulta preferibile eradicare gli organismi quanto prima
3. **Controllo e contenimento geografico delle specie naturalizzate.** Qualora non fosse possibile eradicare la nuova specie o non siano disponibili le risorse necessarie, dovranno essere previste misure di contenimento e di monitoraggio a lungo termine.

## **PROCAMBARUS CLARKII**

Il Gambero rosso della Louisiana *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) è un gambero d'acqua dolce nativo degli Stati Uniti centro-meridionali e del Messico nordorientale. Nelle Figure 6 e 7 si riporta l'areale di distribuzione nel mondo e in Europa.



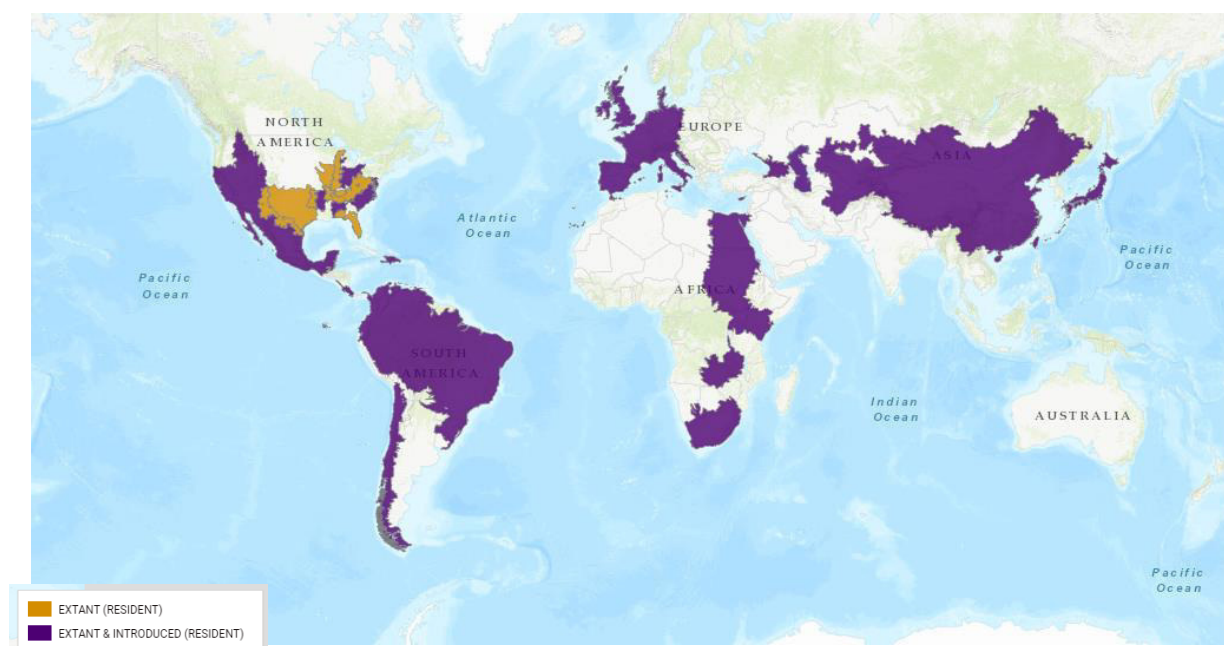


Figura 6 – Distribuzione di *Procambarus clarkii*. In giallo l'areale di origine, in viola l'areale di invasione (da Crandall, 2010).

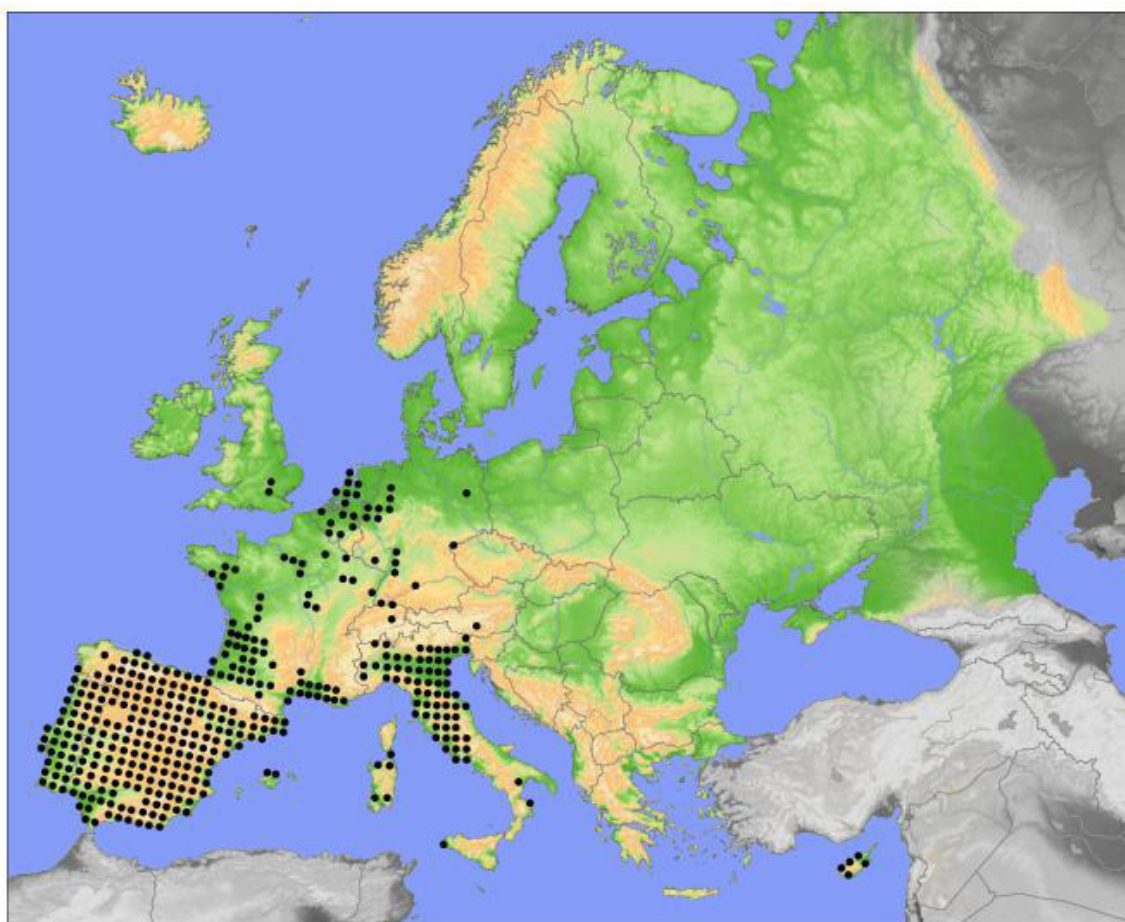


Figura 7 – Distribuzione di *Procambarus clarkii* in Europa (da Kouba et al., 2014).

L'introduzione di *Procambarus clarkii* in Europa è stata inizialmente motivata dal tentativo di risolvere alcuni problemi ecologici ed economici, dovuti alla sostanziale scomparsa della specie nativa *Austropotamobius pallipes*. Pertanto nel 1974 sono stati importati *P. clarkii* dalla Louisiana (U.S.A.) nel bacino del Guadalquivir, in Spagna. Solo sei anni dopo l'introduzione, però, la specie aveva già colonizzato tutte le risaie di Siviglia, diventando in breve tempo una "peste" per le attività agricole. La specie ha poi raggiunto l'Italia, la Toscana, in seguito ad importazioni dalla Spagna per scopi commerciali all'inizio degli anni '90. successivamente la specie ha colonizzato velocemente numerosi ambienti di acqua dolce in tutta Italia, isole comprese.

**Questa specie può abitare una grande varietà di ambienti di acqua dolce, tra i quali fiumi, laghi, stagni e canali, oltre che paludi ed acquitrini soggetti a variazioni stagionali o ambienti particolarmente disturbati, quali risaie o bacini idrici artificiali.**

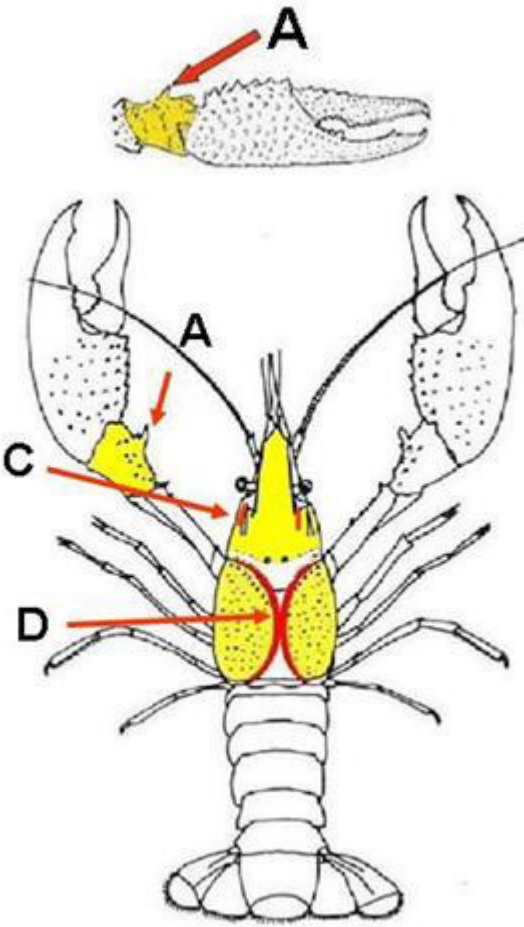
Le popolazioni si sviluppano particolarmente in zone umide con acque calde e poco profonde, mentre hanno meno successo al crescere dell'altitudine o della velocità della corrente. La specie è estremamente adattabile e tollerante ad un'ampia serie di condizioni ambientali, quali moderata salinità delle acque, bassi livelli di ossigeno, temperature molto elevate ed inquinamento. *Procambarus clarkii* inoltre è in grado di respirare fuori dall'acqua sfruttando l'umidità delle branchie e può fronteggiare periodi siccitosi o troppo freddi scavando buche profonde anche 40-90 cm, sia negli argini sia sul fondo (Mazzoni et al., 2004). *Procambarus clarkii* è considerato un gambero onnivoro opportunista, ma con una dieta basata principalmente sul consumo di vegetali. La specie è *r*-stratega e la sua biologia prevede il raggiungimento della maturità sessuale entro il primo anno di vita e un ciclo vitale piuttosto breve, a fronte di crescita veloce ed elevata fecondità. Le uova sono molto più piccole (0,4 mm di diametro) e numerose rispetto a quelle prodotte dalla specie autoctona.

**Gli adulti di *Procambarus clarkii* hanno tipicamente un colore rosso brillante, che può variare verso tonalità più scure o bluastre, mentre i giovani sono grigio-verdastri.**

Si tratta di una specie di dimensioni medio-grandi e gli adulti possono raggiungere da 10, fino anche a 20 cm di lunghezza corporea totale. Le chele sono ben sviluppate ed appuntite, dalla superficie molto rugosa. Il carpopodite presenta una **caratteristica spina** che non è presente nelle specie autoctone. Il rostro è privo della cresta mediana, mentre i **solchi bradiocardici si uniscono lungo la linea mediana**.



Segue una scheda di riconoscimento; evidenziate in giallo le zone con le caratteristiche da osservare.

<i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852)	Caratteristiche
 <p>The diagram illustrates the morphology of <i>Procambarus clarkii</i>. It includes a detailed view of the right carapodite (top) and a full dorsal view of the crayfish (bottom). Key features are highlighted in yellow and labeled with red arrows and letters: 'A' points to the spine on the carapodite; 'C' points to the post-orbital crests on the carapace; 'D' points to the fused median sulci on the carapace. The entire carapace and the areas indicated by C and D are colored yellow in the diagram.</p>	A — <b>sperone evidente</b> sul carpopodite
	C — un paio di creste post-orbitali
	D — <b>solchi uniti</b> sul carapace
	colore da rosso brillante a bruno-violaceo; i giovani sono spesso brunastrì

## ORCONECTES LIMOSUS

Il Gambero americano *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) è un gambero d'acqua dolce nativo degli Stati Uniti e del Canada orientali. Nelle Figure 8 e 9 si riporta l'areale di distribuzione nel mondo e in Europa.

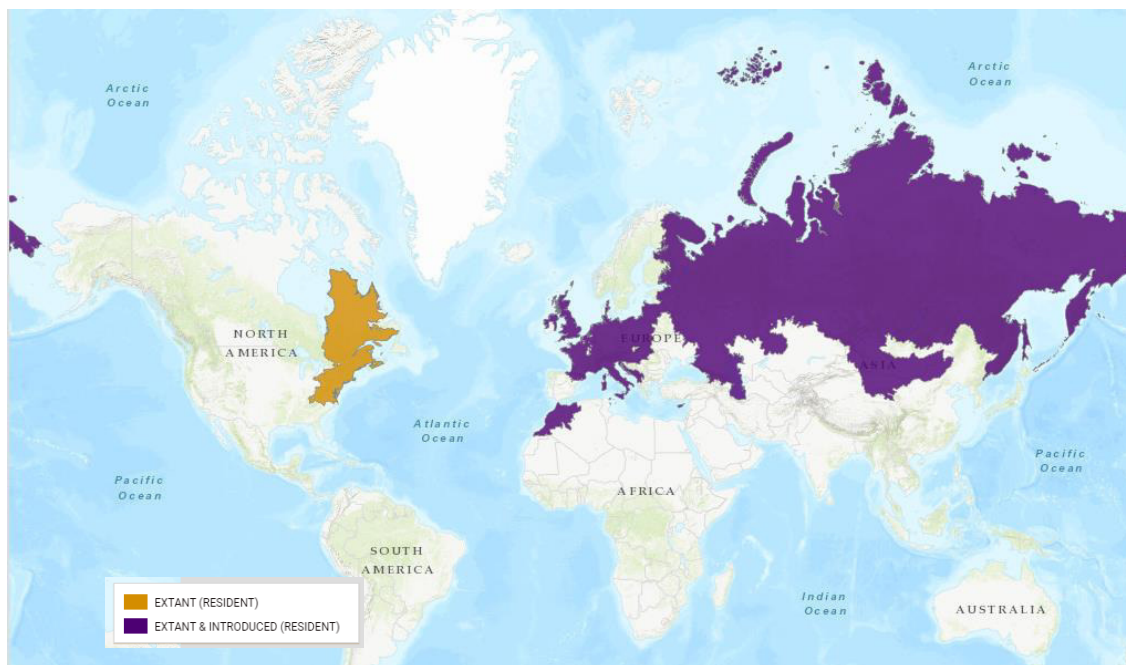


Figura 8 – Distribuzione di *Orconectes limosus*. In giallo l'areale di origine, in viola l'areale di invasione (da Adams et al., 2010).

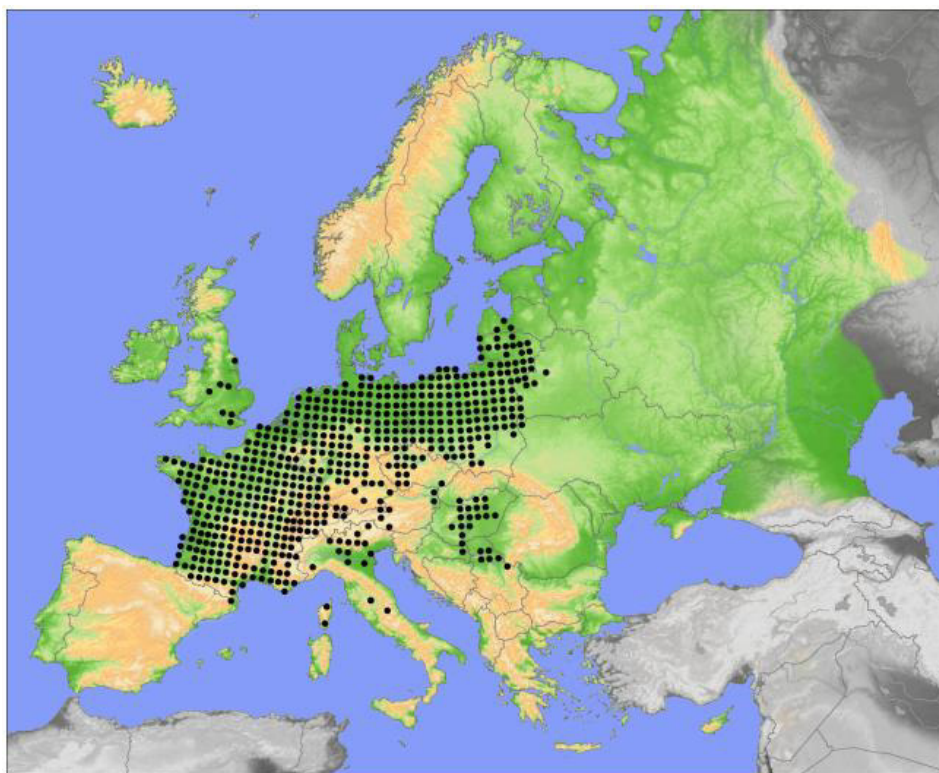


Figura 9 – Distribuzione di *Orconectes limosus* in Europa (da Kouba et al., 2014).

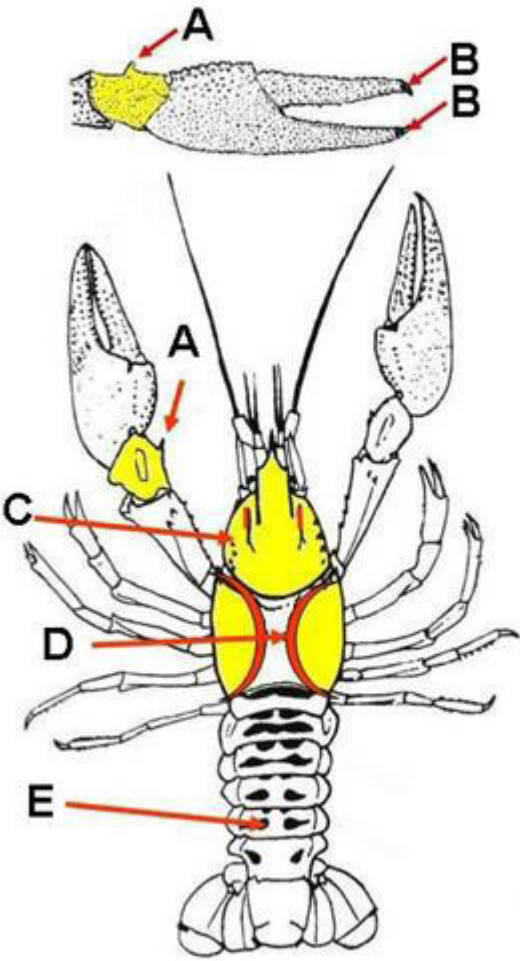
*Orconectes limosus* è una specie caratteristica di acque a lento scorrimento come laghi e stagni, anche con acqua di qualità scadente o inquinata. Predilige fondi melmosi, ma si adatta anche a fondali di ghiaia e ciottoli. Dopo il suo primo ritrovamento nel Lago d'Iseo nel 1991, si è diffuso soprattutto nell'Italia settentrionale e nella Pianura Padana (Delmastro, 1992; Fea et al., 2006).

È un gambero dalle dimensioni medio-piccole (da 6 a 9 cm di lunghezza), è detritivoro e continua a smuovere il fondo alla ricerca di materiale organico anche in decomposizione.

Si può trovare negli stessi tratti di fiume o di canali insieme a *Procambarus clarkii*.

L'addome possiede delle caratteristiche **macchie bruno-rossastre** di forma triangolare sulla zona dorsale. Le chele hanno punta uncinata a **bande nere e arancione**, margine interno regolare e liscio (senza denti) e presenza di una **spina prominente sul carpopodite**.

Segue una scheda di riconoscimento; evidenziate in giallo le zone con le caratteristiche da osservare.

<i>Orconectes limosus</i> (Rafinesque, 1817)	Caratteristiche
	A — <b>sperone evidente</b> sul carpopodite
	B — estremità delle chele nera con apice arancione
	C — un paio di creste post-orbitali
	D — <b>solchi separati</b> sul carapace
	E — macchie rossicce in due file sulla parte dorsale dell'addome

## **PACIFASTACUS LENIUSCULUS**

Il Gambero della California *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852) è un gambero d'acqua dolce nativo del nord-ovest degli Stati Uniti. Nelle figure 10 e 11 si riporta l'areale di distribuzione.



28

Figura 10 – Distribuzione di *Pacifastacus leniusculus* nel mondo (da <https://www.gbif.org/species/2227000>).

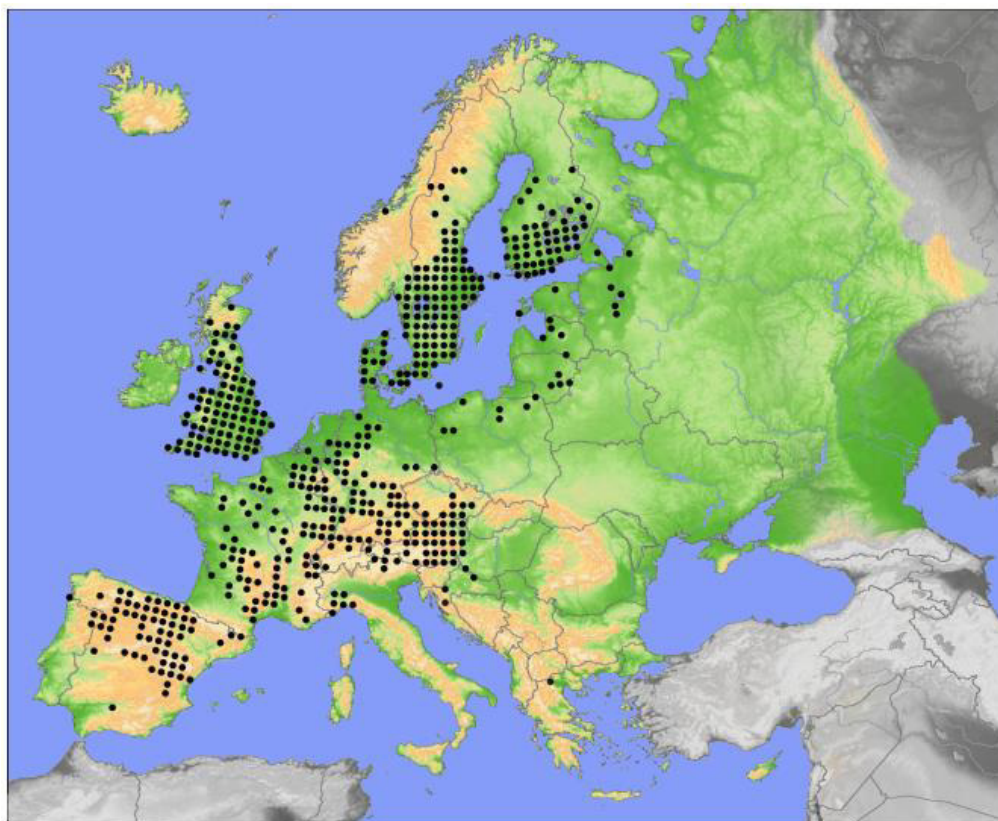


Figura 11 – Distribuzione di *Pacifastacus leniusculus* in Europa (da Kouba et al., 2014).



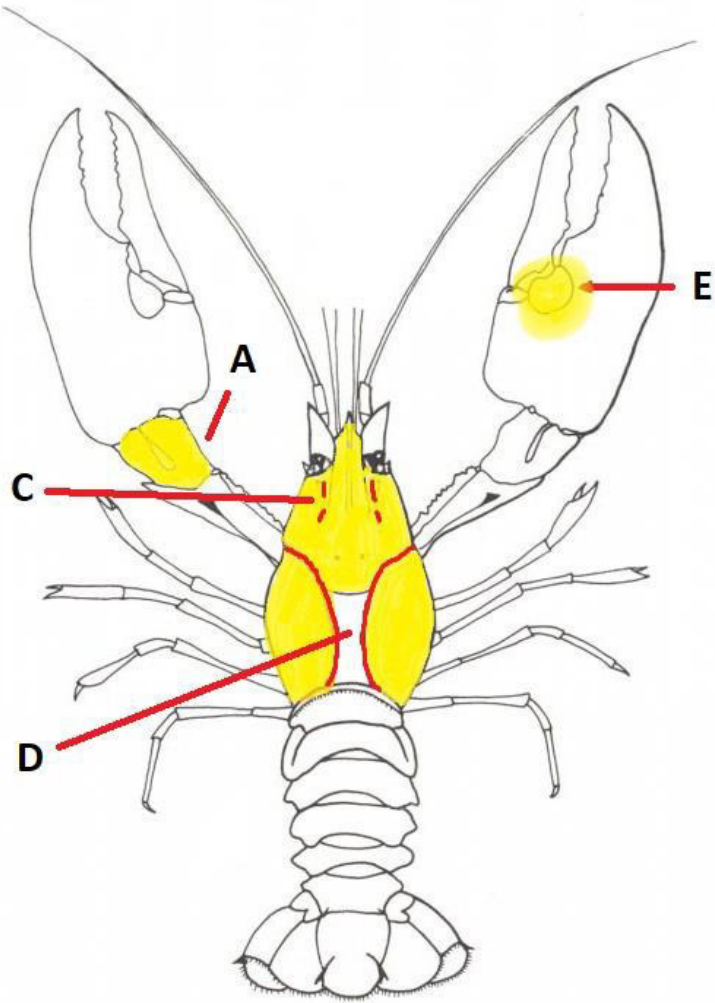
*Pacifastacus leniusculus* è stato introdotto in Giappone negli anni 1926-1930 e in Europa a partire dagli anni 1960, dapprima in Svezia, con lo scopo di reintegrare gli stock del gambero autoctono *Astacus astacus* con una specie di interesse commerciale e molto simile da un punto di vista ecologico, dopoché le popolazioni autoctone erano state pesantemente colpite dalla peste del gambero. La sua introduzione in Svezia ebbe un ampio successo per acquacoltura e per tradizione culturale, così che introduzioni secondarie sono state fatte successivamente in molti paesi europei, fino a far divenire *P. leniusculus* **la specie di gambero alloctono più diffusa in Europa.**

In Italia, per la prima volta *P. leniusculus* fu individuato in un torrente in provincia di Bolzano in prossimità di Brunico (Machino, 1997) nel 1981. Successivamente, nel 2002 fu segnalato nel Lago del Brugneto, in provincia di Genova (Capurro et al., 2006), in provincia di Alessandria (Candiotto et al., 2010), e successivamente in provincia di Savona (Bo et al., 2016). Ad oggi le popolazioni di *P. leniusculus* in Italia risultano in numero limitato e di conseguenza anche le conoscenze in proposito sono poche. Vive in torrenti, fiumi e laghi, dalle regioni costiere a quelle sub-alpine, ma tollera anche acque salmastre. Le peculiarità e la plasticità fenotipica di questa specie, nonostante sia originaria di acque fredde, la rendono così potenzialmente molto invasiva nei contesti sia appenninici sia alpini.

È un gambero dalle dimensioni piuttosto grandi (oltre i 15 cm di lunghezza), è onnivoro generalista, per questo *P. leniusculus* ha un forte impatto sulle reti trofiche degli ambienti colonizzati, riducendo densità e ricchezza tassonomica delle comunità macrobentoniche.

Questa specie appartiene alla famiglia degli Astacidae, come il gambero autoctono *A. pallipes*, e **non presenta lo sperone sul carpopodite** tipico invece dei Cambaridae. Per questo motivo bisogna stare molto attenti per la sua corretta identificazione. Sono caratteristiche le **due paia di creste post-orbitali** e la **macchia biancastra all'intersezione delle chele.**

Segue una scheda di riconoscimento; evidenziate in giallo le zone con le caratteristiche da osservare.

<i>Pacifastacus leniusculus</i> (Rafinesque, 1817)	Caratteristiche
	A — <b>nessuno sperone</b> sul carpopodite
	C — <b>due paia di creste post-orbitali</b>
	D — <b>solchi separati</b> sul carapace
	E — <b>macchia chiara</b> all'intersezione delle chele (in particolare nei maschi adulti)
	Le chele sono l'elemento distintivo: hanno la superficie inferiore di colore rosso

## CHIAVE DICOTOMICA PER RICONOSCERE I GAMBERI PRESENTI IN ITALIA

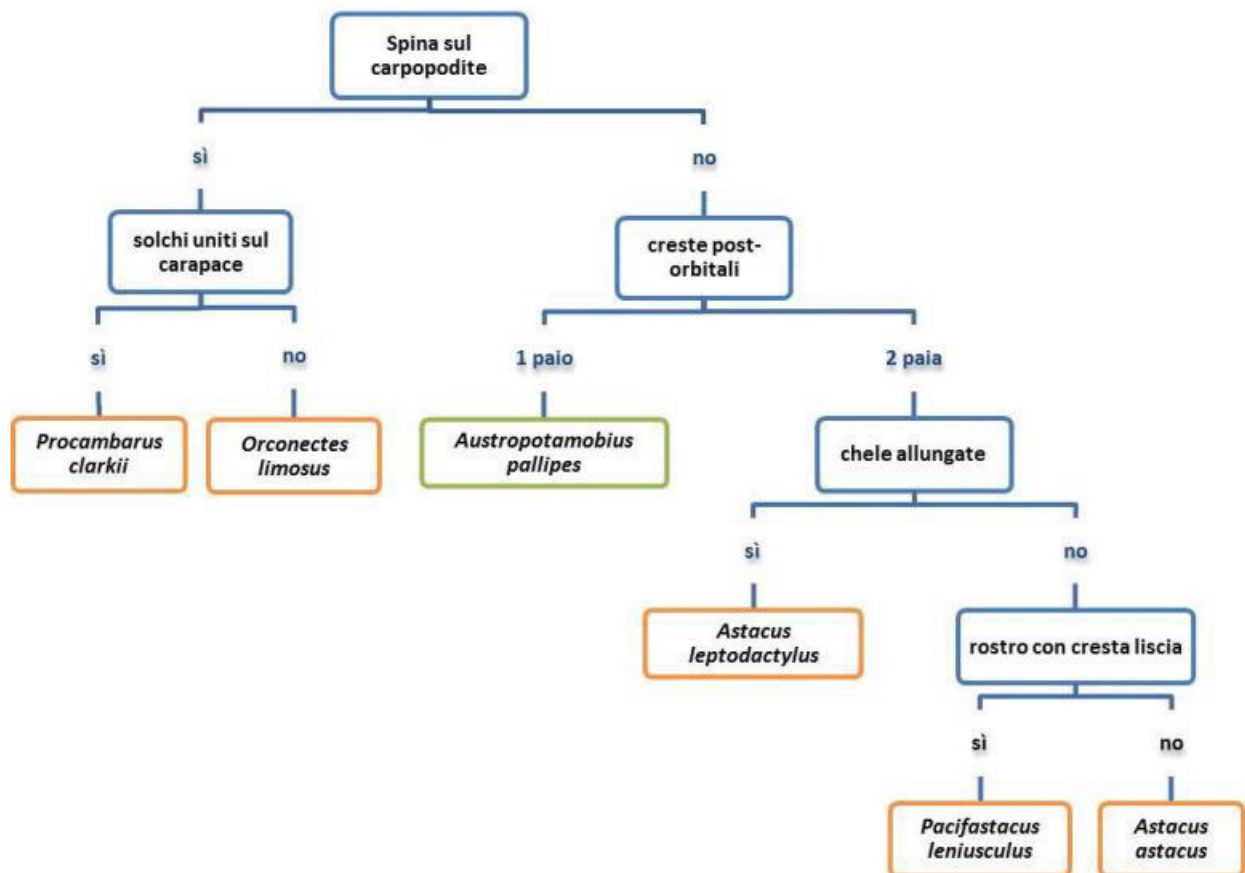


Figura 12 - Chiave dicotomica schematica per il riconoscimento delle specie di gamberi presenti in Italia (da Ghia et al., 2014)

## BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- Adams S, Schuster GA, Taylor C.A. 2010. *Orconectes limosus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T153764A4541724. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T153764A4541724.en>.
- Bo T., Candiotto A., Delmastro G.B., Fea G., Fenoglio S., Ghia D., Gruppuso L. 2016. Prima segnalazione del gambero alloctono *Pacifastacus leniusculus* (Decapoda, Astacidae) in Provincia di Savona, Italia. Natural History Sciences. Atti Soc. it. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat. Milano 3, 63–65.
- Candiotto A., Delmastro G.B., Dotti L., Sindaco R. 2010. *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852), un nuovo gambero esotico naturalizzato in Piemonte (Crustacea, Decapoda, Astacidae). Rivista piemontese di Storia naturale 31, 73–82.
- Capurro M., Mori M., Salvidio S., Arillo A. 2006. Presenza del gambero alloctono nord-americano *Pacifastacus leniusculus* (Dana) in Liguria. Quaderni ETP, Journal of Freshwater Biology 34, 237–240.
- Crandall KA. 2010. *Procambarus clarkii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T153877A4557336. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T153877A4557336.en>
- Delmastro G.B., 1992. Il gambero americano *Orconectes limosus* (Rafinesque), un nuovo Decapode neartico nelle acque dolci del Nord Italia (Crustacea Decapoda Cambaridae). Natura Bresciana, 27: 171-174
- Fea G., Nardi P. A., Ghia D., Spairani M., Manenti R., Rossi S., Moroni M. & Bernini F., 2006. Dati preliminari sulla distribuzione in Lombardia dei gamberi d'acqua dolce autoctoni e alloctoni. Atti Società Italiana di Scienze Naturali – Museo Civico di Storia Naturale di Milano 147: 201-210
- Fenoglio S, Bo T. 2009. Lineamenti di Ecologia Fluviale. *DeAgostini Scuola s.p.a. CittàStudi Edizioni*. Novara, 252 pp.
- Füreder L, Gherardi F, Holdich DM, Reynolds JD, Sibley P, Souty-Grosset C. 2010. *Austropotamobius pallipes*. The IUCN Red List of Threatened Species. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).
- Gherardi F. 2006. Crayfish Invading Europe: the Case Study of *Procambarus clarkii*. Marine and Freshwater Behaviour and Physiology, 39: 175-191.
- Ghia D, Fea G, Marrone M, Piccoli F, Lanciani G, Pagliani T, Fracassi G. 2014. 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. ISBN: 978-88-99329-00-6. 93 pp.
- Ghia D, Fea G, Gruppuso L, Bo T, Candiotto A, Fenoglio S, Sacchi R. 2017. Distribuzione e naturalizzazione del gambero invasivo *Pacifastacus leniusculus* nel torrente Valla (Italia nord-occidentale). Italian Journal of Freshwater Ichthyology, 4: 101-108.
- Holdich D.M. 2002. Biology of freshwater crayfish. Blackwell Science Ltd. Oxford. 702 pp.
- Kouba A, Petrusek A, Kozák P. 2014. Continental-wide distribution of crayfish species in Europe: update and maps. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems 413, 05.
- Machino Y. 1997. Présence de l'écrevisse de Californie (*Pacifastacus leniusculus*) en Italie. L'Astaciculteur de France 52, 2–5.
- Mazzoni D., Gherardi F., Ferrarini P., 2004. Guida Al Riconoscimento Dei Gamberi D'acqua Dolce. Greentime Spa, Bologna, Seconda Edizione. 34 pp.



Moorhouse T.P., Poole A.E., Evans L.C., Bradley D.C. & Macdonald D.W. 2014. Intensive removal of signal cray fish (*Pacifastacus leniusculus*) from rivers increases numbers and taxon richness of macroinvertebrate species. *Ecology and Evolution*, 4: 494–504.

Nardi PA, Bernini F, Bo T, Bonardi A, Fea G, Ghia D, Negri A, Razzetti E, Rossi S, Spairani M. 2005. Status of *Austropotamobius pallipes* complex in the watercourses of the Alessandria province (N-W Italy). *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 376-377:585-98.

Oidtmann B. 2014. Crayfish plague (*Aphanomyces astaci*). In: *Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals*. pp. 99-116. [http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health\\_standards/aahm/current/2.2.01\\_CRAYFISH\\_PLAGUE.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/aahm/current/2.2.01_CRAYFISH_PLAGUE.pdf)

Understanding Evolution. 2019. University of California Museum of Paleontology. 18 October 2019 <<http://evolution.berkeley.edu/>>.

Williamson M., Fitter A., 1996. The varying success of invaders. *Ecology*, 77(6): 1661-1666.