

**ENTE TUTELA PESCA DEL FRIULI VENEZIA GIULIA
UDINE**

ESTRATTO DAL VERBALE DEL CONSIGLIO DIRETTIVO

DELIBERAZIONE N. 13 /CD/2015

OGGETTO: Piano d'azione per la tutela del gambero d'acqua dolce di cui all'art. 6 bis della legge regionale 12 maggio 1971, n. 19. Approvazione preliminare.

L'anno 2015 il giorno 30 del mese di luglio, presso la sede dell'Ente, si é riunito il Consiglio direttivo nelle persone dei signori:

				Pres.	Ass.
1.	FANTIN	Flaviano	<i>Presidente</i>	X	
2.	BATTISTELLA	Silvia	<i>Componente</i>	X	
3.	BATTISTON	Virginio	"		X
4.	CECCHIN	Giancarlo	"	X	
5.	COCCHI	Monia	"		X
6.	ELLERO	Amedeo	"		X
7.	FABRIS	Giacomo	"	X	
8.	LEONI	Adriano	"	X	
9.	MARCOTTI	Damiano	"		X
10.	MICHELUTTI	Gabriele	"		X
11.	MIOLO	Michele	"	X	
12.	ODORICO	Federico	"	X	
13.	PASSON	Rolando	"	X	
14.	PESCHIULLI	Maurizio	"		X
15.	POLANO	Claudio	"	X	
16.	PRINCI	Walter	"	X	
17.	PROTTI	Giovanni	"	X	
18.	RICCIARDI	Luigi	"		X
19.	SALDAN	Loris	"		X
20.	TULLI	Francesca	"		X
21.	VUAN	Antonello		X	

VISTA la legge regionale 12 maggio 1971, n. 19 (Norme per la protezione del patrimonio ittico e per l'esercizio della pesca nelle acque interne del Friuli Venezia Giulia) e successive integrazioni e modificazioni, istitutiva dell'Ente Tutela Pesca, al quale assegna il compito di assumere o promuovere iniziative rivolte ad assicurare la tutela e l'incremento del patrimonio ittico regionale, di concorrere nelle opere di semina e di ripopolamento ittico, di svolgere attività didattico - divulgativa, di effettuare studi ed indagini in materia di pesca e di ittica nonché di svolgere attività di sperimentazione, anche ai fini della disciplina per la immissione di specie ittiche autoctone;

DATO ATTO che:

- nell'ambito dello svolgimento di tali funzioni, l'ETP ha realizzato tra il 2011 e il 2014, in qualità di beneficiario coordinatore, congiuntamente ad altri beneficiari associati (Consiglio Nazionale delle ricerche - Istituto di Scienze Marine (CNR-ISMAR), dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie (ISZVE), del Dipartimento di Scienze della Vita - Università degli Studi di Trieste (UNITS), del Dipartimento di Biologia Evoluzionistica "Leo Pardi" - Università degli Studi di Firenze (UNIFI), il progetto "Eradicate invasive Louisiana red swamp and preserve native white clawed crayfish in Friuli Venezia Giulia - Rarity", progetto che si prefigge l'attuazione di



iniziative di contrasto alla diffusione del gambero rosso della Louisiana, specie invasiva, e lo sviluppo di attività di tutela dei gamberi di fiume autoctoni del Friuli Venezia Giulia;

- la Commissione europea ha ammesso al cofinanziamento il progetto Rarity, di durata triennale dal 1° settembre 2011 al 31 agosto 2014, individuandolo con il numero LIFE10NAT/IT/000239;

- che il Progetto Rarity è stato realizzato nell'osservanza del regolamento (CE) n. 614/2007 del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 maggio 2007 (istitutivo del Programma Life+);

VISTO in particolare l'articolo 6 bis (*Tutela del gambero di acqua dolce*) della legge regionale n. 19/1971, introdotto con legge regionale 11/2014, che attribuisce al Consiglio direttivo dell'Ente il compito di approvare un apposito Piano d'azione, rivolto alla promozione e all'attuazione di iniziative di contrasto alla diffusione delle specie invasive di gamberi, al fine di tutelare e incrementare le popolazioni di gamberi d'acqua dolce appartenenti alla fauna regionale;

ATTESO che, in base al comma 2 della suddetta disposizione, il Piano d'azione individua:

- a) le specie invasive di gamberi di acqua dolce e le aree interessate dalla loro diffusione;
- b) le aree nelle quali si attuano interventi per contenere le specie di cui alla lettera a);
- c) le aree nelle quali si attuano interventi per eradicare le specie di cui alla lettera a);
- d) le tipologie degli interventi e i protocolli operativi per il monitoraggio delle specie di cui alla lettera a) e per la prevenzione dei rischi correlati;

DATO ATTO che in base alla vigente normativa il Piano d'azione per la tutela del gambero d'acqua dolce è soggetto a procedura di valutazione ambientale strategica (VAS), di cui alla direttiva 2001/42/CE e ai DLgs. d lgs. 152/2006, 04/2008, DLgs. 128/2010, il cui iter di svolgimento richiede l'approvazione preliminare da parte del Consiglio direttivo dell'Ente, della proposta del Piano d'azione per la tutela del gambero d'acqua dolce, da sottoporre ai soggetti competenti nell'ambito della procedura di VAS;

VISTO l'allegato documento, denominato "Piano d'azione per la tutela del gambero d'acqua dolce di cui all'articolo 6 bis della legge regionale 12 maggio 1971, n. 19";

RITENUTO di approvare in via preliminare l'allegato "Piano d'azione per la tutela del gambero d'acqua dolce di cui all'articolo 6 bis della legge regionale 12 maggio 1971, n. 19", da sottoporre ai soggetti competenti nell'ambito della procedura di VAS;

DATO ATTO che il presente provvedimento non è soggetto all'esame di cui all'articolo 19, lettera g) della legge regionale n. 19/1971 come sostituito dall'articolo 66 della legge regionale 26 giugno 2014, n. 11 (Disposizioni di riordino e semplificazione in materia di risorse agricole e forestali, bonifica, pesca e lavori pubblici);

Il Consiglio direttivo, all'unanimità

DELIBERA

per le causali di cui in premessa:

di approvare in via preliminare l'allegato sub "A", denominato: "Piano d'azione per la tutela del gambero d'acqua dolce di cui all'articolo 6 bis della legge regionale 12 maggio 1971, n. 19", da sottoporre ai soggetti competenti nell'ambito della procedura di valutazione ambientale strategica.

IL DIRETTORE

dott. Giovanni PETRIS

IL PRESIDENTE

dott. Flaviano FANTIN

REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA
ENTE TUTELA PESCA DEL F.V.G.
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE CHE SI RILASCIATA
Udine, 31/07/2015



OCCUPA N. 2 PAGINE.

IL COORDINATORE DELL'UFFICIO
POLIZIA GIUDIZIARIA E AMMINISTRATIVA
Dott. Massimo ZANETTI





ENTE TUTELA PESCA DEL FRIULI VENEZIA GIULIA



Piano d'azione per la tutela dei gamberi d'acqua dolce

(art. 6 bis della legge regionale 19/1971)

Versione 01. Approvata dal CD dell'ETP il 30/07/2015

Sommario

1. Premessa.....	4
1.1 Stato delle conoscenze ante Rarity	4
1.2 Il progetto Rarity	5
2. Inquadramento normativo	7
2.1 Competenze dell’Ente tutela pesca	10
3. Specie invasive di gamberi d’acqua dolce e aree interessate dalla loro diffusione.....	10
3.1 Gambero rosso della Louisiana - <i>Procambarus clarkii</i> (Girard, 1852)	12
3.1.1 Diffusione.....	13
3.2 Altre specie	16
3.2.1 <i>Pacifastacus leniusculus</i>	16
3.2.2 <i>Orconectes limosus</i>	17
3.2.3 <i>Procambarus sp.</i>	18
3.2.4 <i>Cherax destructor</i>	19
4. Criteri per individuazione delle aree a rischio differenziato e pianificazione degli interventi ..	20
5. Tipologie di interventi e protocolli operativi.....	22
5.1 Monitoraggio	22
5.1.1 Sicurezza del personale	22
5.1.2 I metodi di campionamento dei decapodi	23
5.1.3 Il trappolaggio con esca	25
5.1.4 Le catture a mano	26
5.2 Prevenzione dei rischi.....	27
5.3 Early detection and rapid response	29
5.3.1 La sorveglianza.....	29
5.3.2 La segnalazione	30
5.3.3 La verifica della segnalazione	31
5.3.4 Il monitoraggio della popolazione segnalata.....	31
5.4 Controllo ed eradicazione	31
5.4.1 Metodi per il controllo e l’eradicazione di specie invasive	32
5.5 Prevenzione della diffusione della peste del gambero	43
6. Aree di intervento per il controllo delle specie esotiche invasive.....	44
7. Aree di intervento per l’eradicazione delle specie esotiche invasive.....	45
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	46
Allegati	61

1. Premessa

1.1 Stato delle conoscenze ante Rarity

Nei corsi d'acqua del Friuli Venezia Giulia sono presenti popolazioni importanti di gamberi d'acqua dolce appartenenti a specie autoctone tutelate dalla normativa comunitaria, nazionale e regionale. Per questo motivo, già da molti anni, la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia e l'Ente tutela pesca conducono studi e monitoraggi su specie di gamberi di fiume caratteristiche dei corsi d'acqua dolce della regione, come *Austropotamobius pallipes* complex ed *Austropotamobius torrentium*, che, considerata la sua limitata presenza sul territorio ad alcune zone nord orientali (le uniche sul territorio nazionale), merita una particolare attenzione.

Nel corso dell'ultimo monitoraggio effettuato su ampia scala nel 2005, ovvero prima del progetto RARITY, è stata rilevata un'evidente contrazione delle popolazioni di *A. pallipes* presenti sul territorio regionale. A seguire, nel 2007, sono state raccolte le prime segnalazioni documentate della presenza di gambero rosso della Louisiana *Procambarus clarkii*, una specie alloctona invasiva che in diverse regioni italiane si è ampiamente diffusa provocando la scomparsa delle specie autoctone. Un comportamento aggressivo e opportunistico unito all'alta prolificità la rendono infatti una specie vincente nel confronto con quelle originarie dei nostri fiumi.

Questa specie, considerata una delle specie alloctone invasive più pericolose per la conservazione della biodiversità, causa gravi semplificazioni degli habitat colonizzati ed è in grado di trasmettere alcune patologie letali per altri organismi acquatici. Grazie alla sua continua attività di scavo e alla densità delle sue popolazioni provoca un aumento della porosità delle sponde con conseguente rischio di loro imbibizione e crollo. Inoltre questo crostaceo è in grado di accumulare sostanze nocive che può trasmettere all'uomo nel caso quest'ultimo se ne nutra.

Una recente ricognizione dello stato delle conoscenze è stata effettuata dal Museo friulano di storia naturale di Udine (L. Lapini, L. Dorigo, P. Glerean, M.M. Giovannelli, 2013).

Per quanto riguarda *A. pallipes* complex questo lavoro riporta una generale diminuzione delle presenze della specie in diverse aree della regione ad essa vocate, causata da diversi fattori: tra questi spiccano l'eccessivo prelievo prima dell'entrata in vigore delle normative di tutela, il progressivo degrado della qualità ambientale per cause antropiche nonché la minaccia costituita dalla diffusione di specie alloctone.

Relativamente alla specie *A. torrentium* la situazione rilevata è ancor più critica, essendo questa specie estremamente rarefatta, concentrata in tre popolazioni di cui una probabilmente già estinta e le altre fortemente minacciate dall'eccessivo degrado della qualità ambientale nonché dalla diffusione delle specie alloctone.

In precedenza i dati più aggiornati erano stati raccolti da Giorgio De Luise (G. De Luise, 2006). Il lavoro riporta dati sulla presenza in regione di quattro differenti specie di crostacei: oltre ai citati *A. pallipes* e *A. torrentium*, sono registrati dati relativi a *Astacus astacus* e *Potamon fluviatile*.

Sempre di De Luise sono le prime informazioni relative alla presenza di gambero rosso della Louisiana in regione (G. De Luise, 2010).

Quest'ultimo lavoro riporta i risultati di un monitoraggio realizzato dall'ETP nel 2009 a seguito della segnalazione del Corpo forestale regionale che ha rinvenuto a Staranzano (GO), nel settembre 2007 un esemplare di *Procambarus clarkii* nei pressi del canale Brancolo.

1.2 Il progetto Rarity

Il progetto LIFE 10 NAT/IT/000239 "RARITY" è una iniziativa di conservazione della natura realizzata tra il 2011 e il 2014 nel territorio del Friuli Venezia Giulia.

Cofinanziata dal Programma europeo LIFE+, si prefiggeva l'obiettivo di tutelare e incrementare le popolazioni di gamberi di fiume presenti in Friuli Venezia Giulia anche attraverso il contrasto alla diffusione del gambero rosso della Louisiana, incrementando e diffondendo le conoscenze sulla problematica ed elaborando una normativa specifica.

RARITY si è realizzato con particolare attenzione ad alcuni siti della rete Natura 2000 (Siti di importanza comunitaria, ora Zone speciali di conservazione), ossia territori individuati in modo coordinato e coerente con gli obiettivi di conservazione della natura promossi dalle direttive 92/43/CEE "Habitat", 79/409/CEE e 2009/147/CE "Uccelli".

Le attività si sono sviluppate in sinergia con un partenariato composto da:

- 1) Ente tutela pesca del Friuli Venezia Giulia (di seguito ETP) – beneficiario coordinatore;
- 2) CNR-Istituto di scienze marine di Venezia (di seguito ISMAR) – beneficiario associato;
- 3) Dipartimento di Scienze della Vita dell'Università di Trieste (di seguito UNITS) – beneficiario associato;
- 4) Dipartimento di Biologia dell'Università di Firenze (di seguito UNIFI) – beneficiario associato;
- 5) Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie (di seguito IZSve)– beneficiario associato.

Le attività realizzate sono articolate in:

1) Azioni preliminari. Trattasi di azioni tese da un lato a comprendere le modalità con cui il gambero rosso è arrivato sul territorio del Friuli Venezia Giulia e dall'altro a testare e settare metodi che migliorino l'efficacia delle catture (esche feromonal) o che riducano la prolificità di *P. clarkii* attraverso tecniche non tradizionali, quali ad esempio la sterilizzazione di maschi. Tra le azioni preliminari va annoverata anche la formazione del personale operante. L'Ente tutela pesca può contare sulla disponibilità di circa 250 volontari che, in modo impareggiabile, ne garantiscono l'operatività. Nonostante l'elevata specializzazione di questi volontari, lo specifico argomento ha richiesto un corso di formazione ad hoc, che ha fornito loro le competenze necessarie per intervenire sia nelle operazioni di allevamento di *A. pallipes*, che in quelle di cattura di *P. clarkii* come anche nello svolgimento del monitoraggio delle popolazioni di entrambe le specie. Al corso ha partecipato anche personale della Protezione civile del Corpo forestale regionale e dell'Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente (ARPA). Il materiale didattico del corso è stato raccolto in un volume dal titolo "Didattica per gli operatori".

2) Azioni concrete. Nei due impianti dell'ETP siti ad Amaro (UD) e a San Vito al Tagliamento (PN) sono stati allevati esemplari di *A. pallipes* e sono stati prodotti circa 40.000 giovani gamberi di fiume per ripopolare le acque regionali e prioritariamente quelle ricadenti in alcuni Siti delle Rete

Natura 2000 (Dolomiti Friulane IT3310001, ZSC Risorgive dello Stella IT3320026, ZSC Risorgive del Venchiaruzzo IT3310010, ZSC Bosco Marzinis IT3110011, ZSC Prealpi Giulie Settentrionali IT3320012, ZSC Forra del Cornappo IT3320016, ZSC Valle del medio Tagliamento IT3320015, ZSC Cavana di Monfalcone IT3330007), previa verifica della fattibilità dell'intervento di *restocking*. Utilizzare due allevamenti ha consentito di ridurre il rischio di insuccesso ed affrontare nel migliore dei modi alcune avversità che si sono verificate. L'allevamento e il ripopolamento sono stati realizzati nel rispetto degli esiti delle analisi genetiche sulle popolazioni di gamberi presenti in Friuli Venezia Giulia, che hanno consentito di individuare 7 differenti gruppi o "ESU".

Per contrastare la diffusione del gambero rosso (o gambero killer, come viene anche chiamato) sono state realizzate catture massive mediante l'utilizzo di nasse. A queste operazioni hanno provveduto i volontari ETP, che dispongono di mezzi adeguati e di una efficiente organizzazione. Gli interventi sono stati finalizzati a mantenere bassa la densità delle popolazioni e, in abbinamento ad altre tecniche di sterilizzazione dei riproduttori e di incremento della predazione naturale, ad eradicare la specie dai siti di nuova colonizzazione. Tutti gli individui catturati sono stati destinati alle analisi genetiche e sanitarie ed in seguito distrutti per incenerimento.

Il progetto ha anche indagato lo stato di salute delle diverse popolazioni selvatiche di *A. pallipes* e studiato il ruolo di *P. clarkii* nella trasmissione di patologie ad altri organismi acquatici. Importanti conoscenze sono state acquisite sulla malattia nota come peste del gambero o afanomicosi.

Per consentire di consolidare, rafforzare e mantenere i risultati del progetto, RARITY ha predisposto una normativa, che il Consiglio regionale del Friuli Venezia Giulia ha approvato, che, partendo da un'analisi comparata della normativa europea, nazionale e regionale relativa alle specie alloctone invasive, consenta la gestione della problematica presenza del gambero rosso.

3) Azioni di disseminazione. Intenso è stato anche il programma delle iniziative di disseminazione, con incontri tematici destinati a pescatori, allevatori, commercianti, guardie forestali e altre categorie di persone interessate. È stato realizzato un manuale per le Pubbliche amministrazioni (Comuni, Protezione civile, Consorzi di bonifica, etc.) che si dovessero trovare ad affrontare i problemi generati dalla presenza del gambero rosso e sono stati organizzati seminari specifici per chi si occupa della vigilanza ambientale. Comunicazioni specifiche hanno riguardato gli esiti delle indagini sanitarie, mentre lo stato di avanzamento del progetto è stato oggetto di comunicazioni periodiche attraverso una newsletter, il cui invio tramite posta elettronica ha interessato centinaia di destinatari. Tutte le notizie ed i materiali relativi al progetto sono caricati sul sito web www.life-rarity.eu, liberamente consultabile.

Per supportare iniziative di divulgazione sono stati realizzati appositi materiali (banner, brochure, cartelline,...) e presso le sedi ETP e i siti interessati dalle attività sono stati esposti appositi pannelli informativi che illustrano le attività in essere. È stato realizzato un film della durata di circa 30 minuti dal titolo "Alieni tra noi" che consente anche al grande pubblico di familiarizzare con i temi del progetto. L'acquario di Ariis di Rivignano dell'Ente tutela pesca ha ospitato numerose iniziative destinate al pubblico generico quali mostre o percorsi didattici per famiglie, scuole e docenti. L'ETP ha altresì provveduto a dare informazioni sul progetto in ogni numero del proprio notiziario "Pesca e ambiente".

4) Attività di networking. Poiché in Italia e in Europa sono stati realizzati altri progetti relativi a tematiche in parte simili a quelle affrontate da RARITY, sono stati sviluppati scambi di esperienze, visite e incontri con i diversi gruppi di lavoro provenienti dalla Slovenia, dalla Carinzia (Austria) e dalle regioni Piemonte, Trentino Alto Adige, Lombardia, Abruzzo.

5) Attività di monitoraggio. Una delle azioni più impegnative è stata decisamente quella del monitoraggio, che si è svolto per tre stagioni su una rete di oltre 230 stazioni diffuse su tutto il territorio regionale. Il monitoraggio ha rilevato informazioni non solo sulla consistenza delle popolazioni di gamberi, ma anche sulle condizioni ambientali mediante i rilievi di parametri chimico-fisici dell'acqua e il calcolo degli indici IBE e IFF.

Particolare impegno è stato profuso, per la realizzazione delle attività, dai volontari dell'Ente tutela pesca la cui professionalità, preparazione e disponibilità è risultata una delle chiavi di volta del progetto.

2. Inquadramento normativo

Le motivazioni che inducono ad affrontare il problema della invasione dei nostri ambienti da parte delle specie alloctone di gamberi sono fundamentalmente legate agli impatti che queste possono avere sulla conservazione delle specie presenti da sempre nei nostri corsi d'acqua, sulla salute dell'uomo e sul mantenimento degli equilibri degli ecosistemi.

È quindi importante comprendere il contesto normativo nel quale inquadrare la problematica.

Austropotamobius pallipes e *A. torrentium* sono specie di gamberi d'acqua dolce presenti nel nostro territorio e tutelati dalla direttiva 92/43/CEE, nota come direttiva *Habitat*. Le due specie sono elencate nell'allegato II della direttiva tra le specie che richiedono la designazione di zone speciali di conservazione. *A. torrentium* è anche definita specie *prioritaria* per la estrema localizzazione del suo areale, che in Italia è limitato ad alcuni siti del Friuli Venezia Giulia.

I gamberi d'acqua dolce presenti da sempre nei corsi d'acqua della regione sono quindi specie di interesse comunitario.

La direttiva 92/43/CEE è stata recepita in Italia con DPR 357/1997, istitutivo della rete Natura 2000 e contenente, tra l'altro, forti limitazioni all'introduzione in natura delle specie non locali. Tale normativa impone alle regioni di adottare le possibili misure per mantenere in uno stato di conservazione soddisfacente le specie di interesse comunitario e di provvedere al monitoraggio delle loro popolazioni.

In Friuli Venezia Giulia la materia è stata disciplinata con la legge regionale 7/2008 che ha stabilito le procedure per la redazione delle misure di conservazione e dei piani di gestione dei siti appartenenti alla rete Natura 2000: i Siti di importanza comunitaria (SIC), destinati a divenire Zone speciali di conservazione (ZSC) e le Zone di protezione speciale (ZPS), legate alla tutela dell'avifauna. L'articolo 8 della legge regionale dispone che i monitoraggi faunistici all'interno di tali siti siano realizzati a cura della Regione, che può avvalersi allo scopo degli Enti regionali, tra cui l'Ente tutela pesca, e di altri soggetti appositamente incaricati. Nei siti della rete Natura 2000 sono previste specifiche misure di conservazione, finalizzate ad evitare il degrado degli habitat e la perturbazione delle specie che ne hanno motivato l'individuazione. L'articolo 10 disciplina l'iter di

approvazione e individua anche i criteri per la redazione dei piani di gestione, atti di pianificazione ambientale ritenuti necessari per alcune aree, che prevalgono sulle disposizioni contrastanti eventualmente contenute in altri strumenti di regolamentazione e pianificazione urbanistica.

Le misure di conservazione dei 24 Siti della regione biogeografica alpina sono state approvate con Delibera della Giunta regionale n. 2494/2011 e pubblicate sul Bollettino Ufficiale della Regione il 28/12/2011. Quelle relative ai 28 siti della regione biogeografica continentale sono state approvate con DGR n. 546/2013 e pubblicate sul BUR I SO del 10/04/2013. Infine con DGR n. 726/2013, pubblicata sul BUR III SO del 24/04/2013 sono state apportate alcune modifiche (Delibera della Giunta regionale 546/2013, pubblicata nel Bollettino ufficiale della Regione il 10/04/2013). In questi atti normativi sono comprese norme che prevedono il divieto di immissione di specie non autoctone, appositi monitoraggi e piani di rimozione delle specie alloctone invasive e di *restocking* di quelle autoctone, il divieto di cattura, immissione, allevamento e detenzione dei gamberi di specie invasive.

Al momento della redazione del presente documento risultano approvati anche i piani di gestione di alcuni SIC, poco rilevanti per la conservazione dei gamberi di fiume.

Secondo le Misure di conservazione, nei siti Natura 2000 interessati sono attualmente vietate cattura, immissione, allevamento e detenzione dei crostacei decapodi alloctoni maggiormente invasivi (generi *Procambarus*, *Cherax*, *Orconectes*, *Pacifastacus*). Sono inoltre definite linee di indirizzo per le attività di monitoraggio delle popolazioni di gamberi di fiume e per gli interventi di gestione attiva consistenti nell'eradicazione delle specie alloctone e nel rafforzamento di quelle autoctone, anche mediante restocking.

La tutela diretta delle specie di gamberi d'acqua dolce è stata altresì disposta con la legge forestale regionale n. 9/2007 che ha definito (con il relativo regolamento di attuazione approvato con DPreg. 07/2009) i gamberi appartenenti ai generi *Austropotamobius* e *Astacus* come specie di interesse regionale.

Per tali specie, quindi, vigono - ai sensi dell'art. 59 di tale legge - i divieti di cattura, uccisione intenzionale, perturbazione durante tutte le fasi del ciclo riproduttivo o durante l'ibernazione e lo svernamento, distruzione delle uova, danneggiamento intenzionale dei siti di riproduzione, scambio, commercio, detenzione. Tali divieti si riferiscono a tutte le fasi del ciclo biologico delle specie animali di interesse regionale. La legge regionale 9/2007 ha altresì previsto una sanzione per la violazione di tali divieti da 25 a 500 euro, da applicarsi per ciascun esemplare e in misura triplicata per le specie prioritarie.

Le normative sopra citate sono perlopiù dirette a tutelare le specie autoctone di gamberi da comportamenti che potrebbero minacciare in modo diretto la conservazione delle loro popolazioni.

È tuttavia evidente che la diffusione delle specie alloctone invasive rappresenta un ulteriore fattore di minaccia sul quale è necessario intervenire per perseguire il medesimo obiettivo di conservazione delle specie locali.

Anche grazie alle attività e agli approfondimenti curati nell'ambito del progetto RARITY, con la legge regionale n. 27/2012 è stato introdotto l'articolo 6 bis della legge regionale n. 19/1971 concernente la tutela del gambero di acqua dolce. La norma, che si prefigge di limitare la presenza

delle specie alloctone invasive, individua l'Ente tutela pesca del Friuli Venezia Giulia quale struttura competente a promuovere ed attuare iniziative di prevenzione e di contrasto alla diffusione di tali specie. A tal fine l'ETP deve provvedere a predisporre un Piano d'azione in cui sono individuate:

- a)** le specie invasive di gamberi di acqua dolce e le aree interessate dalla loro diffusione;
- b)** le aree nelle quali si attuano interventi per contenere tali specie;
- c)** le aree nelle quali si attuano interventi per eradicare le medesime;
- d)** le tipologie degli interventi e i protocolli operativi per il monitoraggio delle specie invasive e per la prevenzione dei rischi correlati.

Le previsioni del Piano d'azione costituiscono linee guida per la gestione della fauna ittica nelle acque interne del territorio regionale e per la loro attuazione l'Ente Tutela Pesca promuove accordi con altri enti pubblici o con soggetti privati senza fini di lucro.

Al fine di rendere efficace l'azione di prevenzione e contrasto alla diffusione delle specie invasive di gamberi la norma in parola vieta la cattura a scopo di pesca sportiva e di mestiere, nonché l'immissione e il rilascio in natura di esemplari vivi appartenenti alle specie medesime. La violazione di tale divieto è punita con una sanzione amministrativa da 25 euro a 500 euro per ogni esemplare di specie invasiva catturato o immesso. Gli esemplari oggetto della violazione sono sempre confiscati.

Nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea n. 317 del 4 novembre 2014 è stato pubblicato il Regolamento (UE) n. 1143/2014 del Parlamento europeo e del Consiglio del 22 ottobre 2014 recante disposizioni volte a prevenire e gestire l'introduzione e la diffusione delle specie esotiche invasive.

Questo regolamento tenta di affrontare il problema creato dalle specie invasive che, tra le 12.000 circa esotiche presenti in Europa, rappresenta circa il 10-15% dell'intero contingente. Si tratta delle specie che minacciano la biodiversità ed i servizi ecosistemici.

È previsto che la Commissione europea adotti un elenco di specie esotiche invasive di rilevanza unionale, su segnalazione dei singoli Stati membri. Per le specie comprese in questo elenco, formato a seguito di una attenta valutazione dei rischi, anch'essa codificata dal Regolamento, sono previste restrizioni che riguardano il commercio, il trasferimento, l'allevamento, l'utilizzo, il rilascio. Ogni Stato può inoltre implementare l'elenco su scala locale per attivare le medesime procedure per specie invasive a livello subunionale. Inoltre il Regolamento prevede la redazione di Piani d'azione sulle specie invasive, previo attento studio dei relativi vettori, l'istituzione di un sistema di sorveglianza, di controlli ufficiali, la messa a punto di un sistema di rilevamento precoce e di eradicazione rapida nella fase iniziale dell'invasione. Un intero capo del Regolamento è dedicato alla gestione delle specie esotiche invasive ampiamente diffuse che prevede la redazione di apposite misure di gestione e il ripristino degli ecosistemi danneggiati.

Infine viene introdotto anche in questo settore del recupero dei costi presso i responsabili dell'introduzione delle specie invasive con una procedura conforme al principio di "chi inquina paga".

Il Regolamento, entrato in vigore il 1 gennaio 2015 al momento della redazione del presente Piano non ha ancora trovato attuazione.

2.1 Competenze dell'Ente tutela pesca

L'Ente tutela pesca del Friuli Venezia Giulia è stato istituito con legge regionale n. 19/1971. È un ente regionale al quale sono stati affidate le funzioni di assumere o promuovere iniziative rivolte ad assicurare la tutela e l'incremento del patrimonio ittico regionale, di concorrere nelle opere di semina e di ripopolamento ittico, di svolgere attività didattico-divulgativa, di effettuare studi ed indagini in materia di pesca e di ittica nonché di svolgere attività di sperimentazione anche ai fini della disciplina per la immissione di specie ittiche autoctone. Sono certamente i gamberi d'acqua dolce, dei quali l'ETP si occupa sin dalla sua istituzione.

L'ETP ha finanziato o partecipato a diverse esperienze di studio, allevamento e monitoraggio di gamberi di fiume, che hanno prodotto numerose pubblicazioni, anche monografiche.

Nell'ambito dello svolgimento di tali funzioni l'ETP ha partecipato, in qualità di beneficiario coordinatore, alla realizzazione del progetto LIFE 10 NAT/IT/000239 RARITY "*Eradicate invasive Louisiana red swamp and preserve native white clawed crayfish in Friuli Venezia Giulia*" che si prefigge l'attuazione di iniziative di contrasto alla diffusione del gambero rosso della Louisiana, specie invasiva, e lo sviluppo di attività di tutela dei gamberi di fiume autoctoni in Friuli Venezia Giulia.

Con l'introduzione dell'articolo 6 bis) nella legge regionale 19/1971 è stato finalmente chiarito che compete all'Ente tutela pesca la gestione dei gamberi d'acqua dolce, tramite la redazione di un apposito Piano d'azione e l'attuazione delle iniziative da esso previste.

3. Specie invasive di gamberi d'acqua dolce e aree interessate dalla loro diffusione

I monitoraggi delle popolazioni di gamberi d'acqua dolce realizzati fino al 2005 e condotti in parte su incarico di ETP ed in parte su incarico della Regione, hanno messo in evidenza la presenza sul territorio regionale di due specie di gambero d'acqua dolce autoctone: *Austropepotamobius pallipes* e *A. torrentium*. Quest'ultimo è risultato localizzato in poche stazioni, perlopiù del bacino idrografico dello Slizza, tributario del bacino del Danubio.

Non vi era invece notizia della presenza di altre specie alloctone, anche se le campagne di monitoraggio, condotte in precedenza anche sul finire degli anni '80 avevano rilevato la presenza di *Astacus astacus*, sullo cui autoctonia gli Autori pongono alcuni dubbi, e di *Potamon fluviatile*, del quale sono stati rinvenuti solo alcuni resti da Giorgio De Luise (De Luise, 2006).

Successivamente, nel settembre 2007, il Corpo forestale regionale ha rinvenuto nell'area della Bonifica Sacchetti, lungo il canale Brancolo, in provincia di Gorizia, un esemplare di gambero rosso della Louisiana (De Luise, 2009). È la prima segnalazione della presenza di questa specie sul territorio regionale.



Fig. 1 *Palaemon macrodactylus* (foto G. Comisso)

I monitoraggio avviati da ETP dal 2009 e successivamente proseguiti nell'ambito del progetto LIFE "RARITY" hanno consentito di individuare numerose popolazioni di *P. clarkii* e di tracciarne l'area di diffusione (G. De Luise, 2010).

Al momento della stesure del presente documento non vi sono conferme della presenza nelle acque del Friuli Venezia Giulia di altre specie alloctone di gamberi d'acqua dolce anche se è da registrare una segnalazione per la Laguna di Marano di un esemplare

di *Palaemon macrodactylus* catturato nel 2013 (Mazza, ex verbis). Trattasi questa di una specie aliena, certamente introdotta dalla cattività e sulla cui invasività, a differenza di quanto avviene per *P. clarkii*, non vi sono informazioni specifiche.

Alcune segnalazioni di *Astacus leptodactylus* per il torrente Rosandra (TS) (Giulianini, ex verbis) non hanno trovato riscontro nei monitoraggi di verifica, ma non è da escludere la sua possibile presenza in natura dato l'ampio utilizzo di questa specie a scopo alimentare.

La grande diffusione nei negozi di acquariologia di numerosi esemplari di gamberi d'acqua dolce appartenenti a specie esotiche nonché l'interesse gastronomico nei confronti di altre specie, variamente denominate e difficilmente determinabili dal punto di vista tassonomico, spingono infine non tralasciare l'ipotesi del rinvenimento in natura di altri gamberi d'acqua dolce, anche se al momento la loro presenza non è stata rilevata.

Potrebbero arrivare nel prossimo futuro dalle regioni vicine: *Pacifastacus leniusculus* dalla provincia di Bolzano e *Orconectes limosus* dal Veneto (Aquiloni et al. 2010). Inoltre, altre specie a rischio di ingresso sono quelle vendute dal mercato on-line o dai negozi di acquariofilia presenti in regione, riconosciuti come possibili vie di ingresso di specie alloctone (Burgiel et al. 2006; Shine 2011).

Ai fini del presente Piano, sono da considerarsi pertanto specie invasive di gamberi d'acqua dolce quelle appartenenti al genere *Procambarus*, la cui diffusione è nota in Regione e la cui invasività è ampiamente documentata dalla letteratura scientifica. Quest'ultima caratteristica è ben documentata anche per diverse specie di *Cherax*, *Pacifastacus* e *Orconectes*, la cui diffusione in regione non è stata ancora rilevata, ma che si considerano potenzialmente invasive per il FVG e sono quindi anch'esse oggetto delle previsioni del Piano.

3.1 Gambero rosso della Louisiana - *Procambarus clarkii*(Girard, 1852)

Classe	Malacostraca
Ordine	Decapoda
Famiglia	Cambaridae
Nome comune	Gambero rosso della Louisiana, Gambero killer



Fig. 2 *Procambarus clarkii* Gambero rosso della Louisiana (Foto di Chris Lukhaup)

DESCRIZIONE

Gli individui adulti hanno una lunghezza media di circa 15 cm, ma possono raggiungere anche i 20 cm. Hanno una caratteristica colorazione rosso scuro o marrone-rossastro che li rende facilmente distinguibili dalle specie indigene; sono note anche varietà blu, gialle, bianche e nere. I giovani hanno invece una colorazione grigio-verde con una sottile banda scura su entrambi i lati dell'addome e una più spessa chiara lungo la superficie dorsale. Il cefalotorace è ruvido, soprattutto dietro al solco cervicale. Presente un solo dente post-orbitale e le spine cervicali. Il rostro, acuminato e stretto, si allarga progressivamente dall'apice alla base. Nelle femmine sessualmente mature, il ricettacolo seminale (annulus ventralis), collocato tra le basi delle appendici ambulacrali, è sclerificato; nei maschi si osserva un'alternanza tra due forme: la I e la II. La prima è sessualmente attiva, con gonopodi sclerificati e uncini sul secondo e terzo paio di appendici ambulacrali che vengono utilizzati per tenere la femmina durante la copula. Le chele sono ben sviluppate e granulose, di dimensioni maggiori negli esemplari di sesso maschile; ricoperte di spine e tubercoli più pronunciate nel lato interno; due tubercoli sul lato interno del dito fisso; spazio pronunciato tra la base del dito fisso e del dito mobile che permette alla forma I del maschio di afferrare la femmina durante l'accoppiamento; sperone prominente sul margine inferiore del carpo del chelipede.

DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

Regione zoogeografica di presenza naturale La specie è originaria degli Stati Uniti centro-meridionali e del Messico nord-orientale.

Areale di introduzione Presente in tutti i continenti, ad eccezione di Australia e Antartide. In Europa è segnalato in 13 paesi tra cui l'Italia.

Anno di introduzione in Italia 1989 in Piemonte nel torrente Banna e 1993 in Toscana nel Lago di Massaciuccoli per scopi di acquacoltura. In quest'ultimo caso, la causa della diffusione in natura è stata la fuga di alcuni esemplari dalle vasche di allevamento.

Presenza in Italia La specie è diffusa in gran parte del centro-nord, compreso il FVG; recentemente è stata segnalata anche in Sardegna e Sicilia.

ECOLOGIA

Alimentazione Generalista ed opportunista. Gli adulti consumano prevalentemente piante e detrito vegetale, mentre i giovani consumano una percentuale maggiore di proteine animali.

Ciclo vitale La specie raggiunge la maturità sessuale a partire dai 45 mm di lunghezza totale. Il numero delle uova prodotte aumenta con la taglia della femmina (fino a 600 uova). Lo sviluppo embrionale e l'accrescimento dipendono dalla temperatura, arrestandosi a temperature inferiori ai 10 °C.

Habitat L'habitat elettivo è rappresentato da ambienti lentici come paludi e acquitrini anche soggetti a forti fluttuazioni stagionali del livello dell'acqua, fino al disseccamento temporaneo; *P. clarkii* è comunque in grado di colonizzare ogni tipo di ambiente acquatico, incluse le acque salmastre.

3.1.1 Diffusione

A seguito dei monitoraggi condotti nel corso del progetto Life Rarity (www.life-rarity.eu), è stato possibile verificare lo status delle popolazioni di gamberi d'acqua dolce autoctoni e alloctoni tramite una ricca rete di stazioni di campionamento (oltre 230).

Le indagini, condotte l'utilizzo di un metodo standardizzato hanno consentito di accertare la presenza di una sola specie di gambero alloctono: *Procambarus clarkii* (gambero rosso della Louisiana).

La sua diffusione è stata rilevata esclusivamente nella porzione meridionale della regione. La cartina che segue riporta la rappresentazione dei risultati dei monitoraggi dell'anno 2014.

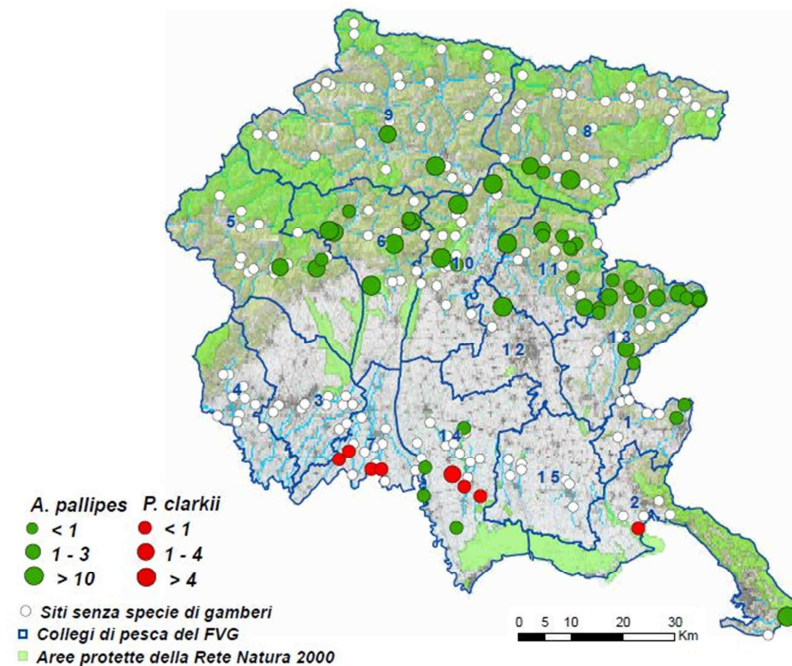


Fig. 3 Esito del monitoraggio delle popolazioni astacicole regionali nel 2014.

Attualmente le popolazioni di *P. clarkii* appaiono ancora abbastanza localizzate, anche se la loro consistenza lascia pensare che in assenza di interventi di contenimento la specie possa espandersi colonizzando altre aree.

Infatti, grazie anche al sistema di *citizen science* messo a punto per le segnalazioni di tutti i cittadini relative alla presenza di gambero rosso, ha consentito di verificarne la presenza anche in altre località.

La mappa che segue illustra le segnalazioni pervenute e validate.

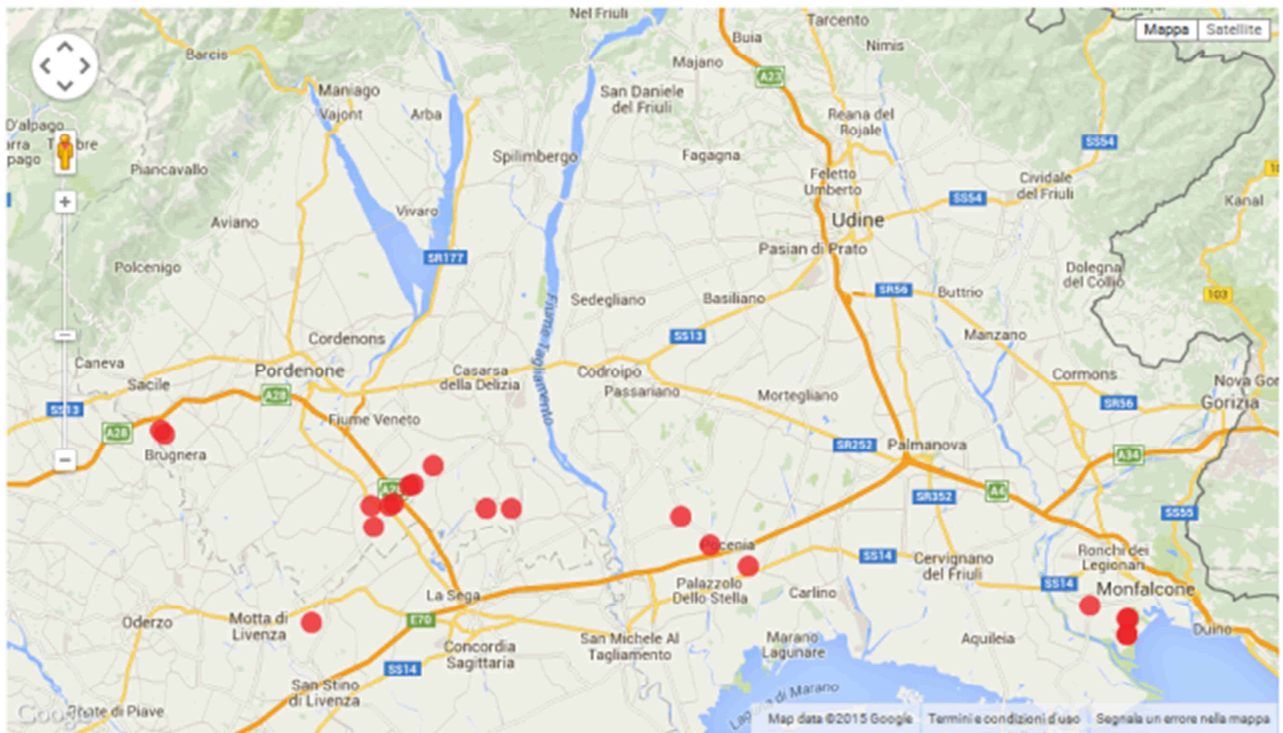


Fig. 4 Mappa delle segnalazioni di presenza di *Procambarus clarkii* registrate dal sito www.gamberialieni.divulgando.eu

L'ampia diffusione del gambero rosso della Louisiana nella confinante regione Veneto giustifica la presenza nelle aree prossime al confine ed in particolare nei corsi d'acqua che scorrono in entrambe le regioni.

Le segnalazioni di privati confermano la presenza nelle aree oggetto del monitoraggio ma hanno consentito anche di accertarne la presenza in Comune di Sacile, nel fiume Livenza.

La possibilità di spostarsi anche fuori dall'acqua, che in questa specie è particolarmente spiccata ha fatto in modo che venissero registrati dati di sua presenza anche in scantinati, scoline, tombini, stagni anche non prossimi a corsi d'acqua.

Per le presenze rilevate fuori dai siti noti al momento della segnalazione sono stati attivati i protocolli di risposta rapida che hanno consentito da un lato di validare le segnalazioni e dall'altro di attivare le procedure per l'eradicazione.

Questo sistema ha portato risultati positivi nel Cellina a Claut, dove è stato possibile rimuovere l'intera popolazione.

Nella cartina che segue sono illustrati i casi di attivazione dei protocolli di risposta rapida che, in più casi, hanno dato esito negativo, ma in altri hanno consentito di confermare la presenza della specie e di avviare le azioni conseguenti.

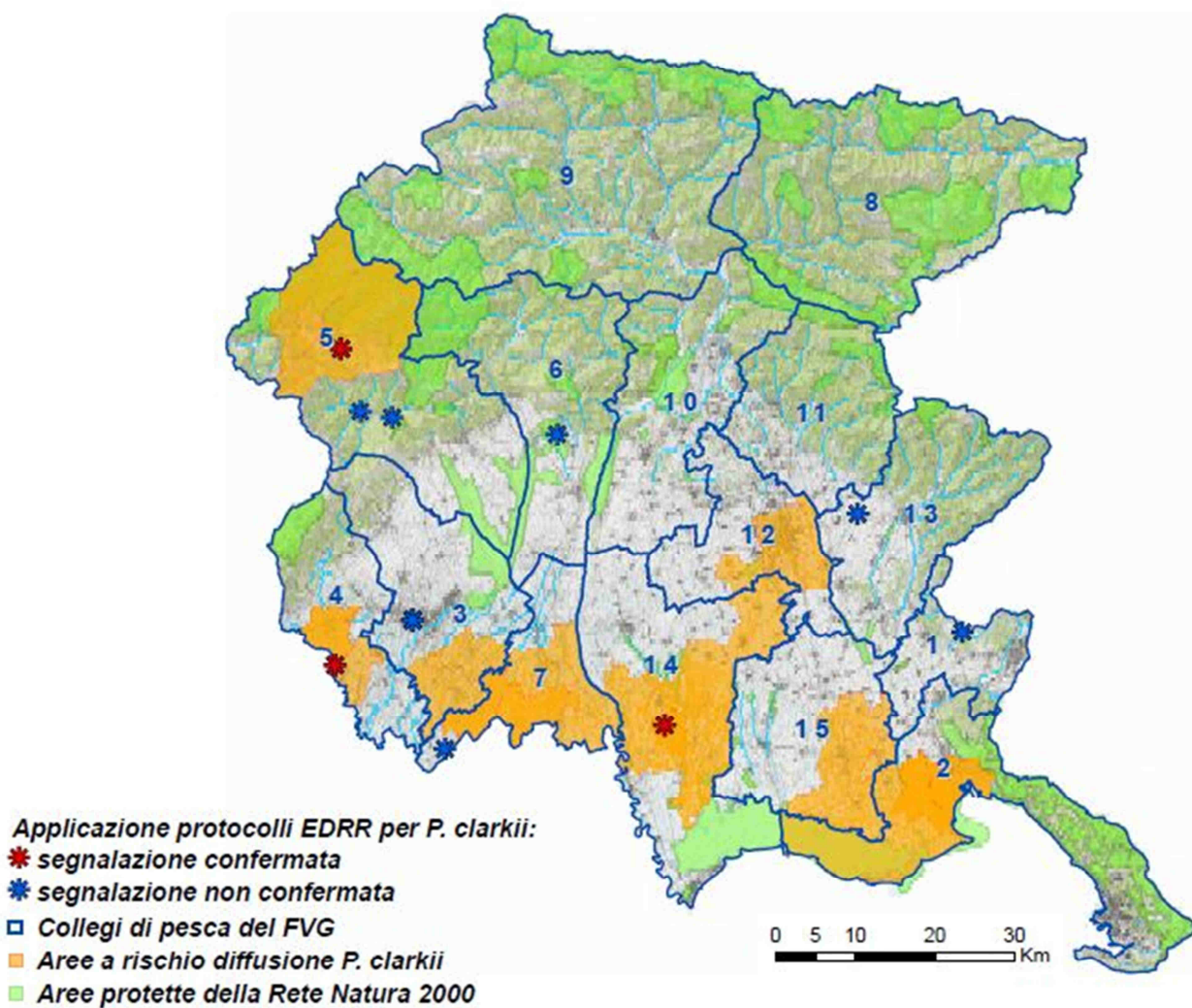


Fig. 5 Localizzazione (asterischi) delle attivazioni dei protocolli di risposta rapida negli anni 2011-2014

3.2 Altre specie

3.2.1 *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852)

Classe	Malacostraca
Ordine	Decapoda
Famiglia	Astacidea
Nome comune	Gambero della California



Fig. 6 *Pacifastacus leniusculus* (Foto di Chris Lukhaup)

DESCRIZIONE

La lunghezza è di circa 15 cm ma, eccezionalmente, può raggiungere i 20 cm. A parità di taglia, il peso risulta maggiore rispetto ad altre specie di gamberi a causa delle elevate dimensioni delle chele. La superficie dorsale è di color marrone-grigio, mentre quella ventrale è rosso-arancione brillante. Il carapace è liscio e con due paia di creste post-orbitali, di cui la seconda è piccola e poco evidente. Il rostro presenta bordi quasi paralleli con apice appuntito e prominente e una cresta mediana distinta e liscia. I denti laterali sono prominenti. Le chele rappresentano un carattere distintivo della specie: sono robuste, con margine interno irregolare e dentato e dorsalmente; all'inserzione del dito mobile, mostrano una caratteristica macchia bianca con riflessi blu. La parte ventrale della chela è di un tipico colore rosso brillante. In USA sono state descritte tre sottospecie, anche se ancora oggetto di discussione tra gli specialisti, *P. l. leniusculus*, *P. l. trowbridgii* e *P. l. klamathensis*.

DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

Regione zoogeografica di presenza naturale Endemico del nord-ovest degli USA e del sud-ovest del Canada, il suo areale si estende dalla British Columbia a Nord fino alla California centrale a Sud e allo Utah a Est.

Areale di introduzione Introdotto in Svezia nel 1959, oggi è la specie di gambero alieno maggiormente diffusa in Europa. Presente in 24 stati europei con popolazioni riproduttive in Svezia, Finlandia, Francia, Spagna, Russia e Isole Britanniche dove, nella maggior parte dei casi, ha sostituito la specie indigena. Introdotto anche in Giappone.

Anno di introduzione in Italia 1981 a Brunico nella Provincia di Bolzano e 2002 nel Lago di Brugnato in Provincia di Genova.

Presenza in Italia La specie è localizzata nelle province di Bolzano, Genova e Alessandria. Potrebbe arrivare nel bacino del Po entro sette anni se non saranno effettuati gli opportuni interventi di eradicazione.

ECOLOGIA

Alimentazione Generalista ed opportunista.

Ciclo vitale Può raggiungere i 20 anni di età. La maturità sessuale è raggiunta a 2-3 anni con una lunghezza di 6-9 cm. L'accoppiamento e la deposizione delle uova avvengono nel mese di ottobre e l'incubazione dura fino a 280 giorni. La schiusa si realizza tra la fine di marzo e l'inizio di luglio a seconda della latitudine e della temperatura. Il numero delle uova è di 200-400. La percentuale dei giovani che sopravvivono oltre i due anni varia tra il 10% e il 52%.

Habitat Vive in torrenti, fiumi e laghi, dalle regioni costiere a quelle sub-alpine, ma tollera anche acque salmastre.

3.2.2 *Orconectes limosus* (Rafinesque,1817)

Classe	Malacostraca
Ordine	Decapoda
Famiglia	Cambaridae
Nome comune	Gambero americano



Fig. 7 *Orconectes limosus* (Foto di Chris Lukhaup)

DESCRIZIONE

E' un gambero di piccole dimensioni, la cui lunghezza totale varia tra i 6 e i 9 cm con valori massimi di 12 cm. Ha un colore verde oliva con caratteristiche macchie triangolari bruno-rossastre sui segmenti addominali. I bordi del rostro sono quasi paralleli; l'apice è liscio e privo di cresta mediana e i denti sono evidenti. Il carapace è contraddistinto da un paio di creste post-orbitali. La regione antero-laterale presenta una spina prominente e 2-3 spinule. La punta delle chele è uncinata e con bande nere e arancioni; il margine interno è regolare e liscio. Il lato interno del carpo ha una spina prominente e ricurva.

DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

Regione zoogeografica di presenza naturale Originario dell'area del versante Atlantico del Nord America che si estende dal Maine fino al James River in Virginia.

Areale di introduzione La specie è stata introdotta in altri stati degli Stati Uniti, in particolare nel New Hampshire e, dal 1970, nel bacino del fiume St. Lawrence. In Europa è stata introdotta nel 1890 in Polonia e si è quindi diffusa ad oltre 20 paesi europei. Particolarmente abbondante in Francia, Germania, Lituania, Polonia, Repubblica Ceca, Svizzera, è molto probabile la sua diffusione anche in Bulgaria, Romania e Ucraina attraverso il Danubio. Nel 1937, la specie è stata introdotto in Marocco e nel 1969 in Australia.

Anno di introduzione in Italia 1991 nel Lago d'Iseo.

Presenza in Italia Trentino, Veneto, Lombardia, Piemonte, Emilia Romagna, Lazio e Umbria.

ECOLOGIA

Alimentazione E' onnivoro.

Ciclo vitale Presenta un ciclo riproduttivo rapido: si accoppia generalmente in primavera e in autunno ma anche in inverno se la temperatura dell'acqua si mantiene superiore ai 7 °C. A marzo la femmina può estrudere oltre 600 uova che mantiene sotto l'addome fino a maggio. Da giugno i giovani conducono vita libera. La maturità viene raggiunta nella seconda estate di vita a circa 25-35 mm di lunghezza di cefalotorace. Vive mediamente quattro anni.

Habitat Predilige corsi d'acqua a lento scorrimento, laghi e stagni anche di qualità scadente. Presente anche in corsi d'acqua di ambiente montano ad altitudini relativamente elevate. Preferisce fondi melmosi e fangosi, ma vive anche su ghiaia e ciottoli.

3.2.3 *Procambarus* sp.

Classe	Malacostraca
Ordine	Decapoda
Famiglia	Cambaridae
Nome comune	Gambero marmorato

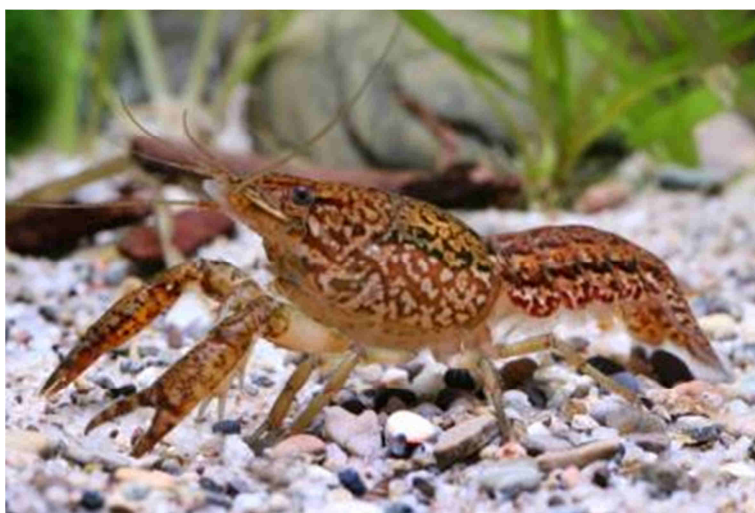


Fig. 8 *Procambarus* sp. (Foto di Chris Lukhaup)

DESCRIZIONE

Secondo alcuni autori *Procambarus* sp. è una specie prodotta in laboratorio: la sua identità e la sua origine sono ancora oggetto di discussione. Recentemente il gambero marmorato è stato identificato come il gambero nord-americano *Procambarus fallax*. In media, la lunghezza totale degli individui è di 10 cm con valori massimi di 13 cm. Dorsalmente, la colorazione è marmorata su uno sfondo che varia da marrone scuro a marrone chiaro a verde. Talvolta gli individui possono presentare una colorazione tendente al blu. Il rostro è appuntito e triangolare senza cresta mediana; i bordi del rostro sono lisci. Il carapace, generalmente liscio, presenta un paio di creste post-orbitali con spine. Una fila di tubercoli è presente posteriormente al solco cervicale. Le chele sono piccole, poco granulose e con un pattern di colorazione marmorata. Il ventaglio caudale è largo.

DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

Regione zoogeografica di presenza naturale: Incerta, collocata comunque in Nord America.

Areale di introduzione In Europa la specie è stata segnalata in Germania, in Olanda e in Italia.

Anno di introduzione in Italia La prima segnalazione risale al 2008.

Regioni italiane di presenza Toscana.

ECOLOGIA

Alimentazione La specie è onnivora come tutti i gamberi, ma sembra preferire detrito vegetale e molluschi.

Modalità di riproduzione La specie è partenogenetica. In condizioni favorevoli, può riprodursi tutto l'anno con intervalli di 8-9 settimane tra gli eventi riproduttivi. La fecondità varia tra individui: il numero delle uova è compreso tra 50 e 270.

Habitat L'habitat naturale della specie è poco conosciuto, perché la maggior parte delle informazioni provengono da individui mantenuti in cattività. Sembra comunque tollerare un'ampia varietà di condizioni. La temperatura ottimale oscilla tra i 18 e i 25 °C.

3.2.4 *Cherax destructor* (Clark, 1936)

Classe	Malacostraca
Ordine	Decapoda
Famiglia	Parastacidae
Nome comune	Gambero australiano, yabby



Fig. 9 *Cherax destructor* (Foto di Chris Lukhaup)

DESCRIZIONE E DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

Il gambero australiano, indigeno dell'Australia orientale e di Papua Nuova Guinea, vive in un'ampia gamma di ambienti lotici e lentici. Nel 1932 è stato traslocato nello stato di Western Australia per l'acquacoltura: la specie si è diffusa rapidamente e oggi minaccia le oltre 10 specie indigene di gambero presenti in quello stato. La prima introduzione in Europa risale al 1983, quando alcuni individui provenienti da uno stabilimento di acquacoltura della Florida vennero rilasciati in un laghetto presso Girona in Spagna. A questa prima introduzione ne seguirono altre due nel 1984 e nel 1985 presso Saragozza. Attualmente, sono state individuate quattro popolazioni stabilizzate in Spagna ed è stato rinvenuto un esemplare in ambiente naturale in Svizzera.

In Italia è stato introdotto a scopo di acquacoltura sperimentale.

IMPATTI

Oltre alle sue elevate capacità competitive nei confronti delle specie indigene, *Cherax destructor* ha causato danni economici agli allevamenti di *Cherax tenuimanus* in Western Australia. A causa della sua intensa attività di scavo, ha la potenzialità di produrre danni consistenti agli argini.

4. Criteri per individuazione delle aree a rischio differenziato e pianificazione degli interventi

Sulla base dei dati raccolti nel corso del progetto RARITY, sono state individuate le aree a rischio di prossima stabilizzazione di popolazioni del gambero invasivo *Procambarus clarkii*, segnalando anche i siti in cui la specie potrebbe causare grossi impatti alle attività produttive quali ad esempio le colture di piante acquatiche. Per l'individuazione di tali aree sono state considerate non solo l'attuale distribuzione della specie nel territorio ma anche la presenza di *pet shop* in cui la specie viene venduta o di sagre che potrebbero costituire un canale di ingresso di gamberi invasivi in zone del Friuli Venezia Giulia non ancora colonizzate e, in particolare, in aree peri-urbane.

Il rischio è stato rappresentato in una cartografia tematica su scala comunale con tre livelli:

- alto rischio di popolazioni stabilizzate della specie in presenza di alcuni esemplari catturati;
- medio rischio per aree a meno di un chilometro di distanza dai siti di cattura o per i centri abitati in cui la specie viene venduta;
- basso rischio per aree in cui la specie era segnalata o presente in passato ma la cui presenza non è stata confermata oppure è stata rimossa attraverso l'applicazione dei protocolli di risposta rapida attivati in modo tempestivo in seguito alla segnalazione

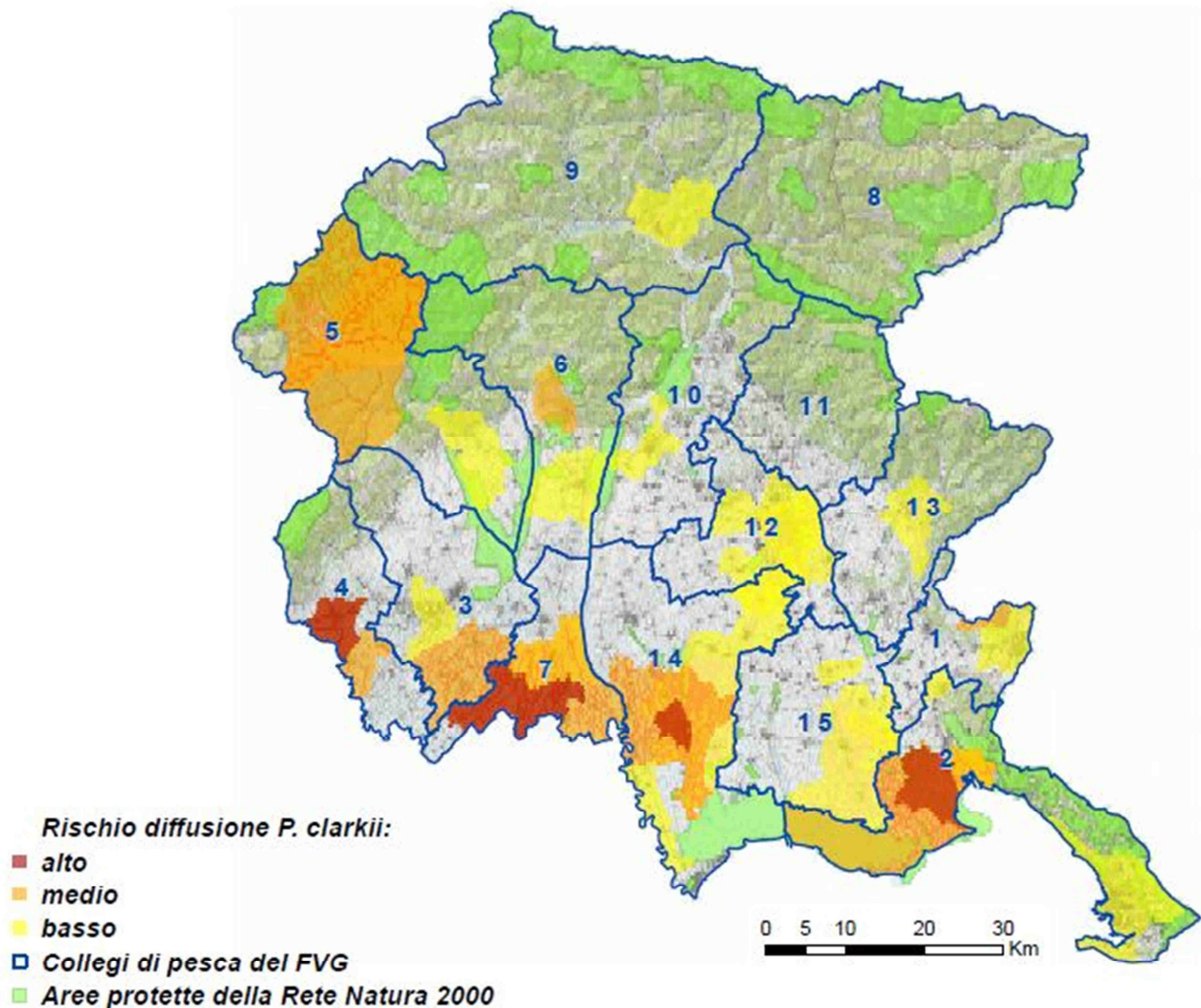


Fig. 10 Individuazione delle aree di rischio di diffusione di *P. clarkii*

Classificazione del rischio di diffusione del gambero rosso nei territori comunali		
Rischio basso	Rischio medio	Rischio alto
Tolmezzo	Cimolais	Sacile
Maniago	Claut	Rivignano Teor
Trieste	Barcis	Chions
Pordenone	Travesio	Sesto al Reghena
Latisana	Brugnera	Staranzano
Gorizia	Varmo	
Spilimbergo	San Floriano del Collio	
San Daniele del Friuli	San Vito al Tagliamento	
Muzzana del Turgnano	Azzano Decimo	
Cervignano	Talmasson	
Fiumicello	Pocenia	
Terzo D'Aquileia	Grado	
Ruda	Monfalcone	
Palamanova	Palazzo dello Stella	
MOraro		
Cividale del Friuli		

5. Tipologie di interventi e protocolli operativi

5.1 Monitoraggio

I protocolli per il campionamento delle popolazioni di gamberi indigeni e non indigeni (di seguito ICS e NICS, rispettivamente) e per il monitoraggio degli habitat di acqua dolce del Friuli Venezia Giulia (FVG) sono stati elaborati nell'ambito del progetto RARITY (LIFE10 NAT/IT/000239, azione E.4). Ad essi si fa riferimento per le attività da condurre in seguito.

Tali protocolli costituiscono uno strumento necessario sia per la pianificazione di una raccolta dati che consenta di delineare un quadro il più possibile esaustivo delle popolazioni e degli habitat del FVG sia per l'organizzazione di tutte le informazioni raccolte in un database che ne garantisca una rapida ed efficace gestione.

Per la redazione dei protocolli, sono state utilizzate le buone pratiche già descritte in letteratura opportunamente adattate, dall'Università di Firenze (UNIFI) e l'Ente Tutela Pesca (ETP), al contesto presente in FVG e alle diverse specie di decapodi da campionare. In particolare, sono stati utilizzati il manuale di Peay (2003), redatto per l'EU a supporto del Programma LIFE Nature, e il protocollo di Reynolds (2006) utilizzato in Irlanda per il campionamento nei laghi.

Ogni stazione di campionamento, una volta individuata, sarà geo-referenziata da personale operante con l'ausilio di un GPS, riportata in cartografia e denominata con il riferimento al collegio di pesca (da 01 a 15) e un numero progressivo con richiamo all'anno. In aggiunta le stazioni che ricadono nelle aree Rete Natura 2000 riporteranno anche la sigla RN.

Esempio: 03-2015-01-RN

Tutte le schede di monitoraggio e le informazioni relative alle stazioni di campionamento dovranno sempre riportare il codice di riferimento identificativo della stazione

Tutti i dati raccolti nei monitoraggi delle popolazioni astacicole saranno cartografati in modo da poter essere opportunamente rappresentati in carte tematiche oltre che analizzati e interpretati anche in relazione a caratteristiche geografiche ed antropiche.

Il personale che effettuerà il rilievo dei dati cartografici deve utilizzare lo stesso sistema di riferimento con cui vengono registrate le localizzazioni in fase di elaborazione cartografica in modo da garantire il corretto posizionamento del dato rilevato sulla cartografia regionale.

Per uniformare la raccolta e l'elaborazione dei dati, si è scelto di lavorare sul sistema di riferimento più diffuso: WGS84 (EPSG:4326)

5.1.1 Sicurezza del personale

Le indagini di campo devono essere condotte nel rispetto delle procedure di sicurezza riportate in Tabella seguente al fine di minimizzare i rischi per gli operatori.

Rischio	Precauzione
Generale	Lavorare sempre in coppia o in gruppo. Informare sempre qualcuno circa il luogo del lavoro e l'orario di ritorno. Portare sempre con sé un cellulare per chiamate di emergenza. Portare sempre un kit di pronto soccorso.
Traffico	Fare attenzione nell'attraversare o camminare lungo le strade. Indossare vestiti con colori molto visibili. Parcheggiare il proprio veicolo con attenzione evitando di causare disagi agli altri.
Animali o persone	I gamberi invasivi, in particolare, possono provocare ferite. Se un gambero afferra la pelle con le chele, non cercare di toglierlo con la forza. Immergere il corpo dell'animale in acqua e metterlo nella condizione di scappare.
Scivolamento, caduta	Argini ripidi e scivolosi possono essere pericolosi. Gli argini con molta vegetazione possono nascondere del filo spinato o altri rottami e macerie. Un sopralluogo del sito è raccomandato per identificare i possibili pericoli. Le alghe che ricoprono le rocce o il letto del corso d'acqua possono essere molto scivolose. Prestare particolare attenzione ad eventuali rottami e macerie immerse in acqua. La visibilità del corso d'acqua è ridotta in zone a flusso turbolento. Si raccomanda l'utilizzo di un'asta o un robusto bastone come sostegno quando ci si muove lungo un corso d'acqua.
Tagli, punture e abrasioni	Evitare di arrampicarsi su recinti o palizzate; usare le scalette o i cancelli quando è possibile. Prestare particolare attenzione a possibili oggetti taglienti nell'acqua. Indossare stivali con solespesse e indossare guanti protettivi.
Annegamento	Controllare sempre la velocità della corrente, il substrato del corso d'acqua e la profondità prima di entrare in acqua. Usare un'asta o un robusto bastone per verificare la profondità dell'acqua. Non entrare nel corso d'acqua se non è sicuro. Gli stivali alla vita o al petto sono pericolosi se si riempiono di acqua, sono da preferire gli stivali alla coscia o la muta stagna. Si raccomanda un giubbotto salvagente, specialmente quando si indossano stivali o in zone con acque profonde.
Lesioni causate da sforzi e contusioni	I gamberi non possono rifugiarsi sotto pietre profondamente infossate nel letto fluviale. Nel caso sia necessario controllare la presenza dei gamberi sotto le pietre, girarle usando entrambe le mani piuttosto che sollevarle. Non effettuare sforzi eccessivi. Se si ha il dubbio sul peso della pietra o se è infossata in profondità, lasciar perdere. Fare particolare attenzione quando si sposta una pietra. Cambiare posizione di frequente e fare stretching della schiena e degli arti all'inizio e tra le varie sessioni di monitoraggio per evitare o ridurre gli sforzi e la stanchezza.
Ipotermia e stanchezza	Essere a conoscenza dei segnali dell'ipotermia. Fermarsi e riscaldarsi immediatamente se si sente freddo. I guanti aiutano a ridurre la perdita di calore. Portare con sé snack e bevande energetiche e zuccherine. Prestare particolare attenzione quando si è stanchi e quando la temperatura dell'aria e dell'acqua è 10° C o meno, e durante i monitoraggi notturni. È consigliabile effettuare catture a mano per non più di 1 ora. Essere realistici circa quanti monitoraggi possono essere effettuati in un giorno. Nel caso di campionamenti notturni non effettuare sessioni al di là di 3 ore totali.
Malattia	Essere a conoscenza del rischio di contrarre la leptospirosi e altre malattie causate da agenti patogeni che si possono trovare in acque contaminate. Usare guanti in gomma o lattice può ridurre il rischio di ferite e abrasioni durante le ricerche manuali. Considerare l'utilizzo di una crema solare durante i campionamenti. Pulire e coprire qualsiasi ferita o abrasione con fasciature impermeabili. Pulirsi le mani con salviette igienizzanti prima di mangiare e alla fine di ciascun campionamento.

ATTENZIONE: l'equipaggiamento deve essere sempre accuratamente lavato e sterilizzato prima di essere utilizzato in una diversa stazione di campionamento (vedi paragrafo 5.5)

5.1.2 I metodi di campionamento dei decapodi

Esistono veri metodi per il campionamento di gamberi la cui efficacia cambia in modo piuttosto pronunciato in relazione alle caratteristiche dell'habitat di campionamento e, in particolare, alla tipologia di substrato e alla visibilità. Peay (2003) riporta un esempio utile per capire questo concetto: in un sito, caratterizzato da una abbondante vegetazione ripariale e substrato sabbioso, sono stati catturati 7 individui a mano, 35 utilizzando il retino e 39 con trappole. Diversamente, lavorando su substrato roccioso, sono stati catturati 39 individui a mano, 8 con trappole e solo un gambero utilizzando il retino. Ciascun metodo presenta vantaggi e svantaggi, descritti nella tabella

seguinte, che devono essere tenuti in considerazione in fase di progettazione del campionamento.

Nell'ambito del progetto RARITY, è stato riscontrato che le migliori tecniche al fine di standardizzare al massimo la raccolta dei dati mantenendo in sicurezza gli operatori, sono state utilizzate il trappolaggio e il campionamento a mano, che sono risultate le più indicate.

Il trappolaggio o campionamento con trappole è il più utilizzato perché può essere utilizzato nella maggior parte delle tipologie di corso d'acqua e, soprattutto, perché assicura una facile standardizzazione della raccolta dei dati anche lavorando su ampie regioni e in un elevato numero di stazioni con operatori diversi. Tuttavia, occorre tenere in considerazione che le classi di taglia più piccole non vengono campionate con il trappolaggio, perché sfuggono dalle maglie della rete (Brown & Brewis, 1979; O'Keefe, 1986; Matthews & Reynolds, 1995; Byrne et al., 1999, Grandjean et al., 2000) e dagli adulti eventualmente già presenti nelle trappole che li predano oppure perché tendono ad aggregarsi vicino agli argini in prossimità delle radici dove difficilmente vengono posizionate le nasse.

In alternativa al trappolaggio, esclusivamente nei siti dove l'acqua è poco profonda (non consente l'immersione degli inganni della trappola), limpida e con corrente moderata può essere utilizzata la cattura a mano che permette di catturare anche gli individui di classe più piccola (Smith et al., 1996; Byrne et al., 1999); d'altra parte, però, questo metodo presenta lo svantaggio di essere molto influenzato dall'abilità dello sperimentatore e quindi l'analisi dei dati non consente né un confronto rigoroso tra popolazioni né una analisi predittiva esaustiva sulle popolazioni nel tempo.

In base all'esperienza accumulata con le attività su *A. pallipes* e *P. clarkii* il periodo più indicato per il monitoraggio dei gamberi coincide con quello di massima loro attività, ovvero indicativamente da giugno a fine settembre. È importante che nelle stesse stazioni di monitoraggio interessate dalle attività in anni diversi, i dati vengano raccolti nello stesso periodo dell'anno (con una sfasatura indicativa massima di ± 7 giorni, al fine di rendere confrontabili serie di dati raccolte in anni differenti).

Metodo	Equipaggiamento richiesto	Caratteristiche del sito dove il metodo è appropriato	Vantaggi	Limitazioni/Svantaggi
Ricerca tramite snorkelling (nuoto in superficie)	Muta stagna o semistagna, maschera, retino (quello usato per gli acquari è ideale), scarpe da snorkelling, secchio, asciugamano, disinfettante. Cappuccio e guanti per muta forniscono una buona protezione.	Tratti poco profondi e profondi, substrati disturbati, laghi con sponde ripide, instabili, fangose e rocciose.	Adatto per specie bersaglio; aumento della galleggiabilità in acque profonde; capacità di esaminare il substrato in profondità (fino a 1 metro); utilizzo di entrambe le mani; i gamberi possono essere visti facilmente; minor disturbo del substrato; assenza di riverbero; vento e pioggia non rappresentano fattori di disturbo.	Impiego di molto tempo; il metodo è valido in acque limpide; disinfezione e essiccamento del materiale utilizzato prima del passaggio ad un altro sito; può essere difficile in acque basse; la nuvolosità può ridurre le condizioni di visibilità; richiede esperienza per identificare i siti idonei e per la ricerca.
Ricerca a mano	Stivali impermeabili, secchi con fondo in plexiglass o piccole faune box usate in acquariofilia, retini per acquari, disinfettante.	Tratti poco profondi, rocciosi o con sponde compatte.	Veloce; equipaggiamento necessario minimo; facilmente utilizzabile per campionamenti sotto rocce e pietre.	Limitato in acque profonde per l'impossibilità di girare le pietre; l'agitazione del fondo argilloso può rappresentare un problema; può essere un problema catturare gamberi che nuotano velocemente; metodo difficilmente standardizzabile perché dipendente dall'abilità dell'operatore.
Retino da	Retino da acqua, stivali,	Laghi con	Veloce; equipaggiamento	Metodo non utilizzabile dove

acqua	giubbotto salvagente, disinfettante.	vegetazione, substrati di argilla, sabbia o ghiaia.	necessario minimo; sono facilmente catturabili gamberi di piccole dimensioni (giovani); la trasparenza dell'acqua non è un problema; si possono utilizzare retini con manici lunghi in acque profonde; equipaggiamento facile da disinfettare.	sono presenti rocce, massi, ciottoli.
Trappolaggio	Nasse tipo bertovello, esche adeguate, corda, disinfettante, giubbotto salvagente, secchi, paletti.	Acque profonde e con scarsa velocità di corrente, ricca vegetazione di sponda e visibilità limitata.	Indipendente dal meteo; la trasparenza dell'acqua non è un problema; può essere utilizzato durante tutto l'anno e a ogni profondità (può richiedere una barca).	Ritorno al sito per il controllo delle trappole; i gamberi di piccole dimensioni possono scappare dalle trappole; le trappole vanno incontro a usura; cattura di specie non-target. ATTENZIONE: mantenere la trappola semi-emersa per permettere la sopravvivenza di specie non target (anfibi e rettili).
Ricerca di notte	Torce, batterie di scorta, stivali, giubbotto salvagente, secchi, retino.	Tutti i siti con facile accesso e acque non molto profonde. ATTENZIONE: si consiglia di essere sempre in coppia, soprattutto durante i monitoraggi notturni.	Metodo semplice per verificare la presenza dei gamberi; nessun rischio per specie non-target.	I siti da campionare necessitano di essere visitati prima durante il giorno; metodo difficilmente standardizzabile perché dipendente dall'abilità dell'operatore; i gamberi piccoli sono più difficili da catturare; il metodo è valido solo in acque limpide; metodo difficilmente standardizzabile perché dipendente dall'abilità dell'operatore.

5.1.3 Il trappolaggio con esca

In ogni stazione di campionamento saranno utilizzate 8 trappole (1 ogni 25 m, per circa 200 m di transetto) disponendole, ove possibile, a scacchiera lungo le sponde del corso d'acqua (Fig. 11). Tutte le nasse saranno mantenute in acqua per 24 ore e i gamberi prelevati ogni giorno alla stessa ora. Tutti i giorni saranno cambiate le esche in modo da mantenere la stessa capacità attrattiva tra giorni di cattura. Ogni stazione sarà monitorata per una intera settimana lavorativa all'anno ed effettuando un totale di 4 pescate. La stazione di campionamento sarà fotografata ogni anno. La temperatura dell'acqua, fattore determinante la motilità dei gamberi, dovrà essere misurata con un termometro da campo il primo giorno di monitoraggio e registrata in una apposita scheda di monitoraggio (Allegato 1).



Fig. 11 Disposizione ideale delle 8 trappole nella stazione di campionamento. Se non fosse possibile passare da una riva all'altra i due transetti possono essere disposti in modo contiguo.

ELENCO DEGLI STRUMENTI SPECIFICI PER IL TRAPPOLAGGIO CON ESCA

1. La *trappola* (8 per ogni stazione di campionamento), nasse tipo bertovello, ha forma cilindrica (dimensioni 80x30 cm; maglia 6 mm) e doppia apertura imbutiforme alle estremità. Richiudibile e/o impilabile per agevolare il trasporto di un elevato numero ma, una volta aperta, rigide per permetterne l'uso anche appoggiate in substrati duri. Sul lato ha una cerniera che consente un

rapido svuotamento. La trappola sarà fissata con un cordino alla riva e, se necessario, zavorrata al fondo utilizzando pietre legate all'esterno della nassa al fine di evitare di provocare danni ai gamberi intrappolati durante la fase di recupero della nassa. La nassa dovrà rimanere semi-emersa per garantire la sopravvivenza di eventuali animali non target catturati. In presenza di specie di particolare interesse che potrebbero accidentalmente rimanere intrappolate nella nassa, la bocca di entrata sarà schermata con una rete metallica di dimensioni non inferiori a 6x6 cm.

2. *L'esca* (una per trappola per 4 giorni, 32 esche per ogni stazione di campionamento) da inserire in ogni trappola è costituita da una confezione di alimento per gatti in vaschetta di alluminio (è suggerito di impiegare il medesimo tipo di scatoletta per l'intera attività di monitoraggio), opportunamente forata (ma non aperta) per permettere la diffusione dell'odore per oltre 24 ore.
3. *Contentori* per lo smaltimento delle esche.
4. *Contentori* per il trasporto dei gamberi rimossi.
5. *Cordino* per fissare le trappole alla riva.

5.1.4 Le catture a mano

Nei siti con acque poco profonde, fondo duro e corrente moderata sarà necessario operare il campionamento con catture a mano. Gli operatori della squadra risalgono il fiume disposti a formare un fronte trasversale rispetto al letto (Fig. 12). Durante la risalita, procedono lentamente guardando il fondo (in zone molto ombreggiate si utilizzi una torcia), alzando massi e muovendo, con l'ausilio di un bastone, le radici sulle sponde dove spesso trovano rifugio i gamberi. I gamberi, una volta individuati, devono essere catturati a mano o con un retino.

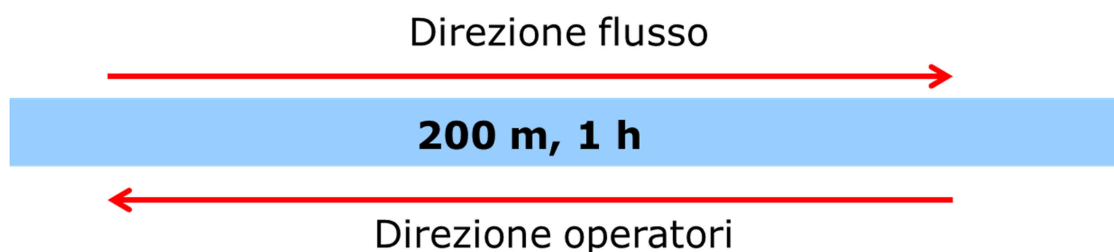


Fig. 12 Lunghezza e tempo di percorrenza di un transetto campionato a mano. Da notare che la direzione degli operatori deve essere opposta a quella della corrente.

La stazione di campionamento sarà un transetto di circa 200 metri che due operatori devono percorrere ogni giorno alla stessa ora per quattro giorni impiegando 60 minuti circa. L'attività deve essere ripetuta ogni anno nello stesso periodo. Ogni anno deve essere scattata una foto del transetto e deve essere rilevata la temperatura con un termometro da campo.

Questa tecnica è tanto più efficace quanto più l'operatore è esperto e, pertanto, i dati che si ottengono da questo tipo di campionamento, anche se richiede un tempo più lungo e può apparentemente sembrare più accurato, sono di difficile standardizzazione e sicuramente non comparabili a quelli ottenuti con il trappolaggio. In ogni caso, i dati raccolti saranno utili a valutare la presenza dei gamberi e a descrivere lo stato delle popolazioni presenti.

ELENCO DEGLI STRUMENTI SPECIFICI PER LE CATTURE A MANO

1. *Torcia* per illuminare il fondo, in particolare nelle zone ombreggiate.

2. *Retino* per la raccolta
3. *Secchi* per il trasporto degli animali durante la raccolta.
4. *Contenitori* per il trasporto presso il centro di smaltimento dei gamberi rimossi.

I gamberi di specie autoctona eventualmente catturati dovranno essere subito liberati. I gamberi appartenenti a specie esotica invasiva saranno di volta in volta rimossi dall'ambiente naturale. Saranno inseriti in appositi contenitori etichettati, con le informazioni su sito e data di raccolta, e trasportato presso le zone di smaltimento predisposte da ETP e dall'Istituto Zooprofilattico di Udine. Di tutti gli individui catturati è opportuno rilevare la specie, il sesso e la lunghezza del cefalotorace (Fig. 13). Da alcuni individui (1-30 per stazione) prima di essere inseriti nei contenitori per il trasporto, dovrà essere prelevato, con l'ausilio di forbici, un pereopode o zampa ambulacrale (Fig. 14). Il campione di pereopodi deve essere conservato in un contenitore con etanolo (tubo da 50 ml) e consegnati all'ETP per l'analisi genetica. Nelle zone di smaltimento gli animali saranno dapprima refrigerati a +4° C per almeno 4 ore e quindi conservati in condizioni di ipotermia (in congelatore a temperatura di -20 °C per almeno una settimana) e, successivamente, smaltiti a norma di legge.

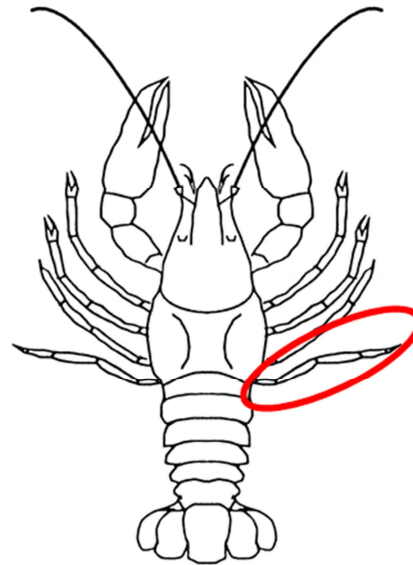
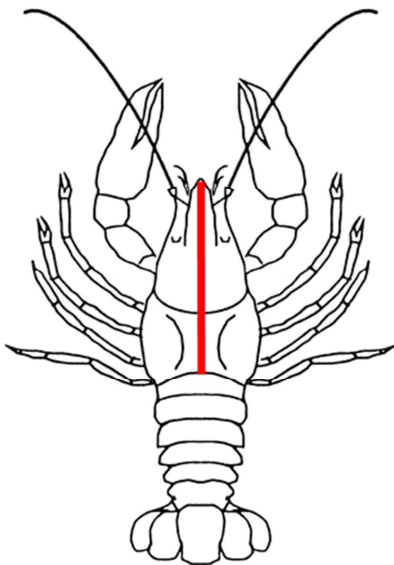


Fig. 13 Misura della lunghezza del cefalotorace (CL)

Fig. 14 Indicazione del pereopode da prelevare per le analisi genetiche

5.2 Prevenzione dei rischi

Gli studi preliminari al progetto RARITY hanno evidenziato che in Friuli Venezia Giulia c'è un grande interesse economico e culturale attorno al gambero, indipendentemente dal fatto che sia autoctono o alloctono.

L'acquacoltura, sebbene non ci siano allevamenti attivi sul territorio regionale, sembra rappresentare una via di introduzione importante. Allo stesso modo, si mantiene importante l'attività di pesca sportiva, la possibile introduzione di gamberi come contaminanti di stock di pesci e il possibile utilizzo del gambero come esca.

Negli ultimi tempi ha indubbiamente assunto un ruolo importante l'utilizzo di gamberi come animali ornamentali e la relativa facilità di accesso agli animali mediante questo canale porta a indicare questa via di accesso come forse quello di maggior rischio per il FVG.

Il grado di intenzionalità nei processi di alterazione per rilascio di animali invasivi di ambienti naturali o seminaturali da parte dell'uomo è estremamente elevato. Si parla quasi sempre di rilasci intenzionali o di fughe da condizioni di detenzione con scarse precauzioni nel contenimento degli animali.

Per questo motivo il primo fattore per sviluppare una buona strategia di prevenzione è quello dell'informazione sui rischi connessi alla presenza dei gamberi invasivi negli ambienti naturali.

Questa informazione deve poter raggiungere ogni possibile vettore, ovvero ogni possibile processo di introduzione di queste specie. In particolare in Friuli Venezia Giulia è stato rilevato l'elevato interesse per manifestazione gastronomiche quali le sagre e feste popolari legate al gambero.

Sagra del gambero, Amaro (Udine)

Sagra dei Gamberi, Orcenico Superiore (PN)

Sagra dei gamberi e del forno rurale, Remanzacco (Udine)

Sagre d'Avost e dai gjambars di flum, Castions delle Mura (Udine)

Ferragosto in giardino (Festa dei gamberi di fiume), Caporiacco (Udine)

Sagra del gambero, Morsano al Tagliamento (Pordenone)

Proprio perché questi eventi utilizzano, in alcuni casi, gamberi vivi, rappresentano un possibile canale per l'ingresso di specie alloctone. Segnalazioni che non hanno ancora ricevuto conferma vogliono che talvolta esemplari vivi importati non consumati durante le sagre, possano venire liberati in natura.

Un altro evento non raro, ma che necessita di opportune verifiche, è la segnalazione di *P. clarkii* vivo come prodotto in vendita nel banco del pesce fresco in ipermercati e mercati.

L'interesse ornamentale è sicuramente la seconda motivazione importante che fa sì che i gamberi siano molto "desiderati" in FVG. Molte popolazioni in centro Europa sono probabilmente originate da rilasci a partire da individui tenuti in acquario. Proprio negli ultimi anni il *pathway* ornamentale sembra essere diventato molto importante a livello europeo (Chucholl 2012). Il ruolo dell'acquariofilia ha sicuramente acquisito un peso maggiore negli ultimi tempi anche per quanto riguarda il FVG. Le specie di gamberi (e più in generale di decapodi) esotici che si possono reperire nei *pet shop* sono molte e con prezzi accessibili. Dai risultati di una verifica diretta effettuata in alcuni negozi di acquariofilia di Udine e Trieste, è emerso che numerose sono le specie in vendita appartenenti alla categoria dei gamberi invasivi.

L'importanza di questa via di accesso ha acquisito maggiore importanza con lo sviluppo delle vendite online.

L'utilizzo da parte dei pescatori di *P. clarkii* come esca viva per la cattura di alcune specie ittiche è stata una delle spiegazioni addotte alla luce della distribuzione relativa ai primi ritrovamenti del gambero rosso della Louisiana in FVG (De Luise 2010). Non vi sono molti dati in letteratura in proposito né conferme dell'utilizzo da parte dei pescatori friulani, tuttavia è diffusa l'opinione che il gambero sia una ottima esca per alcuni pesci e dunque non è un *pathway* da trascurare per la Regione. La contaminazione di stock di pesci da reintrodurre può avere un ruolo importante nella diffusione di gamberi alloctoni, in quanto essi potrebbero essere presenti in stadi non facilmente visibili.

Non ci sono, invece, ragioni per pensare in Europa (FVG inclusa, ovviamente) a *P. clarkii* come agente di controllo biologico, sebbene ci siano casi presenti in letteratura. Ad esempio, la specie è stata utilizzata in Kenya per il controllo di *Biomphalaria pfeifferi*, ospite intermedio del *Schistosoma mansoni*, trematode parassita dell'uomo (Hofkin et al. 1991).

La dispersione naturale sebbene possibile dal momento che il gambero è segnalato in Veneto e Trentino (non risulta essere segnalato in Alto-Adige, Austria e Slovenia; www.europe-aliens.org),

sembra probabile solo su piccola scala e non appare un fenomeno significativo per spiegare l'introduzione e la distribuzione di *P.clarkii* in FVG.

Il rilascio intenzionale rimane quindi il vettore principale, indipendentemente dai *pathway* seguiti. La fuga è verosimile solo in situazioni in cui l'animale è già inserito in un contesto semi-naturale (piccoli laghetti privati), in quanto specie ornamentale o per scopi alimentari.

Per una idonea prevenzione è quindi di fondamentale importanza poter raggiungere tutti gli *stakeholders* che esprimono interessi legati a ciascuna via di accesso indicata (gestori e fruitori delle sagre, commercianti ed acquirenti di animali, pescatori, cittadini comuni che più o meno volontariamente allevano gamberi alloctoni nel proprio acquario o laghetto).

L'art. 6 bis della legge regionale 19/1971 ha introdotto alcuni divieti – e le relative sanzioni – che contribuiscono alla prevenzione della diffusione delle specie invasive. In particolare ha introdotto il divieto di cattura di tutti i gamberi alloctoni. La norma, in apparente contrasto con l'esigenza di rimuovere i gamberi da territorio regionale, è tuttavia dettata dall'esigenza di limitare il fenomeno della diffusione delle specie esotiche invasive da parte di persone interessate alla cattura. È stato infatti riscontrato il forte interesse di alcune persone a liberare esemplari di gambero in luoghi comodi per le catture al fine di poterne fruire a scopo alimentare. Vietandone la cattura la legge regionale cerca di arginare tale fenomeno.

5.3 Early detection and rapid response

In linea con quanto previsto nella *European Strategy on Invasive Alien Species* da Genovesi e Shine (2004), uno degli strumenti più efficaci per la lotta alle specie invasive è l'organizzazione di un sistema di rapida individuazione e pronta risposta (anche indicato come *Early Detection and Rapid Response - EDRR*) che consenta di intervenire in modo tempestivo su nuove popolazioni che si stanno stabilizzando su un territorio.

Infatti anche il recente regolamento europeo 1143/2014, relativo alla gestione delle specie esotiche invasive ha previsto questo strumento tra quelli necessari nell'ambito della strategia di gestione di tali specie.

Nell'ambito del progetto RARITY (LIFE10 NAT/IT/000239) è stato messo a punto, grazie alla collaborazione sinergica di ETP con l'Università di Firenze, un protocollo di intervento allo scopo di implementare un sistema EDRR per la regione Friuli Venezia Giulia (FVG), sistema predisposto per fronteggiare l'espansione dei gamberi invasivi, *Procambarus clarkii* in particolare, nelle acque regionali.

Il EDRR, volta predisposto e applicato durante il progetto RARITY, ha consentito di contrastare efficacemente la diffusione del gambero rosso e di eradicarne una popolazione nel torrente Cellina a Claut.

Il sistema di rapida individuazione e pronta risposta, ha come principale target il gambero invasivo *Procambarus clarkii*, già presente in FVG. Il medesimo protocollo è però applicabile nel caso in cui compaiano in FVG anche le altre specie di cui al paragrafo 3.

5.3.1 La sorveglianza

La sorveglianza è sicuramente l'elemento più critico per effettuare una efficace prevenzione. Rientrano in questa attività tutte le azioni volte alla individuazione di esemplari delle specie invasive oggetto del sistema di EDRR in zone in cui non erano mai stati presenti prima.

Questa attività prevede il coinvolgimento non solo appartenente a categorie specializzate (operatori ittici, guardie ittiche, corpo forestale, polizia locale provinciale, ARPA, ...) che possono raccogliere informazioni durante lo svolgimento delle loro attività ordinarie.

È infatti disponibile, grazie alla sinergia tra RARITY e il progetto SIIT (Progetto Strumenti interattivi per l'identificazione della biodiversità finanziato nell'ambito del Programma per la Cooperazione Transfrontaliera Italia-Slovenia 2007-2013) curato dall'Università di Trieste, un sito internet accessibile da qualsiasi dispositivo mobile e da chiunque per la segnalazione di presenza di gamberi alieni.

Vi si accede tramite l'indirizzo: <http://www.gamberialieni.divulgando.eu> o con un link presente del sito del progetto Rarity (www.life-rarity.eu) ed è possibile implementare le informazioni rilevato sul campo, ovunque esse siano state raccolte.

Le attività di comunicazione comprendono le iniziative di formazione e sensibilizzazione alle associazioni di *naturalisti, ambientalisti, fotografi ed escursionisti* che per passione frequentano il territorio, e in particolare le aree di maggiore interesse naturalistico, e possono contribuire alla individuazione di nuove minacce e alla loro tempestiva segnalazione.

La sorveglianza dovrà concentrarsi maggiormente nelle aree a più alto rischio di arrivo, ovvero le aree limitrofe a quelle dove la specie invasiva è già presente e aree dedicate alla pesca o ad altre attività ricreative (attività queste riconosciute come possibili vie di ingresso per la specie, Copp et al. 2005).

Per l'individuazione delle aree di rischio si veda il paragrafo 4.

5.3.2 La segnalazione

Al ritrovamento di anche un solo esemplare delle specie target del sistema EDRR o anche di semplici tracce di questi animali (es. chele o parti di esoscheletro o resti nelle fatte di possibili predatori, tane) dovrà seguire l'immediata segnalazione all'ETP, che provvederà ad attivare le opportune procedure di pronta risposta.

Improvvisi e consistenti morie di gamberi di fiume possono essere indice della presenza di afanomicosi, o peste del gambero, malattia veicolata da *P. clarkii*, e possono quindi essere considerate indice di presenza della specie alloctona.

Per le segnalazioni è possibile fare riferimento al seguente recapito:

ENTE TUTELA PESCA DEL FRIULI VENEZIA GIULIA
Via Colugna, 3 33100 Udine
tel. 0432.551.211;
email: etp@regione.fvg.it

Le informazioni utili da segnalare sono:

- data del ritrovamento;
- luogo con la maggiore precisione possibile;
- specie;
- tipologia di ritrovamento (esemplare, resti, fatte di predatori, tane).

Le segnalazioni possono essere inviate anche tramite il sito <http://www.gamberialieni.divulgando.eu> di cui al paragrafo precedente.

L'ETP, sulla base della segnalazione pervenuta, compilerà un registro con le informazioni sopra riportate e provvederà ad avviare la procedura di risposta rapida entro una settimana dal ricevimento della segnalazione.

Alla segnalazione della possibile presenza di specie alloctone invasive seguirà, entro una settimana, l'attivazione di un iter procedurale di rapida risposta che prevede le seguenti azioni sul campo, di seguito descritte in dettaglio:

- la verifica della segnalazione;
- il monitoraggio della popolazione;
- l'attività di eradicazione/controllo.

5.3.3 La verifica della segnalazione

Personale dell'ETP opportunamente formato al riconoscimento delle specie oggetto del sistema di EDRR procederà alla verifica della segnalazione, raccogliendo ogni elemento utile alla validazione dell'informazione. Qualora la segnalazione riguardi aree in cui la presenza delle specie segnalate non era nota, sarà effettuato un sopralluogo nell'area del ritrovamento e, se necessario, saranno posizionate nasse armate con esca trofica ad alta appetibilità.

Se la segnalazione non venisse confermata, l'area sarà comunque considerata come area ad alto rischio di arrivo di gamberi alloctoni e vi sarà programmata attività di monitoraggio nel periodo successivo.

Se, al contrario, la segnalazione venisse confermata si procederà alla georeferenziazione e al monitoraggio dall'area di ritrovamento utilizzando le stesse modalità indicate nei protocolli di monitoraggio di cui al paragrafo 5.1.

Per identificare con sicurezza la specie di appartenenza degli esemplari catturati, il campione raccolto dovrà essere fotografato e le relative immagini dovranno essere inviate unitamente alla segnalazione.

5.3.4 Il monitoraggio della popolazione segnalata

Nonostante la necessità di procedere rapidamente alle attività di eradicazione/controllo della nuova popolazione, è indispensabile effettuare prima un monitoraggio della stessa per capire la reale dimensione del problema e descrivere la struttura della popolazione. Queste informazioni sono essenziali per comprendere se si tratta di un gruppo di individui non ancora stabilizzati, e dove quindi una eradicazione potrebbe essere ancora possibile, o se invece è una popolazione ormai ben strutturata. Inoltre, le informazioni derivanti dal monitoraggio sono necessarie sia per decidere se intraprendere o meno le attività di controllo e le eventuali modalità di intervento sia per effettuare una valutazione dell'efficacia delle azioni intraprese e, se opportuno, per cambiare le metodiche di eradicazione/controllo utilizzate.

Nel caso si decida di intervenire, il monitoraggio della stazione sarà ripetuto ogni anno per valutare l'efficacia degli interventi di gestione messi in atto.

Il monitoraggio seguirà lo stesso protocollo già previsto nel paragrafo 5.1.

5.4 Controllo ed eradicazione

Le specie aliene invasive sono il risultato dell'introduzione, volontaria o accidentale da parte dell'uomo, di animali e di piante al di fuori del loro areale di distribuzione originario e possono determinare la sostituzione delle specie indigene, sostanziali cambiamenti ecologici e significativi danni economici (Holdich & Gherardi, 1999). Anche se, in realtà, una minima parte delle specie introdotte diventa invasiva, i danni per l'ecosistema prodotti anche da questa piccola frazione sono molto elevati tanto che le specie invasive sono oggi considerate a livello mondiale la seconda minaccia alla biodiversità dopo la perdita e la distruzione di habitat (Sala et al., 2000). Per questo è

necessario prevenire le introduzioni e, nel caso queste siano già avvenute, predisporre dettagliati piani di contingenza per la mitigazione degli impatti (Manchester & Bullock, 2000).

L'implementazione di misure per la mitigazione dei danni causati dalle specie aliene invasive è vista a livello internazionale come una priorità secondo quanto stabilito nel 1992 durante il Summit di Rio de Janeiro dalla Convenzione delle Nazioni Unite sulla Diversità Biologica (CBD) dove i governi si impegnavano "a fare quanto possibile e appropriato per prevenire l'introduzione, controllare o eradicare quelle specie aliene che minacciano gli ecosistemi, gli habitat e le specie" (articolo 8h). Nell'ultima conferenza delle parti del CBD (a Nagoya, Giappone) tenutasi nell'ottobre 2010, uno dei target da raggiungere per la realizzazione del "Piano Strategico per la Biodiversità 2011-2020" recita: "By 2020, invasive alien species and pathways are identified and prioritized, priority species are controlled or eradicated, and measures are in place to manage pathways to prevent their introduction and establishment".

Tuttavia, la realizzazione di valide misure di prevenzione o l'attuazione di provvedimenti efficaci di controllo si sono dimostrate estremamente difficili anche per la mancanza di adeguate tecniche di contenimento. Allo stato attuale, solo poche popolazioni di specie non-indigene sono mantenute sotto controllo e un numero ancora più limitato è stato eradicato: nei vertebrati l'eradicazione è avvenuta in soli 37 casi, di cui 33 nelle isole (Genovesi, 2005), mentre negli invertebrati il bilancio è decisamente peggiore con poche eccezioni riguardanti l'uso di biocidi. Per questo, l'eradicazione è vista come un obiettivo impossibile da raggiungere (Bertolino & Genovesi, 2003) ma che è comunque necessario perseguire.

I gamberi non-indigeni (dall'inglese Non-Indigenous Crayfish Species, NICS) sono ottimi candidati per l'invasione dei sistemi acquatici (Moyle & Light, 1996): rappresentano i più grandi e tra i più longevi invertebrati che vivono nelle acque dolci dove possono raggiungere elevate densità, si nutrono di invertebrati bentonici, detrito, macrofite e alghe di acque lotiche e lentiche (Nyström et al., 1996) e sono preda per numerose specie quali lontre, pesci e uccelli (Gherardi, 2007). Una volta introdotti in un ecosistema, i NICS possono determinare "considerevoli stress ambientali" e, in alcune circostanze, "irreparabili alterazioni della diversità" (Hobbs et al., 1989) a tutti i livelli di organizzazione ecologica (e.g., Lodge et al., 1998; Nyström, 1999). In Europa, la presenza di popolazioni invasive di NICS, quali *Pacifastacus leniusculus* e *Procambarus clarkii*, allontana dal raggiungimento di un "buono stato ecologico" dei corpi idrici, obiettivo previsto entro il 2015 dalla Water Framework Directive sottoscritta dai Paesi Membri dell'Unione Europea (Parlamento Europeo 2000).

Qui di seguito, è riportata una sintesi della revisione sui metodi di intervento per il controllo delle specie esotiche di gamberi, predisposta nell'ambito del Progetto RARITY dal personale afferente all'Università di Firenze.

5.4.1 Metodi per il controllo e l'eradicazione di specie invasive

Ogni intervento volto all'eradicazione o al controllo delle specie invasive deve essere intrapreso valutando le probabilità di successo e utilizzando un metodo che, seguendo un criterio di massima precauzione, deve essere socialmente ed eticamente accettabile per il largo pubblico e sicuro per l'uomo, per l'ambiente e per le altre specie (Holdich et al., 1999). Inoltre, si devono considerare le qualità specifiche del procedimento, che deve produrre benefici economici maggiori rispetto al costo per la sua realizzazione (Keller et al., 2008). Tenere conto di tutti questi fattori nella scelta del metodo da adottare significa scegliere, caso per caso, la procedura per un intervento più efficace in relazione al contesto di applicazione (Gherardi & Angiolini, 2007).

I metodi di intervento per il controllo di NICS, di seguito descritti in dettaglio, possono essere suddivisi in cinque categorie, in accordo con Gherardi et al. (2011):

1) meccanico, 2) fisico, 3) biologico, 4) biocidi e 5) autocidi.

Inoltre, la prevenzione delle nuove introduzioni rappresenta sicuramente un punto importante per ridurre gli impatti da NICS. In questo senso adeguati strumenti legislativi e opportune campagne di sensibilizzazione e conoscenza rivolte ai cittadini possono garantire una efficace prevenzione.

Metodi meccanici

Trappolaggio

Numerose esperienze di cattura mediante trappolaggio hanno evidenziato che questa tecnica è efficace per il numero di catture, ma i risultati raggiunti con essa sono per lo più temporanei e mai definitivi. (Svårdson, 1948, Bills & Marking, 1988, Roqueplo et al., 1995, Holdich et al., 1995; Rogers, 1996, Rogers et al., 1997).

In alcuni casi trappole adattate e modificate hanno consentito di migliorare i risultati (Fjälling, 1995; Westman, 1991), ad esempio adottando differenti colori (il nero attrae più del bianco), differenti dimensioni delle maglie (le più piccole consentono di catturare un maggior numero di esemplari) o impiegando un disegno dell'ingresso differente. Nel tempo sono stati sviluppati numerosi tipi di trappole: dalla classica Swedish Trappy (bertovello a doppio inganno), alla "Evo-trap" o alla "Trappola rifugio" (Peay & Hiley, 2001; Westman et al., 1979; Fjälling, 1995). Le trappole possono essere rese maggiormente efficaci anche semplicemente svuotandole spesso (il tasso di fuga è del 40%; Kozak & Policar 2003).

Per aumentare le catture di giovani e femmine ovigere è quindi consigliato l'uso delle reti a strascico, che comunque apportano altri problemi all'ambiente, in quanto aumentano la torbidità dell'acqua e danneggiano gli ecosistemi acquatici (Rogers, 1996).

L'utilizzo di esche permette un aumento del numero di animali catturati. Anche in questo caso ci sono differenze in base al tipo di esche: è preferibile utilizzare esche ricche in olio di pesce (Huner & Paret, 1995), cibo per gatti, pesci comuni. L'uso di feromoni sessuali (vedi il paragrafo relativo agli autocidi), anziché della

tradizionale esca trofica, ne aumenterebbe l'attrattività durante la stagione riproduttiva. Il numero di gamberi catturati dipende anche dall'ora del giorno e dalla stagione in cui vengono effettuate le campagne di cattura e sarebbe quindi opportuno, a parità di sforzo, programmare le catture in relazione al periodo di massima attività della specie target (Laurent, 1988). Per garantire il controllo dei NICS da una determinata area sarebbe necessario estendere le attività di cattura e rimozione in una zona buffer di almeno 200 m intorno all'area stessa.

Nell'ambito del progetto Rarity sono state efficacemente adottate nasse a doppio inganno di 90 cm di lunghezza per 30 di diametro, costruite con maglia da circa 11 mm su un telaio di filo armonico che ne consente la chiusura e il trasporto in grandi quantità. L'ingresso delle nasse utilizzate nelle aree di presenza di lontra è stata schermata con l'apposizione di una griglia metallica.

Le nasse sono state innescate con cibo per gatti in vaschetta di alluminio o con fegato fresco, considerato più attrattivo ma meno comodo nel suo utilizzo.

Electrofishing

Questa tecnica è stata scarsamente utilizzata per il controllo di NICS in quanto sviluppata per il campionamento delle popolazioni (Eversole & Foltz, 1995; Ribbens & Graham, 2004) e negli allevamenti (Huner, 1988). Westman et al. (1978) hanno osservato che la sua applicazione presenta dei grossi limiti in acque profonde e torbide, mentre può essere utile quando è presente abbondante vegetazione nel corso d'acqua. Altro limite importante è il trasporto dell'attrezzatura necessaria e il suo utilizzo in massima sicurezza che è garantito da operatori esperti e formati

(Beaumont et al., 1998). Benché, a differenza del trappolaggio, consenta la cattura di gamberi di ogni classe di taglia (Ribbens & Graham, 2004), la sua efficienza è molto bassa se sono presenti dei nascondigli o delle grosse pietre in cui gli animali trovano rifugio.

Manuale

Questo metodo consiste in una ricerca attiva dei gamberi lungo il corso d'acqua e nella loro conseguente cattura e rimozione, generalmente eseguita a mano o con l'ausilio di un retino. Diversamente da altre tecniche, tutti gli animali presenti nel corso d'acqua possono essere potenzialmente rimossi attraverso una ricerca accurata e l'utilizzo di operatori esperti, eliminando quindi il problema delle catture taglia-dipendenti associato ad altre tecniche (Peay & Hiley, 2001).

Gli operatori si muovono parallelamente e contro corrente lungo il corso d'acqua, muovendo il fondo alla ricerca dei gamberi e, se necessario, cercando nelle tane alla ricerca di animali nei rifugi.

Una rete può essere disposta a valle trasversalmente al canale per bloccare gli eventuali animali in fuga.

Questa tecnica è considerata molto selettiva ma scarsamente efficiente.

Limiti e potenzialità delle tecniche di rimozione meccanica

Il trappolaggio è sicuramente la tecnica più utilizzata perché non richiede l'impiego di personale esperto, è relativamente facile da gestire e facilmente standardizzabile. Altro vantaggio è la sua applicabilità in ogni tipo di habitat, dove un'effettiva riduzione della popolazione può anche dipendere dall'uso di esche particolarmente attrattive. Presenta, tuttavia, due seri limiti: l'elevato costo di gestione e la forte selettività per le classi di taglia maggiori. Quest'ultimo aspetto può produrre risultati indesiderati, perché può determinare squilibri nella struttura originaria della popolazione. In alcune specie di NICS, per esempio in *P. leniusculus* e *P. clarkii*, esistono delle gerarchie di dominanza: i maschi di grosse dimensioni dominano femmine e giovani. Rimuovendo questi maschi dalla comunità, si riduce la pressione sugli individui più piccoli, permettendo loro di crescere e di diventare dominanti più velocemente (Skurdal & Qvenild, 1986) e nuovi individui possono essere attratti da aree limitrofe (Moorhouse & Macdonald, 2011). Anche la rimozione delle femmine ovigere potrebbe causare meccanismi di feedback. I gamberi potrebbero rispondere alle basse densità di popolazione producendo un numero maggiore di uova per femmina o raggiungendo più precocemente la maturità, anche come risposta alla maggior disponibilità di risorse. Per ovviare a questo problema potrebbero essere utilizzati pesci predatori (vedi metodi biologici) in grado di predare le classi di taglia più piccole oppure, dove le condizioni ambientali lo consentono, utilizzare anche le catture manuali o l'elettrofishing, la cui efficienza è però strettamente legata all'esperienza dell'operatore e alla tipologia di habitat in cui si lavora.

Metodi fisici

Tra i metodi fisici si include il drenaggio di laghi e di stagni, la deviazione di canali o la creazione di ostacoli, come per esempio chiuse e sbarramenti. Altri metodi fisici per impedire la migrazione di gamberi possono essere recinzioni elettriche (Håstein & Gladhaug, 1973) o sbarramenti acustici (un'elevata mortalità di gamberi sembra essere associata alla vibrazione di pompe e aeratori e così le vibrazioni potrebbero essere utilizzate come sbarramenti per allontanare gamberi; Holdich et al., 1999). Al di là dei costi elevati per interventi di questo tipo, poco si conosce sulla loro efficacia.

Molte specie di gamberi sono infatti molto adattabili a condizioni di disidratazione estreme (McMahon, 1986): sono capaci di vivere fuori dall'acqua per lunghi periodi purché permanga un minimo di umidità, oppure costruiscono tane in cui si rifugiano in uno stato di quiescenza fino al ritorno dell'acqua. Queste caratteristiche sono comuni a molti NICS. Cambaridi (Huner et al.,

1994) e parastacidi (Mills et al., 1994) sono in grado di costruire tane in cui si rifugiano durante il disseccamento.

Holdich & Reeve (1991) e Perrow et al. (2007) fanno riferimento a esempi fallimentari di attività di drenaggio avvenute in Inghilterra dove, in entrambi i casi, individui vivi di *P. leniusculus* furono ritrovati dopo diverse settimane dal disseccamento dei corsi d'acqua. Sempre per contenere *P. leniusculus*, è stato costruito nel 2006 uno sbarramento nel fiume Buåa tra Svezia e Norvegia per prevenire la diffusione di quest'ultimo nella riva norvegese. Lo sbarramento si è dimostrato poco efficace, in quanto la specie è stata ritrovata in Norvegia durante luglio del 2008 (Johnsen et al., 2008). Al contrario, Kerby et al. (2005) hanno dimostrato l'efficacia di barriere nel ridurre in modo significativo il movimento di *P. clarkii* tra pozze.

Barriere, come le chiuse o le cascate, possono inoltre essere usate come filtri o zone di accumulo di gamberi in determinate aree, da cui potranno essere rimossi a mano, qualora la popolazione sia piccola, oppure eradicati attraverso l'utilizzo di biocidi.

Limiti e potenzialità dei metodi fisici

Sono metodi assai costosi e laboriosi, che richiedono un grande impiego di mezzi e di uomini e la cui efficacia, ad oggi, è ancora dubbia. Oltre a non essere specie-specifici, provocano forti alterazioni nell'ecosistema in cui sono applicati e, per aumentarne l'efficacia, è spesso necessario ricorrere ad altre tecniche complementari come l'uso di biocidi. Occorre inoltre tenere presente l'elevata plasticità delle specie invasive, che, in determinati contesti, possono costruire tane e rifugiarsi dalla disidratazione. È interessante osservare che mentre niente suggerisce l'attività di scavo in *P. leniusculus* in Nord America, la specie introdotta in Gran Bretagna è capace di scavare in qualsiasi tipo di substrato Guan (1994) e Harris & Young (1996).

Metodi biologici

I gamberi hanno in natura numerosi predatori (Hogger, 1988; Westman, 1991; Lodge & Hill, 1994), e parassiti (Alderman & Polglase, 1988) che possono essere utilizzati come agenti di controllo delle popolazioni invasive.

Predatori

Tra tutti i possibili predatori di gamberi, i pesci sono maggiormente utilizzati per il controllo producendo buoni risultati. La predazione da parte dei pesci può infatti determinare una significativa riduzione delle popolazioni in quanto colpisce le diverse classi di taglia e i sessi indifferentemente (Mather & Stein, 1983; Westman, 1991; Rabeni, 1992; Roell & Orth, 1993; Lodge & Hill, 1994; Blake & Hart, 1995a). Si è spesso evidenziata una relazione inversa tra la densità di pesci predatori e quella dei gamberi. Per esempio, Svårdson (1972) ha osservato che le popolazioni di *P. leniusculus* in Svezia erano significativamente meno abbondanti in laghi con molte anguille. Una volta allontanate le anguille, la taglia dei gamberi aumentava. Fürst (1977) ha suggerito che la predazione da parte delle anguille impedisce la colonizzazione di popolazioni di gamberi in nuovi corsi d'acqua. Recentemente, è stato dimostrato che le anguille, oltre ad avere un indiscusso impatto sulle specie indigene di gamberi, sono in grado di predare anche specie invasive che vivono in tana, come il gambero americano *P. clarkii* (Aquiloni et al. 2010). Westman (1991) cita anguilla, pesce persico e luccio come predatori di gamberi particolarmente durante il periodo della muta. Anguille e perche, recentemente introdotte nel lago Rumensee in Svizzera, hanno avuto un impatto marcato sull'espansione di una popolazione di *P. clarkii* (Frütiger & Müller, 2002). Hickley et al. (1994) hanno osservato che *P. clarkii*, introdotto nel Lago Naivasha in Kenia, è diventato la principale preda anche di un'altra specie introdotta, il persico trota. Lo stesso si è verificato in Spagna, dove il luccio, una specie non-indigena, preda preferenzialmente *P. clarkii* (Elvira et al., 1996). L'impatto dei pesci predatori sulle specie di gamberi può essere dimostrato

rimuovendo i pesci. Un esperimento di questo tipo è stato condotto in Finlandia dove, alla rimozione dei pesci, si è avuta come risposta un aumento significativo nel numero di gamberi (Westman, 1991). Allo stesso modo, in condizioni sperimentali, la densità dei gamberi si è ridotta con l'aumento proporzionale della densità dei pesci (Rickett, 1974; Rach & Bills, 1989).

Una pressione predatoria continua, oltre che determinare una riduzione della popolazione, potrebbe avere anche effetti a lungo termine come, ad esempio, la riduzione della crescita, della riproduzione e della sopravvivenza dei gamberi (Lodge & Hill, 1994) o la diminuzione dell'attività trofica e, conseguentemente, dell'impatto sulla biodiversità ad essa associato (Aquiloni et al., 2010).

Agenti patogeni

Le malattie che colpiscono i gamberi sono causate principalmente da infezioni prodotte da batteri, funghi, protisti ed elminti (Alderman & Polglase, 1988; Edgerton et al., 1995). Thune et al. (1991) hanno inoltre riscontrato una mortalità elevata in *P. clarkii* causata da infezioni virali. La maggior parte delle malattie è subletale con l'eccezione della "peste del gambero", causata dall'oomycete *Aphanomyces astaci*, che, almeno nelle specie suscettibili, è letale (Smith & Söderhäll, 1986). Tutte le specie non americane di gamberi si sono rivelate suscettibili alla "peste del gambero" (Unestam, 1975) e la malattia ha avuto effetti disastrosi sulle popolazioni di gamberi europei già dal 1860 (Alderman, 1996). In Svezia, la malattia ha determinato la scomparsa di oltre il 90% dei gamberi nativi *A. astacus* che costituivano un'importante risorsa economica per il paese (Edsman, 2000). La "peste del gambero" è endemica nei gamberi nord americani, dove si presenta come un'infezione cronica che può diventare mortale durante i periodi di stress ambientale: cambiamenti della temperatura dell'acqua, dei livelli di luce, di densità, aumento della competizione tra gli individui (Svärdson et al., 1991). Le infezioni croniche possono debilitare il sistema immunitario al punto che l'animale non riesce ad affrontare altri tipi di parassiti, come *Psorospermium haeckeli*, il quale, di per sé, non è letale (Thörnqvist & Söderhäll, 1993).

La peste del gambero potrebbe essere impiegata per eliminare popolazioni invasive di specie sensibili al fungo, come *A. leptodactylus* o *Cherax destructor* (Diéguez-Uribeondo & Muzquiz, 2005). Ceppi di *A. astaci* opportunamente selezionati da risultare letali anche per le specie americane potrebbero addirittura essere impiegate per l'eradicazione di queste. In realtà, questo metodo potrebbe risultare altamente dannoso per le specie indigene poiché le spore del fungo sono facilmente trasportate dall'acqua o da animali (come pesci e uccelli) o da pescatori che involontariamente potrebbero diffondere la peste nei vicini corsi d'acqua.

Un altro potenziale metodo è l'uso di varietà del batterio *Bacillus thuringiensis*, come *israeliensis* Berliner (H-14), già utilizzate come insetticidi naturali per controllare insetti nocivi (Pedigo, 1989). I batteri agiscono producendo cristalli di endotossine, che vanno a danneggiare le cellule epiteliali dell'intestino, impedendo all'animale di nutrirsi. Questo metodo non è ancora stato messo a punto per i gamberi. Tuttavia, dovrebbe essere specifico per i gamberi invasivi altrimenti, come nel caso del fungo *A. astaci*, potrebbe produrre danni anche ai gamberi indigeni o comunque ad altre specie di artropodi presenti nelle acque.

Limiti e potenzialità dei metodi biologici

La reale efficacia dei pesci predatori come strumenti di controllo è ancora alquanto dibattuta nella letteratura scientifica. In ambiente naturale, ci sono, infatti, numerosi fattori che possono ostacolare una efficiente predazione sui gamberi invasivi. Tra questi fattori, la presenza di ripari è sicuramente importante, specialmente per gli individui giovani che mutano frequentemente (Capelli & Magnuson, 1983; Lodge & Hill, 1994).

La presenza di rifugi è importante anche in assenza di predatori; infatti, in molte specie sono stati registrati fenomeni di cannibalismo da parte degli adulti verso i giovani (Holdich et al.,1995). Il rischio di predazione da parte dei pesci produce significativi effetti sul comportamento dei gamberi, determinandone la riduzione dell'attività (Aquiloni et al., 2010) e inducendone l'uso frequente di rifugi (Hamrin, 1987; Blake & Hart 1995a, b). I pesci predatori possono a loro volta esercitare un impatto nei confronti della fauna indigena, specialmente quando la popolazione dei gamberi è tanto ridotta da non poterli sostenere. Occorre quindi essere cauti con le immissioni di pesci per il controllo di NICS evitando di rilasciare specie non-indigene di predatori. Le anguille, dato che non si riproducono in acqua dolce (Westman, 1991), rappresentano ottimi candidati per il rilascio in natura per la gestione di NICS ma la loro sopravvivenza è legata a requisiti ambientali molto stretti che devono essere soddisfatti nell'ambiente di rilascio per garantirne il benessere e la massima efficienza predatoria (Aquiloni et al., 2010).

Per quanto riguarda invece il controllo attraverso agenti patogeni, il problema più grave è la mancanza di un'elevata specificità con l'ospite.

Biocidi

Biocida (sinonimo di pesticida) è un termine generale che copre tutte le sostanze chimiche usate per il controllo di organismi nocivi. Numerosi progetti di gestione impiegano biocidi, da soli o insieme a metodi meccanici o fisici.

Non sono ancora state scoperte delle sostanze chimiche che siano specifiche per i gamberi e l'efficacia di quelle fino ad oggi sperimentate dipende da alcune caratteristiche delle acque, come il pH o la temperatura, e dall'età dei gamberi (gli stadi giovanili sono infatti più suscettibili). Fin dai primi esperimenti con insetticidi organofosfati si è dimostrato che sostanze come il fenthion e il metil-parathion sono altamente tossiche per i gamberi (Muncy & Oliver, 1963; Grigarick & Lange, 1965; Chang & Lange, 1967)

Alcune sostanze impiegate però vanno subiscono il fenomeno della biomagnificazione e rischiano di entrare nella catena alimentare a danno di specie di predatori.

Laurent (1995) ha sperimentato in laboratorio vari insetticidi organofosfati su *Orconectes limosus* provenienti dal Lago di Ginevra, osservando che il Baytex PM 40 (principio attivo: fenthion) era efficace a basso dosaggio. La mortalità degli individui era raggiunta dopo 24 ore, con concentrazioni di 90-100 µg/l, e dopo 48 ore con 50 µg/l. La tossicità dell'insetticida è stata misurata nell'ambiente per alcune settimane. Sembra che il Baytex non abbia avuto effetto su pesci, anfibi e mammiferi, mentre era letale per insetti e crostacei (con l'eccezione di alcune specie di copepodi e rotiferi). Laurent (1995) suggerisce, inoltre, di analizzare eventuali tracce di fenthion lungo la rete trofica (per biomagnificazione) prima di fare un uso massiccio di questi insetticidi nei programmi di eradicazione dei gamberi. Inoltre, Fornstrom et al. (1997) fanno notare che, con la pioggia, i pesticidi possono defluire dalle aree di somministrazione agli ecosistemi naturali limitrofi.

Fra i diversi tipi di pesticidi utilizzati per eradicare le popolazioni infestanti (Holdich et al., 1999), anche i piretroidi possono essere utilizzati nel controllo dei gamberi. I piretroidi sono derivati sintetici della piretrina I, uno dei componenti attivi del piretro estratto dai fiori essiccati di *Chrysanthemum* spp. e usato come insetticida. I composti a base di piretroidi risultano essere altamente tossici per gli insetti (Anderson, 1982), per i crostacei e per i pesci, specialmente di acque fredde (Haya, 1989). Durante esposizioni acute o croniche, i piretroidi possono essere bioaccumulati nell'organismo, ma i livelli tornano rapidamente nella norma una volta cessata l'esposizione (MacLeese et al., 1980; Ohkawa et al., 1980; Anderson, 1982; Spehar et al., 1983; Smith & Stratton, 1986). La tossicità dei piretroidi aumenta con l'aumentare della temperatura.

Questi composti si degradano rapidamente ad alte temperature esterne, trasformandosi in isomeri che vanno a legarsi con le sostanze disciolte nelle acque e nel suolo (Matsumara, 1985; Muir et al., 1985; Landrum et al., 1987; National Research Council of Canada, 1986; Smith & Stratton, 1986; Anderson, 1989; Haya, 1989; Day & Maguire, 1990; Day, 1991). A differenza di altri pesticidi, quindi gli effetti tossici dei piretroidi permangono nell'ambiente per un periodo limitato di tempo che va da alcuni giorni a qualche mese e la capacità di recupero dell'ecosistema è abbastanza rapida (Kaushik et al., 1985; Gydemo, 1995; Smith & Stratton, 1986). Jolly et al. (1977, 1978) hanno osservato che la taglia influenza la suscettibilità di *P. clarkii* al permethrin, mentre Thurston et al. (1985) hanno concluso che dosi molto basse di permethrin (meno di 1.2 µg/l paragonate al 89 µg/l di insetticidi di organoclorina) sono altamente efficaci contro *Orconectes immunis*. Jarboe & Romaire (1995) hanno testato il permethrin sui cambaridi di alcune risaie e hanno dimostrato che questa sostanza è efficace nell'intervallo di concentrazioni da 1.0 a 3.0 µg/l.

Da analisi sul campo e de esperimenti in laboratorio, Gydemo (1995) ha concluso che deltamethrin ha la capacità di eliminare *A. astacus* a basse concentrazioni (0.1 µg/l), che corrispondono a livelli accettabili, secondo l'Unione Europea, nell'acqua potabile. In Norvegia, è stato utilizzato il BETAMAX VET (principio attivo: cipermetrina), farmaco messo a punto per il trattamento dei salmoni infestati dalle pulci (*Lepeophtherius salmonis*), per eradicare con successo *P. leniusculus* da alcuni laghi (Britton et al., 2008).

Recentemente è stato sperimentato un altro prodotto a base di piretrina, il Pyblast. A differenza degli altri piretroidi di sintesi, il Pyblast è completamente composto da sostanze attive di origine naturale che presentano quindi una maggiore biodegradabilità. Questo prodotto è distribuito dalla ditta inglese Agropharm Ltd a un costo maggiore degli altri piretroidi presenti nel mercato, ma ha il vantaggio di presentare una bassa tossicità per altri organismi, come mammiferi e uccelli (Hudson et al., 1984; Saxena & Bakra, 1978), un rapido decadimento alla luce solare, la totale assenza di residui tossici e l'assenza di effetti dannosi sulle piante.

Un recente studio condotto in Scozia per il controllo del gambero invasivo *P. leniusculus* ha dimostrato l'efficacia a breve termine dell'utilizzo di Pyblast in condizioni naturali, ottenendo quasi il 100% di mortalità della popolazione nelle aree trattate con concentrazioni relativamente basse di pesticida (Peay et al. 2006). In Italia, Cecchinelli et al. (2012), una volta stabilita la dose minima letale di 0.05 mg l⁻¹ con saggi di tossicità su *Daphnia magna* (come stabilito dal D.L. 152/99), hanno applicato il prodotto in due transetti (50 m ciascuno) di un canale di irrigazione infestato da *P. clarkii* determinandone la completa mortalità senza differenze fra taglie o sesso degli animali. Inoltre la tossicità del prodotto è completamente decaduta nelle 72 ore successive alla sua applicazione. Questo prodotto quindi può essere un valido aiuto per il controllo di NICS soprattutto in zone fortemente antropizzate e a bassa biodiversità.

In Portogallo, come risposta all'uso illegale di insetticidi per combattere *P. clarkii*, si sta cercando di individuare altre sostanze, compatibili con l'ambiente, da utilizzare per il suo controllo (Fonseca et al., 1997). In particolare, sono stati studiati gli effetti di tensioattivi biodegradabili come metodo di controllo eco-tecnologico. I risultati dimostrano che la quantità di tensioattivi necessaria per ridurre il consumo di ossigeno in *P. clarkii* danneggia anche altri animali. Gli autori suggeriscono che questo metodo potrebbe avere successo nelle risaie, dove già c'è un impoverimento della fauna, ma avrebbe effetti indesiderati in altri contesti dove è presente un'elevata biodiversità.

Limiti e potenzialità dei biocidi

I biocidi non sono selettivi in quanto la loro componente attiva colpisce anche altri organismi acquatici quali insetti, crostacei e pesci (Johnson & Finley, 1980; Mayer & Eilersieck, 1986; Burrige & Haya, 1997). Il loro utilizzo deve essere quindi limitato ad aree circoscritte e a concentrazioni tali da consentire la massima mortalità degli organismi bersaglio con una minima

quantità di prodotto rilasciato nell'ambiente. L'applicazione dei biocidi può avere un costo importante soprattutto se utilizzato su aree molto ampie. Inoltre, in alcuni organismi possono evolversi delle resistenze oppure la dose erogata potrebbe essere sub-letale così da accumularsi nell'organismo e magnificarsi lungo la catena trofica determinando effetti indesiderati su animali non-target. I biocidi, però, in particolare quelli biodegradabili come il Pyblast, possono avere un'enorme potenzialità di applicazione in ambienti fortemente antropizzati con un basso valore di biodiversità, in aree circoscritte e di bassa estensione.

Autocidi

Gli autocidi includono metodi innovativi basati sulla biologia della specie. Un esempio di questo tipo di tecnica è la sterilizzazione dei maschi e il loro rilascio in natura (SMRT), già utilizzata in campo in via sperimentale con promettenti risultati. Altre tecniche, la cui metodologia di applicazione è ancora oggetto di ricerca, sono l'uso di feromoni sessuali e di esche ormonali.

Sterilizzazione dei maschi e loro rilascio in natura (Sterile Male Release Technique, SMRT)

Numerosi autori ritengono che lo sforzo di sterilizzazione debba essere concentrato sui maschi. I benefici apportati al controllo della popolazione trattando le femmine sono, infatti, quasi ininfluenti (Robinson, 1989; Robinson et al., 1999) a causa dell'asimmetria nell'investimento parentale: le femmine, per ogni singola stagione riproduttiva, investono un minor numero di gameti rispetto ai maschi che possono invece fecondare più partner (Anderson, 1994). Inoltre, almeno nei lepidotteri, Tothova & Marec (2001) hanno dimostrato che i maschi sopravvivono meglio delle femmine con un elevato numero di rotture cromosomiche prodotte col trattamento.

Le cellule maggiormente radiosensibili sono quelle in attiva proliferazione, in cui, a causa della rapida duplicazione del DNA, si evidenziano precocemente le lesioni prodotte dalle radiazioni (Dubray et al., 1992; Porciani, 2001). Le gonadi maschili, proprio per l'elevata moltiplicazione cellulare, sono particolarmente radiosensibili e l'effetto si manifesta con la morte delle cellule progenitrici della linea seminale e quindi con la sterilità assoluta o temporanea se una parte di esse sopravvive. Inoltre, le radiazioni ionizzanti applicate alle cellule viventi causano una frammentazione del materiale genetico (mutazioni letali dominanti, traslocazioni ed altre aberrazioni cromosomiche). Per questo i gameti prodotti in seguito a un trattamento, al momento della fecondazione, non riescono ad appaiare i loro alleli con quelli del partner e, di conseguenza, lo sviluppo dell'embrione non può procedere (Bakri et al., 2005).

La "Sterile Male Release Technique" (SMRT) è una tecnica che prevede il rilascio nell'ambiente di maschi sterili, ma sessualmente attivi e in grado di competere, per l'accesso alle femmine, con i maschi normalmente fertili. Dato che una femmina che si accoppia con un maschio sterile deporrà uova destinate a degenerare, il successo riproduttivo di una popolazione sarà tanto più ridotto quanto maggiore sarà la percentuale di maschi sterili introdotti. A differenza di tutti gli altri metodi di intervento (meccanico, biologico, chimico), la SMRT non necessita di una assidua (e costosa) attività sul territorio, che appare esclusivamente limitata a una eventuale ripetizione del trattamento con frequenza, al massimo, annuale. L'onere, nel caso d'impiego della SMRT, è quindi sostanzialmente rappresentato dal costo delle operazioni di sterilizzazione dei maschi, e la SMRT potrebbe costituire, dal punto di vista economico, la metodica meno impegnativa in assoluto qualora si mettessero a punto delle tecniche di sterilizzazione poco costose e si stimasse un adeguato numero di maschi sterili da rilasciare in relazione alla densità di popolazione di partenza, la biologia e il comportamento riproduttivo della specie target.

Aquiloni et al. (2009a) hanno dimostrato la possibilità di sterilizzare in modo permanente maschi adulti di *P. clarkii* con radiazioni ionizzanti senza alterarne il comportamento sessuale. Più recentemente, il rilascio in natura di maschi sterili di grossa taglia, caratteristiche selezionata dalle femmine nella scelta del partner sessuale (Aquiloni & Gherardi, 2008a), ha determinato una

riduzione significativa delle classi di taglia giovanili nella stagione successiva (Cecchinelli et al. 2010), dimostrando la grande potenzialità di questa tecnica per il controllo di *P. clarkii*.

Questa tecnica è stata impiegata nell'ambito del progetto Rarity per il controllo della popolazione di *P. clarkii* nel lago Casette a Sesto al Reghena (PN), consentendo di raggiungere un decremento della popolazione di oltre l'87%. La SMRT era stata preceduta da una ricerca sulla dose ottimale da somministrare ai gamberi per ottenere il miglior risultato possibile. È stato riscontrato che la dose di 40 Gy consente una sterilizzazione di 50% delle cellule nelle gonadi.

Protocollo di applicazione

Il presente protocollo è riferito all'intervento su *Procambarus clarkii* ed è stato realizzato nell'ambito del progetto RARITY.

Periodo di attività: variabile da aprile-giugno in relazione al ciclo biologico degli animali, variabile da sito a sito.

Azione 1. SMRT – Individuazione del personale tecnico-scientifico per la supervisione e lo svolgimento delle attività e adempimenti burocratici

Durata: una settimana

Programma: in questa fase è necessario individuare un responsabile dell'intervento (supervisore scientifico in grado di indicare il programma di lavoro in relazione alla situazione contingente da affrontare) e gli operatori coinvolti nelle attività di campo (trappolaggio, selezione dei maschi da trattare, rilascio dei maschi trattati in natura). Inoltre, devono essere attivate le pratiche burocratiche per l'utilizzo delle trappole per la cattura degli esemplari e della struttura ospedaliera di riferimento.

La tecnica SMRT va applicata preferenzialmente sulla stessa popolazione/area di intervento ogni anno per almeno tre anni consecutivi. L'impatto prodotto dalla tecnica sulla popolazione dovrà comunque essere valutato da 3 a 5 anni dopo la prima applicazione.

Materiale occorrente: non è richiesto materiale specifico

Azione 2. SMRT– il monitoraggio standardizzato della popolazione prima dell'intervento

Durata: una settimana

Programma: la stima iniziale della dimensione della popolazione è una informazione essenziale per quantificare l'impatto prodotto della tecnica di controllo sulla popolazione. La stima viene effettuata attraverso un monitoraggio standardizzato descritto nel dettaglio nei protocolli del monitoraggio. Dato che la stima della popolazione varia in relazione al ciclo biologico del gambero e alla temperatura del periodo di monitoraggio, si raccomanda che monitoraggi successivi di una stessa popolazione siano condotti nello stesso periodo dell'anno per consentire una soddisfacente confrontabilità dei dati.

Materiale occorrente: come specificato nei protocolli di monitoraggio

Azione 3. SMRT – Trappolaggio intensivo e selezione dei maschi da sterilizzare

Durata: variabile da una settimana ad un mese (in relazione alla dimensione della popolazione target e dell'area di intervento)

Programma: i maschi da sterilizzare e rilasciare devono sempre provenire dall'area di intervento (in questo modo non si aumenta la dimensione della popolazione già presente). La SMRT deve quindi essere preceduta da un trappolaggio intensivo che ha lo scopo di: (1) stimare la densità di popolazione e valutare il numero adeguato di maschi sterili da rilasciare; (2) abbassare il numero

dei riproduttori della popolazione (femmine e maschi sotto-taglia); (3) selezionare maschi adulti di grandi dimensioni (di lunghezza del cefalotorace ≥ 40 mm) e con entrambe le chele da destinare al trattamento di sterilizzazione. Gli animali selezionati devono essere mantenuti in vasche con acqua disposte in luogo ombreggiato fino al trattamento di sterilizzazione.

Materiale occorrente: trappole con esca, corde di canapa, picchetti, calibro per la misura della dimensione dei maschi pescati, secchi per trasportare gli animali e vasche per contenerli in attesa del trattamento.

Azione 4. SMRT – Sterilizzazione dei maschi

Durata: 1 giorno

Programma: gli animali saranno trasportati al reparto di radioterapia dell'ospedale di riferimento all'interno di vasche in plexiglass (40x40 cm, h: 30 cm) dotate di coperchio e prive di acqua. Le vasche devono avere queste dimensioni che corrispondono al fuoco di irraggiamento dell'acceleratore utilizzato per il trattamento. Questo accorgimento consente quindi di trattare gli animali nelle stesse vasche utilizzate per il loro trasporto con un notevole risparmio di tempo. In ciascuna vasca saranno contenuti quaranta maschi. Ogni vasca, poco prima del trattamento, sarà riempita di una quantità d'acqua tale da coprire gli esemplari, coperta con piano in plexiglass trasparente e sottoposta ad una radiazione di 40 Gy. Dopo il trattamento, la vasca sarà nuovamente svotata dell'acqua per facilitare il trasporto degli animali. L'operazione sarà ripetuta fino al raggiungimento del numero di maschi sterili previsto in A.3. Da considerare che il trattamento di ogni vasca, che corrisponde a circa 40 maschi, richiede 15 minuti di irraggiamento (anche se questi tempi dipendono dalla dose e dalla potenza dello strumento utilizzato).

Materiale occorrente: furgone per il trasporto degli animali in vasche (possono anche essere impilate una sull'altra inserendo degli spessori per evitare lo schiacciamento degli animali), vasche con coperchio in plexiglass (40x40x30 cm).

Azione 5. SMRT– Rilascio dei maschi trattati nell'area di intervento

Durata: 1 giorno

Programma: Gli animali potranno essere rilasciati nell'area di intervento lo stesso giorno del trattamento per ovviare alla loro gestione in ambiente confinato. Occorre tenere presente però che l'effetto delle radiazioni sul loro sistema riproduttivo sarà massimo dopo circa una settimana dall'irraggiamento. Prima di essere rilasciati, i maschi sterili devono essere marcati in modo permanente effettuando un piccolo taglio sull'uropode (la parte terminale della "coda" anche detto ventaglio caudale) che li renda facilmente distinguibili dagli animali non trattati. Questa marcatura è molto importante perché consente agli operatori di riconoscere gli animali sterili anche dopo molto tempo dal loro rilascio e, quindi, di non rimuoverli dal canale, se eventualmente catturati, vanificando gli sforzi della sterilizzazione.

Materiale occorrente: furgone per il trasporto degli animali in vasche (possono anche essere impilate una sull'altra inserendo degli spessori per evitare lo schiacciamento degli animali), vasche con coperchio in plexiglass (40x40x30 cm).

Feromoni

I feromoni sessuali sono sostanze chimiche, specie-specifiche, utilizzate per richiamare individui del sesso opposto e favorire quindi l'accoppiamento durante il periodo riproduttivo. Diversi studi hanno dimostrato l'importanza della comunicazione chimica durante il periodo riproduttivo di diverse specie di gamberi dulcacquicoli (Bechler 1995) e hanno evidenziato che i feromoni sessuali, senza altri stimoli di tipo visivo e/o tattile, agiscono come potenti sostanze attrattive, scatenando un forte comportamento di ricerca del partner da parte dei maschi di *P. clarkii* (Aquiloni &

Gherardi, 2008b; Aquiloni et al. 2009b). In generale, i feromoni sessuali sono utilizzati durante il corteggiamento, l'accoppiamento o nel riconoscimento della qualità del partner sessuale (Aquiloni & Gherardi, 2008b). Durante il periodo dell'accoppiamento, i maschi localizzano la femmina in base alle informazioni fornite dai feromoni sessuali emessi dalle femmine e l'utilizzo di tali feromoni nelle trappole potrebbe garantire la cattura di un elevato numero di maschi sessualmente riproduttivi.

Questa tecnica ha dei vantaggi importanti legati alla minimo impatto su flora e fauna locali, e alla grande selettività

Anche il gambero invasivo *P. clarkii* utilizza i feromoni per il riconoscimento e la localizzazione del partner sessuale in natura. Un esperimento sul campo ha infatti dimostrato che i maschi di questa specie sono attratti dentro le trappole dalla presenza di femmine sessualmente mature (Aquiloni & Gherardi, 2010), evidenziando quindi come la disponibilità di feromone di sintesi possa rendere più efficace l'attività di trappolaggio in questa specie, almeno durante il periodo riproduttivo.

Nel progetto RARITY si è testato in campo l'impiego di questa tecnica ottenendo risultati significativi grazie ad un'esca messa a punto dall'Università di Trieste.

Esche ormonali

La maturità delle gonadi dei gamberi è sotto il controllo del principale centro neuro-endocrino che è situato nel peduncolo oculare. In particolare, la piena maturità, sia degli ovari che dei testicoli, è inibita da un ormone peduncolare che prende il nome di ormone gonado-inibitorio (GIH – Gonad Inhibiting Hormone) la cui concentrazione nei fluidi corporei crolla in periodo pre-riproduttivo (Giulianini & Edomi. 2006). Questo ormone è un peptide di 77 residui aminoacidici che presenta delle significative e peculiari modificazioni post-traduzionali (Ollivaux et al., 2009). Recentemente sono stati messi a punto protocolli per la produzione di ormoni sintetici della famiglia del GIH del NICS *Astacus leptodactylus* (Mosco et al., 2012) e sistemi di oral delivery nei vertebrati con nanoparticelle di chitosano che proteggono dagli enzimi digestivi peptidi con caratteristiche analoghe agli ormoni di crostacei (Mukhopadhyay et al, 2012). La preparazione di esche ormonali con GIH di sintesi adeguatamente protette con nanoparticelle di chitosano può fornire una nuova tecnica per modulare negativamente la maturità sessuale dei NICS, mediante il rilascio delle esche in natura in periodo pre-riproduttivo.

Limiti e potenzialità degli autocidi

Le potenzialità di queste tecniche sono molto elevate in quanto altamente selettive verso le specie target, con un costo di applicazione limitato e senza alcun impatto sull'ambiente e sulla salute umana. Purtroppo, però, la messa a punto di queste tecniche potrebbe richiedere ancora qualche anno di ricerche in laboratorio e sul campo. La SMRT è già stata applicata con successo in natura ma necessita di una maggiore definizione del numero di maschi da rilasciare per potenziarne l'efficacia ed estendere la sua applicabilità in contesti ambientali molto diversi tra loro.

L'uso dei feromoni per il controllo di NICS è invece legato all'identificazione e alla sintesi chimica delle molecole feromonal. Come nel caso del controllo degli insetti nocivi, il feromone sessuale sintetizzato (e quindi disponibile in grandi quantità) potrebbe essere utilizzato come attrattivo nelle trappole per richiamare i maschi all'inizio del periodo riproduttivo (tecnica "lure and kill") o per disorientarli nella localizzazione e nel riconoscimento del partner sessuale (tecnica "mating disruption").

Con il termine "Controllo" in questo Piano si intende l'attuazione di qualsiasi intervento letale o non letale volto al controllo demografico o al contenimento della popolazione di una specie esotica invasiva, che nel contempo renda minimo l'impatto sulle specie non destinatari di misure e sui loro habitat. L'obiettivo è quello di rendere minimi la capacità invasiva e gli effetti negativi

sulla biodiversità, sui servizi ecosistemici collegati, sulla salute umana o sull'economia. Rientrano in questa definizione anche le attività volte a creare barriere che riducano al minimo il rischio che la popolazione di una specie esotica invasiva si disperda e si diffonda oltre la zona invasa.

Il recente Regolamento europeo 1143/2014 relativo alle specie esotiche invasive all'articolo 19 rende obbligatoria per gli Stati membri l'adozione di opportune misure di gestione (controllo) di tali specie, proprio per minimizzare gli effetti della loro diffusione. Tali misure sono proporzionate all'impatto sull'ambiente e adeguate alle circostanze specifiche.

Al momento non è possibile comprendere in queste attività anche i controlli necessari a prevenire l'introduzione deliberata di specie invasive di gamberi a seguito di scambi commerciali che, al momento, sono liberi e privi di limitazioni.

5.5 Prevenzione della diffusione della peste del gambero

Opportuni protocolli per la disinfezione di tutto il materiale da campo devono necessariamente essere previsti per impedire la trasmissione della peste del gambero alle popolazioni della specie indigena *A. pallipes* complex. Questa malattia, il cui agente eziologico è il cromista *Aphanomyces astaci*, è stata introdotta in Europa con l'importazione di gamberi Nord Americani ed è responsabile di epidemie che colpiscono le popolazioni locali portandole rapidamente all'estinzione.

La malattia viene trasmessa attraverso le spore di *A. astaci* che possono essere diffuse nei corsi d'acqua principalmente in due modi: 1) attraverso la diffusione di gamberi invasivi nord americani, quali *P. clarkii*, che possono avere infezioni asintomatiche di peste; oppure 2) utilizzando strumentazione contaminata e non opportunamente disinfestata in siti in cui la peste non è presente.

Per evitare la diffusione della peste, in tutti i siti in cui la specie indigena è presente, o è potenzialmente presente, l'attrezzatura necessaria per il campionamento o per le catture deve essere non contaminata o opportunamente disinfestata seguendo il protocollo di seguito riportato.

La procedura da seguire per disinfestare il materiale è:

- 1 spazzolare accuratamente il fango dall'attrezzatura, e in particolare dalle suole di scarponi e stivali, sciacquando il materiale da campo nel corso d'acqua per eliminarne eventuali residui;
- 2 aspergere gli stivali, le nasse, i retini ed eventualmente le ruote dei veicoli e quant'altro sia entrato in contatto con acqua o fango del sito con una soluzione di iodofori, ad una concentrazione di 500 ppm (prodotto commerciale *Zoodyn*, 28,6 ml/litro di acqua). In alternativa è possibile impiegare una soluzione di ipoclorito di sodio (100 ppm di cloro libero per 30 secondi).
- 3 Per inattivare le spore è sufficiente anche il congelamento a -20° per 72 ore, l'essiccazione a 60° per pochi minuti la disidratazione (ad esempio mediante esposizione al sole) per 48-72 ore.
- 4 Inoltre, nel caso si sospetti la presenza di un focolaio di peste nel sito di campionamento per la presenza di numerosi individui morti o di individui con comportamento anomalo (apatia, scarsa reattività, tendenza ad uscire dall'acqua), è necessario raccogliere un campione di esemplari per consentire una diagnosi esaustiva da personale esperto.

6. Aree di intervento per il controllo delle specie esotiche invasive

L'attività di controllo oggetto del presente Piano di esplica attraverso la predisposizione delle seguenti misure:

1. registrazione e aggiornamento di dati e altre informazioni relative alla diffusione dei gamberi appartenenti a specie invasive. A tal fine i dati e le informazioni possono essere inviate all'Ente tutela pesca per essere registrati e conservati.
 - a. La segnalazione deve riportare le seguenti informazioni essenziali:
 - i. data dell'osservazione
 - ii. località dell'osservazione
 - iii. Corso d'acqua
 - iv. Numero di gamberi osservati
 - v. Tipologia di osservazione (gamberi vivi, segni di presenza quali resti di un gambero morto,...)
 - vi. Nome del segnalatore
 - vii. Recapito del segnalatore

2. partecipazione della cittadinanza nella segnalazione della presenza di gambero rosso. È possibile fare riferimento alla specifica procedura informatica disponibile su www.gamberialieni.divulgando.eu o inviare le segnalazioni all'Ente tutela pesca.

La segnalazione deve riportare le seguenti informazioni essenziali:

- i. data dell'osservazione
 - ii. località dell'osservazione
 - iii. Corso d'acqua e localizzazione quanto più precisa del punto
 - iv. Numero di gamberi osservati
 - v. Tipologia di osservazione (gamberi vivi, segni di presenza quali resti di un gambero morto,...)
 - vi. Nome del segnalatore
 - vii. Recapito del segnalatore
3. controllo demografico
 - a. Mediante catture massive operate con trappola ed esca. All'esca alimentare è preferibile quella feromonica per la sua maggiore selettività.
 - b. Mediante l'applicazione della tecnica del rilascio di maschi sterilizzati (SMRT);
 - c. Mediante *l'oral delivery* di ormoni gonado-inibitori (tecnica sperimentale)

A seguito dei monitoraggi condotti nell'ambito del progetto Rarity e delle segnalazioni pervenute all'Ente tutela pesca fino al momento della redazione del presente documento, risulta essere presente nelle acque interne del Friuli Venezia Giulia unicamente la specie esotica invasiva *Procambarus clarkii*. Ne sono interessati i territori di pochi Comuni:

Sacile, San Vito al Tagliamento, Chions, Azzano Decimo, Sesto al Reghena, Rivignano Teor, Staranzano, San Canzian D'Isonzo, Palazzolo dello Stella, Varmo.

Il controllo della specie si attuerà quindi in tutti tali Comuni e nel dintorno di essi, nelle aree definite di medio rischio di diffusione della specie (cfr. fig. 10, paragrafo 4).

Particolare attenzione dovrà essere posta a ridosso dei siti Natura 2000, in particolare alla ZSC Foce dell'Isonzo – Isola della Cona, unico sito che risulta essere oggi interessato, sebbene marginalmente, dalla presenza di questa specie invasiva.

L'intervento appare in linea con le Misure di conservazione vigenti in tutti i siti della regione biogeografica continentale, approvate con DGR n. 546/2013 e pubblicate sul BUR I SO del 10/04/2013. È infatti previsto in tali siti, oltre al divieto di reintroduzione, introduzione e ripopolamento in natura di specie e popolazioni non autoctone e al divieto di cattura, immissione, allevamento e detenzione di crostacei decapodi alloctoni dei generi *Procambarus*, *Orconectes*, *Pacifastacus* e *Cherax*, anche la definizione di specie alloctone invasive e delle aree oggetto di eradicazione/contenimento.

7. Aree di intervento per l'eradicazione delle specie esotiche invasive

Con il termine "eradicazione" in questo Piano si intendono le operazioni da svolgersi secondo le indicazioni riportate nel paragrafo precedente con il fine di eliminare completamente la popolazione presente. L'obiettivo è molto ambizioso, in considerazione degli strumenti disponibili e delle caratteristiche delle specie invasive. Per questo è preferibile parlare, in tali casi, di *gestione a densità zero* piuttosto che di eliminazione.

Ci sono tuttavia dei casi in cui la completa rimozione della popolazione è verosimile e possibile. Si tratta, ad esempio, delle nuove liberazioni, nel periodo immediatamente successivo alle stesse, prima che la popolazione colonizzi il territorio e vi si riproduca.

Nei casi di nuova segnalazione, quindi, immediatamente dopo la settimana di monitoraggio sarà effettuata una valutazione sull'opportunità dell'intervento. Nel caso i risultati evidenzino la fattibilità del controllo, si procederà alla cattura intensiva degli esemplari. Sarà opportuno utilizzare trappole armate con esche trofiche ad alta appetibilità (=attrattività). Le trappole, in numero massimo possibile, dovranno essere controllate ogni giorno cambiando l'esca e ogni giorno dovrà essere registrato il numero di esemplari catturati. Nella scheda di catture intensive (allegato 4) dovrà essere riportato il numero delle trappole utilizzate per tutta la durata dell'attività (la somma delle trappole attive ogni giorno di attività), il numero totale di giorni di attività e il numero di esemplari catturati e rimossi. Il trappolaggio intensivo dovrà essere ripetuto fino a che le catture si annullano.

Parallelamente a tali catture è opportuno intervenire applicando altre tecniche, quali la SMRT o il rilascio di predatori naturali (es. anguille) e intensificare le catture mediante l'impiego di esche feromonalì.

Tali operazioni saranno svolte in tutti i siti di nuova colonizzazione, con esclusione di quelli prossimi ai siti in cui la popolazione è già affrancata.

Saranno sempre eseguite attività di eradicazione su nuove popolazioni riscontrate nei collegi di pesca n. 1, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13 e in quelle porzioni dei restanti collegi posti al di sopra della linea delle risorgive.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

AA.VV., 2012. Didattica per gli operatori. Pubblicazione realizzata con il contributo finanziario della CE, nell'ambito del Progetto RARITY, LIFE10 NAT/IT/000239, pp. 88.

AA.VV., 2013. "MANUALE PER LE PUBBLICHE AMMINISTRAZIONI La gestione consapevole dei gamberi di fiume in Friuli Venezia Giulia". Pubblicazione realizzata con il contributo finanziario della CE, nell'ambito del progetto RARITY, LIFE10 NAT/IT/000239, pp. 48.

AA.VV., 2014. "RARITY. Eradicazione del gambero rosso della Louisiana e protezione dei gamberi di fiume del Friuli Venezia Giulia". Pubblicazione realizzata con il contributo finanziario della CE, nell'ambito del progetto RARITY, LIFE10 NAT/IT/000239, pp. 144.

Alderman D.J. & Polgase J.L. (1988). Pathogens, parasites and commensals. In: D.M. Holdich & Lowery R.S. (eds), *Freshwater crayfish: biology, management and exploitation*. London: Croom Helm (Chapman & Hall), pp. 167-212.

Alderman D.J. (1996). Geographical spread of bacterial and fungal diseases of crustaceans. In: *Preventing the spread of aquatic animal diseases. Scientific and Technical Review*. Paris: Office International des Epizooties, pp. 603-632.

Anderson M. (1994). *Sexual Selection*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.

Anderson R.L. (1982). Toxicity of fenvalerate and permethrin to several aquatic animals. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 107: 825-827.

Anderson R.L. (1989). Toxicity of synthetic pyrethroids to freshwater invertebrates. *Environ. Toxicol. Chem.*, 8: 403-410.

Aquiloni L. & Gherardi F. (2008a). Mutual mate choice in crayfish: large body size is selected by both sexes, virginity by males only. *Journal of Zoology London*, 274: 171-179.

Aquiloni L. & Gherardi F. (2008b). Assessing mate size in the red swamp crayfish *Procambarus clarkii*: effects of visual versus chemical stimuli. *Freshwater Biology*, 53: 461-469.

Aquiloni L. & Gherardi F. (2010). The use of sex pheromones for the control of invasive populations of the crayfish *Procambarus clarkii*: a field study. *Hydrobiologia*, 649: 249-254.

Aquiloni L., Becciolini A., Trunfio C., Berti R. & Gherardi F. (2009a). Managing invasive crayfish: use of X-ray sterilization of males. *Freshwater Biology*, 54: 10510-1519.

Aquiloni L., Brusconi S., Cecchinelli E., Tricarico E., Mazza G., Paglianti A. & Gherardi F. (2010).

Aquiloni L., Brusconi S., Cecchinelli E., Tricarico E., Mazza G., Paglianti A. & Gherardi F. (2010). Biological control of invasive populations of crayfish: the European eel (*Anguilla anguilla*) as a predator of *Procambarus clarkii*. *Biological Invasions*, 12: 3817-3824.

Aquiloni L., Massolo A. & Gherardi F. (2009b). Sex identification in female crayfish is bimodal. *Naturwissenschaften*, 9: 103-110.

- Bakri A., Heather N., Hendrichs J. & Ferris I. (2005). Fifty years of radiation biology in entomology: Lesson learned from IDIDAS. *Ann Entomol Soc Am*, 98: 1-12.
- Beaumont W.R.C., Taylor A.A.L., Lee M.J. & Welton J.S. (1998). Guidelines for Electric Fishing Best Practice. RandD Technical Report W2-054/TR, Environment Agency, Bristol.
- Bechler D.L. (1995). A review and prospectus of sexual and interspecific pheromonal communication in crayfish. *Freshwater Crayfish*, 8: 657-667.
- Bergstedt R.A. & Twohey M.B. (2005). The sterile male release technique in Great Lakes sea lamprey management. Great Lakes Fishery Commission Research Theme, Tech. Rep. 23.08.2005, 55 pp.
- Bertolino S. & Genovesi P. (2003). Spread and attempted eradication of the grey squirrel (*Sciurus carolinensis*) in Italy, and consequences for the red squirrel (*Sciurus vulgaris*) in Eurasia. *Biol Conserv*, 109: 351-358.
- Bills T.D. & Marking L.L. (1988). Control of nuisance populations of crayfish with traps and toxicants. *Prog Fish-Cult*, 50: 103-106.
- Biological control of invasive populations of crayfish: the European eel (*Anguilla anguilla*) as a predator of *Procambarus clarkii*. *Biol Invasions*, DOI: 10.1007/s10530-010-9774-z.
- Blake M.A. & Hart P.J.B. (1993). The behavioural responses of juvenile signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* to stimuli from perch and eels. *Freshwater Biology*, 29: 89-97.
- Blake M.A. & Hart P.J.B. (1995a). Habitat preferences and survival of juvenile signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus* - the influence of water depth, substratum, predatory fish and gravid female fish. *Freshwater Crayfish*, 9: 318-332.
- Blake M.A. & Hart P.J.B. (1995b). The vulnerability of juvenile signal crayfish to perch and eel predation. *Freshwater Biology*, 33: 233-244.
- Britton R., Midtlyng P.J., Persson G., Joly J.P., Gherardi F., Nunn A.D. & Cowx I. (2008). Assessment of mitigation and remediation procedures, and of contingency plans. Report del progetto IMPASSE (Environmental impacts of alien species in aquaculture), FP6 2005-SSP-5A.
- Brown D.J. & Brewis J.M. (1979). A critical look at trapping a method of sampling a population of *Austroptamobius pallipes* (Lereboullet) in a mark and recapture study. *Freshwater Crayfish*, 4: 159-164. Institut National de la Recherche Agronomique, Thonon-les-Bains, France.
- Brown R. & Avault, Jr, J.W. (1975). Toxicity of antimycin to crayfish *Procambarus* sp. *Freshwater Crayfish*, 2: 351-369.
- Burn catchment, Dumfries and Galloway. Scottish Natural Heritage, Commissioned Report No. 014. (ROAME No. F02LK05).
- Burrige L.E. & Haya K. (1997). Lethality of pyrethrins to larvae and postlarvae of the American lobster (*Homarus americanus*). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 38, 150-154.

- Byrne C.F., Lynch J.M. & Bracken J.J. (1999). A sampling strategy for stream populations of white-clawed, *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) (Crustacea, Astacidae). *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 99B(2): 89-94.
- Cabral J.A., Anastacio P.M., Carvalho R. & Marques J.C. (1997). A non-harmful chemical method of red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*, population control and non-target organisms problematics in the lower Modego River valley, Portugal. *Freshwater Crayfish*, 11: 286-292.
- Capelli G.M. & Magnusson J.J. (1983). Morphoedaphic and biogeographic analysis of crayfish distribution in Wisconsin. *Journal of Crustacean Biology*, 3: 548-564.
- Cecchinelli E., Aquiloni L., Maltagliati G., Tricarico E. & Gherardi F. (2012). Use of natural pyrethrum to control the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in a rural land of Italy. *Pest Management*, DOI 10.1002/ps.2335.
- Cecchinelli E., Aquiloni L., Orioli G., Gherardi F. (2010). L'uso della SMRT (Sterile Male Release Technique) e di Pyblast per il controllo del gambero invasivo *Procambarus clarkii* nel Consorzio della Bonifica Parmigiana Moglia-Secchia. Rapporto tecnico per il Consorzio di Bonifica Parmigiana-Moglia-Secchia (Reggio Emilia).
- Chang V.C.S. & Lange W.H. (1967). Laboratory and field evaluation of selected pesticides for control of the red crayfish in California rice fields. *J Econ. Entom.*, 60: 473-477.
- Cheah, M-L., J.W. Avault, and J.B. Graves. 1979. Some effects of thirteen rice pesticides to crayfish *Procambarus clarkii*. *Freshwater Crayfish* 4:350-361.
- Chucholl C. 2012. Invaders for sale: trade and determinants of introduction of ornamental freshwater crayfish. *Biological Invasions*, doi:10.1007/s10530-012-0273-2.
- Ciereszko A., Babiak I. & Dabrowski K. (2004). Efficacy of animal anti-fertility compounds against sea lamprey (*Petromyzon marinus*) spermatozoa. *Theriogenology*, 61: 1039-1050.
- DAISIE European Invasive Alien Species Gateway, 2008. *Procambarus clarkii*. Available from: www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=53452 [Accessed 29th September 2012].
- Day K.E. & Maguire R.J. (1990). Acute toxicity of isomers of the pyrethroid insecticide deltamethrin and its major degradation products to *Daphnia magna*. *Environ. Toxicol. Chem.*, 9: 1297- 1300.
- Day K.E. (1991). Effects of dissolved organic carbon on accumulation and acute toxicity of fenvalerate, deltamethrin and cyhalothrin products to *Daphnia magna* (Straus). *Environ. Toxicol. Chem.*, 10: 91-101.
- De Luise G. 2010. Il Gambero rosso della Louisiana. Aspetti ecologici, biologici e gestionali in Friuli Venezia Giulia. Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia, Udine: 1-52.
- Diéguez-Urbeondo J. & Muzquiz J.L. (2005). The use of the fungus *Aphanomyces astaci* for biological control of the spread of the invasive species *Cherax destructor*. Workshop Biological invasions in inland waters, Florence, Italy, 5-7 May, Abstract Volume, p 30.

- Draz K.A.A. (1991). Sperm precedence for females mated with irradiated and normal males of caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa* (Loew.). *Isotope Rad. Res.*, 21: 147-152.
- Dubray B., Girinsky T., Thamer H.D., Becciolini A., Porciani S., Hennequin C., Socié G., Bonnay M. & Cosset J.M. (1992). Post irradiation hyperamilasemia as a biological dosimeter. *Radiother. Oncol.*, 2: 21-26.
- Edgerton B., Owens L., Harris L., Thomas A. & Wingfield M. (1995). A health survey of farmed reaclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (Von Martens), in tropical Australia. *Freshwater Crayfish*, 10: 322-338.
- Edsman L. (2000). Crayfish conservation in Sweden, lessons to learn. In: Rogers D. & Brickland J. (eds) *Proceedings of the Crayfish Conference*. Environment Agency, Bristol, UK, pp 19-23.
- Ekanem S.B., Avault J.W., Graves J.B. & Morris H. (1983). Effects of rice pesticides on *Procambarus clarkii* in a rice/crayfish model. *Freshwater Crayfish*, 5: 315-323.
- Elvira B., Nicola G.G. & Almodovar A. (1996). Pike and red swamp crayfish: a new case on predator-prey relationship between aliens in central Spain. *J Fish Biol*, 48: 437-446.
- Encyclopedia of Life Support Systems*, Eolss Publishers/ UNESCO, Oxford, UK, pp. 274-302.
- Eversole A.G. & Foltz J.W. (1995). Habitat relationships of two crayfish species in a mountain stream. *Freshwater Crayfish*, 9: 300-310.
- Fjälling A. (1995). Crayfish traps employed in Swedish fisheries. *Freshwater Crayfish*, 8: 201-214.
- Fonseca J.C., Marques J.C. & Madeira V.M.C. (1997). Oxygen uptake inhibition in *Procambarus clarkii*, red swamp crayfish, by biogradable surfactants: An ecotechnological approach for population control in rice fields. *Freshwater Crayfish*, 11: 235-242.
- Fornstrom, C.B., Landrum P.F., Weisskopf C.P. & La Point T. W. (1997). Effects of terbufos on juvenile red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*): differential routes of exposure. *Environ. Toxicol. Chem.*, 16: 2514-2520.
- Freeman M.A., Turnbull J.F., Yeomans J.F. & Bean C.W. (2010). Prospects for management strategies of invasive crayfish populations with an emphasis on biological control. *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst*, 20: 211-223.
- Frutiger A. & Müller R. (2002). Controlling unwanted *Procambarus clarkii* populations by fish predation. *Freshwater Crayfish*, 13: 309-315.
- Fürst M. (1977). Introduction of *Pacifastacus leniusculus* (Dana) into Sweden: methods, results and management. *Freshwater Crayfish*, 3: 229-247.
- G. De Luise (2003). *Guida ai crostacei d'acqua dolce del Friuli Venezia Giulia* pp.31- Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia.

- G. De Luise (2006). I crostacei decapodi d'acqua dolce in Friuli Venezia Giulia. Recenti acquisizioni sul comportamento e sulla distribuzione nelle acque dolci della Regione. Venti anni di studi e ricerche. Marzo 2006, p 91. Ente Tutela Pesca - Regione Friuli Venezia Giulia.
- G. De Luise (2010). Il gambero rosso della Louisiana. Aspetti ecologici, biologici e gestionali in Friuli Venezia Giulia. Ente tutela pesca del FVG, Udine: 1-52
- Genovesi P. (2005). Eradications of invasive alien species in Europe: a review. *Biological Invasions*, 7: 127-133.
- Gherardi F, Gollash S, Minchin D, Olenin S, Panov VE. 2009. Alien Invertebrates and Fish in European Inland Waters. In: DAISIE, Handbook of Alien Species in Europe, Springer Science + Business Media B.V., pp 81-92.
- Gherardi F. & Angiolini C. (2007). Eradication and control of invasive species. In: Gherardi F., Corti C. & Gualtieri M. (eds) Biodiversity conservation and habitat management. Volume 2.
- Gherardi F. (2007). Understanding the impact of invasive crayfish. In: Gherardi F. (ed.) Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and threats. *Invading Nature: Springer Series in Invasion Ecology*, Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp 507-542.
- Gherardi F. 2006. Crayfish invading Europe: the case study of *Procambarus clarkii*. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 39: 175-191.
- Gherardi F. 2007. Understanding the impact of invasive crayfish. In: Gherardi F., Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats. Springer, pp 507-542.
- Gherardi F., Aquiloni L., Diéguez-Urbeondo J. & Tricarico E. (2011). Managing invasive crayfish: is there any hope? *Aquatic Sciences*, 73: 185-200.
- Ghetti P.F. (1997). Indice Biotico Esteso (I.B.E.). I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti. Manuale di applicazione. Provincia Autonoma di Trento, Trento, 1-222 pp.
- Giulianini P.G. & Edomi P. (2006). Neuropeptides controlling reproduction and growth in Crustacea: a molecular approach. In: *Invertebrate neuropeptides and hormones: basic knowledge and recent advances*. Pp. 225-252.
- Gowing H. & Momot W.T. (1979). Impact of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) predation on the crayfish *Orconectes virilis* in three Michigan lakes. *J Fish Res Bd Can*, 36: 1191-1196.
- Grandjean F., Cornault B., Archambault S., Bramard M. & Otrebsky G. (2000). Life history and population biology of the white-clawed crayfish, *Austropotamobius pallipes*, in a brook from the Poitou-Charentes region (France). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 356(1): 55-70.
- Greany P. & Carpenter J.E. (1999). Use of nuclear techniques in biological control of insect and weeds. *Nuclear News*. February: 32-34.
- Grigarick A.A. & Lange W.H. (1965). Rice pest investigations. *Rice J.*, 68: 68-70.

- Guan R.Z. & Wiles P.R. (1996). Growth, density and biomass of crayfish, *Pacifastacus leniusculus*, in a British lowland river. *Aquat. Living Resour.*, 9: 265-272.
- Guan R.Z. (1994). Burrowing behaviour of signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus* (Dana), in the River Great Ouse, England. *Freshwater Forum*, 4: 155-168.
- Gydemo R. (1995). Effect of an insecticide induced crayfish kill. Report to the Swedish Environmental Protection Agency and the Swedish Board of Fisheries. Dept. of Systems Ecology, Stockholm University, Sweden.
- Hallman G.J. (2000). Expanding radiation quarantine treatments beyond fruit flies. *Agric. For. Entomol.*, 2: 85-95.
- Hamrin S.F. (1987). Seasonal crayfish activity as influenced by fluctuating water levels and presence of a fish predator. *Holarctic Ecol.*, 10: 45-51.
- Harris R.R. & Young H.J. (1996). Distribution, densities and population characteristics of signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus* (Dana), in the Gaddesby Brook, Leicestershire. Report for the National Rivers Authority, Lower Trent Division, Nottingham, U.K.
- Håstein T. & Gladhaug O. (1973). The occurrence of the crayfish plague in Norway and attempts to prevent further spread of the disease. *Freshwater Crayfish*, 2: 181-184.
- Haya K. (1989). Toxicity of pyrethroid insecticides to fish. *Environ. Toxicol. Chem.*, 8: 381-391.
- Heather N.W. (1993). Irradiation as a quarantine treatment of agricultural commodities against arthropod pests, pp.627-639. In *Proceeding of the Symposium: management of insects pests: nuclear and related molecular and genetic techniques*, 19-23 October 1992, Vienna, Austria.
- Hein C.L., Roth B.M., Ives A.R. & Vander Zanden M.J. (2006). Fish predation and trapping for rusty crayfish (*Orconectes rusticus*) control: a whole-lake experiment. *Can J Fish Aquat Sci*, 63: 383-393.
- Hein C.L., Vander Zanden M.J. & Magnuson J.J. (2007). Intensive trapping and increased fish predation cause massive population decline of an invasive crayfish. *Freshwater Biology*, 52:1134-1146.
- Heinrich J.W., Mullett K.M., Hansen M.J., Adams J.V., Klar G.T., Johnson D.A., Christie G.C. & Young R.J. (2003). Sea lamprey abundance and management in Lake Superior, 1957 to 1999. *Journal of Great Lakes Research*, 29 (Suppl. 1): 566-583.
- Hendrichs J. (2000). Use of the sterile insect technique against key insect pest. *Sustainable Dev. Int.*, 2: 75-79.
- Hendrichs J., Franz G. & Rendon P. (1995). Increased effectiveness and applicability of the sterile insect technique through male-only release for control of Mediterranean fruit-flies during fruiting season. *J. Appl. Entomol.*, 119: 371-377.
- Hickley P., North R., Muchiri S.M. & Harper D.M. (1994). The diet of largemouth bass, *Micropterus salmoides*, in Lake Naivasha, Kenya. *J. Fish Biol.*, 44: 607-619.

- Hobbs H.H., Jass J.P. & Huner J.V. (1989). A review of global crayfish introductions with particular emphasis on two North American species (Decapoda, Cambaridae). *Crustaceana*, 56: 299- 316.
- Hobbs Jr, H.H. & Hall, Jr. E.T. (1975). Crayfishes (Decapoda: Astacidae). In: Hart C.W. & Fuller S.L.H. (eds), *Pollution ecology of freshwater invertebrates*. Academic Press: New York & London.
- Hoch G. & Schopf A. (2001). Effects of *Glyptapanteles liparidis* (Hym. Braconidae) parasitism, polydnavirus, and venom on development of microsporidia-infected and uninfected *Lymantria dispar* (Lep. Lymantriidae) larvae. *J. Invertebr. Pathol.*, 77: 37-43.
- Hofkin BV, Mkoji GM, Koech DK, Loker ES. 1991. Control of schistosome-transmitting snails in Kenya by the North American crayfish *Procambarus clarkii*. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 45(3): 339-344.
- Hogger J.B. (1988). Ecology, population biology and behaviour. In: Holdich D.M. & Lowery R.S. (eds), *Freshwater crayfish: biology, management and exploitation*: pp. 114-144. London: Croom Helm (Chapman & Hall).
- Holdich D.M. & Domaniewski J.C.J. (1995). Studies on a mixed population of the crayfish *Austropotamobius pallipes* and *Pacifastacus leniusculus* in England. *Freshwater Crayfish*, 10: 37-45.
- Holdich D.M. & Gherardi F. (1999). Native and alien crayfish in Europe: an introduction. In: Gherardi F. & Holdich D. M. (eds.), "Crayfish in Europe as alien species. How to make the best of a bad situation?", A.A. Balkema, Rotterdam. pp. 3-9.
- Holdich D.M. & Reeve I.D. (1991). Distribution of freshwater crayfish in the British Isles, with particular reference to crayfish plague, alien introductions and water quality. *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst.* 1: 139-158.
- Holdich D.M. & Rogers D. (1997). The white-clawed crayfish, *Austropotamobius pallipes*, in Great Britain and Ireland with particular reference to its conservation in Great Britain. *Bulletin français de la Pêche et de la Pisciculture*, 347: 597-616.
- Holdich D.M., Gydemo R. & Rogers W.D. (1999). A review of possible methods for controlling alien crayfish populations. In: Gherardi F. & Holdich D.M., eds. *Crayfish in Europe as alien species*.
- Holdich D.M., Rogers W.D. & Reader J.P. (1995). Crayfish conservation. Report for the National Rivers Authority, Northumberland and Yorkshire Region.
- Holey M.E. & Trudeau T.N., Eds (2005). *The State of Lake Michigan in 2000*. Great Lakes Fishery Commission Special Publication: 1-114.
- How to make the best of a bad situation? A. A. Balkema, Rotterdam and Brookfield. pp. 245-270
- Hudson R.H., Tucker R.K. & Haegle M.A. (1984). *Handbook of toxicity of pesticides to wildlife*, second edition. US Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. Washington, D.C., p. 68.

- Hulme PE, Bacher S, Kenis M, Klotz S, Kühn I, Minchin D, Nentwig W, Olenin S, Panov V, Pergl J, yšek P, Roques A, Sol D, Solarz W, Vilà M. 2008. Grasping at the routes of biological invasions: a framework for integrating pathways into policy. *Journal of Applied Ecology* 45:403-414.
- Huner J.V. & Paret J. (1995). Trap harvest of crawfish (*Procambarus* spp.) from a south Louisiana commercial pond: effectiveness of different baits and species composition. *Freshwater Crayfish*, 8: 376-390.
- Huner J.V. (1988). *Procambarus* in North America and elsewhere. In: Holdich D.M. & Lowery R.S. (eds), *Freshwater crayfish: biology, management and exploitation*. London: Croom Helm (Chapman & Hall).
- Huner J.V., Moody M. & Thune R. (1994). Cultivation of crayfish in Australia. In: Huner J.V. (ed.), *Freshwater crayfish aquaculture in North America, Europe and Australia*. Families Astacidae, Cambaridae and Parastacidae, pp. 217-289. Haworth Press, Inc.: New York, London, and Norwood (Australia).
- IAEA (2001). *Insect and Pest Control Newsletter* 57, Joint FAO/IAEA Division, Vienna.
- Jarboe J.H. & Romaine R. P. (1995). Responses of procambarid crayfish populations to permethrin applications in earthen ponds. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 55: 58-64.
- Jarboe J.H. (1988). The toxicity of pesticides to crawfish. *Crawfish Tales*, 7: 22-24.
- Johnsen S.I., Jansson T., Høye J.K. & Taugbøl T. (2008). Vandringsperre for signalkrebs i Buåa, Eda kommun, Sverige – Övervakning av signalkrebs och krepsepest situationen. NINA Rapport 356, 15 s. ISBN 978-82-426-1920-4.
- Johnson R.K., Wiederholm T. & Rosenberg D.M. (1992). Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In: Rosenberg DM. & Resh V.H. (Ed.). *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. New York: Chapman and Hall.
- Johnson W.W. & Finley M.T. (1980). *Handbook of acute toxicity of chemicals to fish and aquatic invertebrates*. US Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. Washington, D.C., pp.70.
- Jolly A.L., Avault J.W., Graves J.B. & Koonce K.L. (1977). Effects of Pounce on newly hatched and juvenile Louisiana red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard). *Freshwater Crayfish*, 3:389-395.
- Jolly A.L., Avault J.W., Koonce K.L. & Graves J.B. (1978). Impact of permethrin to several aquatic animals. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 107: 825-827.
- Kaushik N.K., Stephenson G.L., Solomon K.R. & Day K.E. (1985). Impact of permethrin on zooplankton communities in limnocoarals. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42: 77-85.
- Kaye C.A., Heinrich J.W., Hanson L.H., McDonald R.B., Slade J.W., Genovese J.H. & Swink W.D. (2003). Evaluation of strategies for the release of male sea lampreys (*Petromyzon marinus*) in

Lake Superior for a proposed sterile-male-release program. *Journal of Great Lakes Research* 29: 424-434.

Keller R.P., Frang K. & Lodge D.M. (2008). Preventing the spread of invasive species: economic benefits of intervention guided by ecological predictions. *Conservation Biology*, 22: 80-88.

Kerby J.L., Riley S.P.D., Kats L.B. & Wilson P. (2005). Barriers and flow as limiting factors in the spread of an invasive crayfish (*Procambarus clarkii*) in southern California streams. *Biol Conserv* 126: 402-409.

Klassen W., Adams J.V. & Twohey M.B. (2004). Modeling the suppression of sea lamprey populations by the release of sterile males or sterile females. *Journal of Great Lakes Research*, 30: 463-473.

Knipling E.F. (1979). The basic principles of insect population suppression and management. U.S. Dep. Agric. Handbook, no. 512. U.S. Government Printing Office, Washington DC.

Kozak P. & Policar T. (2003). Practical elimination of signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) from a pond. In: Holdich D.M. & Sibley P.J. (eds) *Management & Conservation of Crayfish. Proceedings of a conference held on 7th November, 2002*. Environment Agency, Bristol, UK, pp. 200-208.

L. Lapini, L. Dorigo, P. Glerean, M.M. Giovannelli (2013)– Status di alcune specie protette dalla direttiva Habitat 92/43/CEE nel Friuli Venezia Giulia (invertebrati, anfibi, Rettili, Mammiferi) Gortania, atti del Museo Friulano di storia naturale, Botanica, Zoologia (ISSN 2038-0402), n. 35/2013

Landrum P.F., Nihart S.R., Eadie B.J. & Herche L.R. (1987). Reduction in bioavailability of organic contaminants to the amphipod *Pontoporeia hoyi* by dissolved organic matter of sediment interstitial waters. *Environ. Toxicol. Chem.*, 9: 141-150.

Laurent P.J. (1995). Eradication of unwanted crayfish species for astacological management purposes. *Freshwater Crayfish*, 8: 121-133.

Lindquist D.A., Abusowa M. & Hall M.J. (1992). The New World screwworm fly in Libya: a review of its introduction and eradication. *Med. Vet. Entomol.*, 6: 2-8.

Lodge D.M. & Hill A.M. (1994). Factors governing species composition, population size, and productivity of cool-water crayfishes. *Nordic J. Freshwat. Res.*, 69: 111-136.

Lodge D.M., Stein R.A., Brown K.M., Covich A.P., Brönmark C., Garvey J.E. & Klosiewski S.P. (1998). Predicting impact of freshwater exotic species on native biodiversity: challenges in spatial scaling. *Aust. J. Ecol.*, 23: 53-67.

Lodge DM, Deines A, Gherardi F, Yeo DCJ, Arcella T, Baldrige AK, Barnes MA, Chadderton WL, Feder JL, Crysta A. CA, Howard GW, Jerde CL, Peters BW, Peters JA, LW, Turner CR, Wittmann ME, Zeng Y. 2012. Global Introductions of Crayfishes: Evaluating the Impact of Species Invasions on Ecosystem Services. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 43:449–72. doi 10.1146/annurev-ecolsys-111511-103919.

- Ludke J.L., Finley M.T. & Lusk C. (1971). Toxicity of Mirex to crayfish, *Procambarus blandingsi*. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 11: 42-50.
- MacLeese D.W, Metcalfe C.D. & Ziko V. (1980). Lethality of permethrin, cypermethrin and fenvalerate to salmon, lobster and shrimp. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 3: 171-182.
- Manchester S.J. & Bullock J. (2000). The impacts of non-native species on UK biodiversity and the effectiveness of control. J. Appl. Ecol., 37: 845-864.
- Mather M.E. & Stein R.A. (1983). Direct and indirect effects of fish predation on the replacement of a native crayfish by an invading congener. Canad. J. Fish. Aquat. Sci., 50: 1279-1288.
- Matsumura F. (1985). Toxicology of insecticides. New York: Plenum Press.
- Matthews M.A. & Reynolds J.D. (1995). A population study of the white-clawed crayfish *Austroptamobius pallipes* (Lereboullet) in an Irish reservoir. Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy, 95B: 99-109.
- Mayer F.L. & Eilersieck M.R. (1986). Manual of acute toxicity: interpretation and database for 410 chemicals and 88 species of freshwater animals. U.S. Department of Interior Fish and Wildlife Resources Publication 160. Washington, D.C. pp. 576.
- Mazza G., Agostini N., Aquiloni L., Carano G., Inghilesi A.F., Tricarico E. & Gherardi F. (2011). The indigenous crayfish *Austroptamobius pallipes* complex in a national park of Central Italy. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems (2011) 401:24-36.
- McMahon B.R. (1986). The adaptable crayfish: mechanisms of physiological adaptation. Freshwater Crayfish, 6: 59-74.
- Mills B.J., Morrissy N.M. & Huner J.V. (1994). Cultivation of freshwater crayfishes in Australia. In: Huner J.V. (ed.), Freshwater crayfish aquaculture in North America, Europe and Australia. New York: The Haworth Press, Inc.
- Moorhouse T.P. & Macdonald D.W. (2011). Immigration rates of signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) in response to manual control measures. Freshwater Biology, 56: 993-1001.
- Moyle P.B. & Light T. (1996). Biological invasions of fresh water: empirical rules and assembly theory. Biol Conserv 78: 149-161.
- Muir D.C.G., Rawn G.P., Townsend B.E., Lockhart W.L. & Greenhalgh R. (1985). Bioconcentration of cypermethrin, deltamethrin, fenvalerate and permethrin by *Chironomus tentans* larvae in sediment and water. Environ. Toxicol. Chem., 4: 51-61.
- Mukhopadhyay P., Mishra R., Rana D. & Kundu P.P. (2012). Strategies for effective oral insulin delivery with modified chitosan nanoparticles: A review. Progress in Polymer Science, 37: 1457-1475.
- Muncy R.J. & Oliver, Jr A.D. (1963). Toxicity of ten insecticides to the red crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard). Trans. Am. Fish. Soc., 92: 428-431.

- National Research Council of Canada 1986. Pyrethroids: Their effects on aquatic and terrestrial ecosystems. Publ. No. 24376. National Research Council of Canada, Ottawa, Ontario. 85
- Nyström P. (1999). Ecological impact of introduced and native crayfish on freshwater communities: European perspectives. In: Gherardi F. & Holdich D.M. (eds) Crayfish in Europe as alien species. How to make the best of a bad situation? A. A. Balkema, Rotterdam, The Netherlands, pp 63–84
- Nyström P., Brönmark C. & Granéli W. (1996). Patterns in benthic food webs: a role for omnivorous crayfish? *Freshwater Biology*, 36: 631-646.
- O’Keffe C. (1986) The ecology of two populations of freshwater crayfish *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) in Ireland. Ph.D. Thesis, department of Zoology, University of Dublin, 254 p.
- Occhipinti-Ambrogi A, Savini D, Cowx IG, Copp GH, Nunn AD. 2008. Analysis of drivers of the use of introduced species and dispersal mechanisms from aquaculture related activities. Report to EC, 26 pp. Disponibile su <http://www2.hull.ac.uk/science/biology/research/hifi/impasse/documents.aspx>
- Pyšek P, Hulme PE, Nentwig W. 2009. Glossary of the Main Technical Terms Used in the Handbook. In: DAISIE, Handbook of Alien Species in Europe, Springer Science + Business Media B.V., pp 375-379.
- Ohkawa H.R., Kikuchi R. & Miyamoto J. (1980). Bioaccumulation and biodegradation of the (S) acid isomer of fenvalerate (Sumiciden) in an aquatic model ecosystem. *J. Pest. Sci.*, 5: 11-22.
- Ollivaux C., Gallois D., Amiche M., Boscameric M. & Soyeux D. (2009). Molecular and cellular specificity of post-translational aminoacyl isomerization in the crustacean hyperglycaemic hormone family. *FEBS Journal*, 276: 4790-4802.
- Parlamento Europeo (2000) Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. 2000/60/EC. Official Journal, OJ L 327: 1-82.
- Peay S. & Hiley P.D. (2001). Eradication of Alien Crayfish. Phase II. Environment Agency Technical Report W1-037/TR1, Environment Agency, Bristol, UK, pp. 118.
- Peay S. (2003). Monitoring the White-clawed Crayfish *Austropotamobius pallipes*. Conserving Natura 2000 Rivers Monitoring Series No. 1, English Nature, Peterborough.
- Peay S. (2009). Invasive non-indigenous crayfish species in Europe: Recommendations on managing them. *Knowl. Managt. Aquatic. Ecosyst.*, 394–395. DOI: 10.1051/kmae/2010009.
- Peay S., Hiley P.D., Collen P. & Martin I. (2006). Biocide treatment of ponds in Scotland to eradicate signal crayfish. *Bull Fr Pêche Piscic*, 380–381: 1363-1379.
- Pedigo L.P. (1989). Entomology and pest management. New York: Macmillan Publishing Co.
- Perrow M., Leeming D., England J. & Tomlinson M. (2007). Life after low flow – ecological recovery of the River Misbourne. *Brit Wildl*, 18: 335-346.

- Poff N.L., Sykes M.T., Walker B.H., Walker M. & Wall D.H. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287: 1770-1774.
- Porciani S., Lanini A., Balzi M., Faraoni P. & Becciolini A. (2001). Polyamines as biochemical indicators of radiation injury. *Physica Medica*, 17: 187-188.
- Rabeni C.F. (1992). Trophic linkage between stream centrarchids and their crayfish prey. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49: 1714-1721.
- Rach J.J. & Bills T.D. (1989). Crayfish control with traps and largemouth bass. *Prog. Fish-Culturist*, 51: 157-160.
- Ray J. & Stevens V. (1970). Using BAYTEX to control crayfish in ponds. *Prog. Fish-Culturist*, 32: 58-60.
- Renai B., Bertocchi S., Brusconi S., Gherardi F., Grandjean F., Lebboroni M., Parinet B., Souty-Grosset C. & Trouilhé M.C. (2006). Ecological characterisation of streams in Tuscany (Italy) for the management of the threatened crayfish *Austropotamobius pallipes* complex. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 380-381: 1095-1114.
- Retnakaram A. (1970). Preliminary results of radiation induced sterility of the male spruce budworm. *Res. Notes.*, 26: 13-14.
- Reynolds, J.D., O'Connor, W., O'Keeffe, C. & Lynn, D. (2010). A technical manual for monitoring white-clawed crayfish *Austropotamobius pallipes* in Irish lakes. *Irish Wildlife Manuals*, No 45, National Parks and Wildlife Service, Department of the Environment, Heritage and Local Government, Dublin
- Ribbens J.C.H. & Graham J.L. (2004). Strategy for the containment and possible eradication of American signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) in the River Dee catchment and Skyre
- Rickett J.D. (1974). Trophic relationships involving crayfish of the genus *Orconectes* in experimental ponds. *Prog. Fish-Culturist*, 36: 207-211.
- Robinson A. (1989). Genetic sexing methods in the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann). In: Robinson A. & Hooper G. (eds.), *Fruit Flies. Their Biology, Natural Enemies and Control*. Elsevier, Amsterdam, pp. 57-65.
- Robinson A., Franz G. & Fisher K. (1999). Genetic sexing strains in the medfly, *Ceratitis capitata*: Development, mass rearing and field application. *Trends Ent.*, 2: 81-104.
- Roell M.J. & Orth D.J. (1993). Trophic basis of production of stream-dwelling smallmouth bass, rock bass, and flathead catfish in relation to invertebrate bait harvest. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 122: 42-62.
- Rogers W.D. (1996). The impact of introduced species of crayfish in the British Isles. Unpublished PhD thesis, University of Nottingham, UK.

Rogers W.D., Holdich D.M. & Carter E. (1997). Crayfish Eradication. Report for English Nature, Peterborough, UK.

Roqueplo C., Laurent P.J. & Neveu A. (1995). *Procambarus clarkii* Girard (écrevisse rouge des marais de Louisiana). Synthèse sur les problèmes posés par cette espèce et sur les essais pour contrôler ses populations. *L'Astaciculteur de France*, 45: 2-17.

Saiki M.K. & Tash J.C. (1979). Use of cover and dispersal to reduce predation by largemouth bass. *Amer. Fish. Soc. Spec. Publ.*, 6: 44-48.

Sala O.E., Chapin F.S., III, Armesto J.J., Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R., Huber-Sanwald E., Huenneke L.F., Jackson R.B., Kinzig A., Leemans R., Lodge D.M., Mooney H.A., Oesterheld M.,

Saxena S.C. & Bakra P.P. (1978). Toxicity of pyrethrum to blue rock pigeon. *Pyrethrum Post*, 14: 47-48.

Schleen L.P., Christie G.C., Heinrich J.W., Bergstedt R.A., Young R.J., Morse T.J., Lavis D.S., Bills T.D., Johnson J.E. & Ebener M.P. (2003). Development and implementation of an integrated program for control of sea lampreys in the St. Marys River. *Journal of GreatLakes Research*, 29: 677-693.

Skurdal J. & Qvenild T. (1986). Growth, maturity and fecundity of *Astacus astacus* in Lake Steinsfjorden, S.E. Norway. *Freshwater Crayfish*, 6: 182-186.

Smith G.R.T., Learner M.A., Slater F.M. & Foster J. (1996). Habitats features important for the conservation of the native crayfish *Austropotamobius pallipes* in Britain. *Biological Conservation*, 75: 239-246.

Smith T.M. & Stratton G.W. (1986). Effects of synthetic pyrethroid insecticides on non-target organisms. *Residue Rev.*, 97: 93-120.

Smith V.J. & Söderhäll K. (1986). Crayfish pathology: an overview. *Freshwater Crayfish*, 6: 199-211.

Soller M. & Lanzrein B. (1996). Polydnavirus and venom of the egg-larval parasitoid *Chelonus inanitus* (Braconidae) induce developmental arrest in the prepupae of its host *Spodoptera littoralis* (Noctuidae). *J. Insect Physiol.*, 42: 471-481.

Spehar R.L., Tanner O.K. & Nordling B.R. (1983). Toxicity of the synthetic pyrethroids, permethrin and AC 222,705 and their accumulation in early life stages of fathead minnows and snails. *Aquat. Toxicol.*, 3: 171-182.

Stebbing P.D., Watson G.J., Bentley M.G., Fraser D., Jennings R., Rushton S.P. & Sibley P.J. (2004). Evaluation of the capacity of pheromones for control of invasive non-native crayfish. *English Nature Research Reports No. 578*, English Nature, Peterborough, UK

Svärdson G. (1948). Stunted crayfish populations in Sweden. *Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm*, 29: 135-144.

- Svärdson G. (1972). The predatory impact of eel (*Anguilla anguilla* L.) on populations of crayfish (*Astacus astacus* L.). Rep. Inst. Freshwat. Res. Drottningholm, 52: 149-191.
- Svärdson G., Fürst M. & Fjälling A. (1991). Population resilience of *Pacifastacus leniusculus* in Sweden. Finn. Fish. Res., 12: 165-177.
- Tan K.H. (2000). Area-wide control of fruit flies and other insect pests. Panerbit Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang, Malaysia.
- Thörnqvist P.O. & Söderhäll K. (1993). *Psorospermium haeckeli* and its interactions with the crayfish defence system. Aquaculture, 117: 205-213.
- Thune R.L., Hawke J.P. & Siebeling R.J. (1991). Vibriosis in the red swamp crayfish. J. Aquat. Anim. Hlth., 3: 188-191.
- Thurston R.V., Gilfoil T.A., Meyn E.L., Zajdei R.K., Aoki T.I. & Veith G.D. (1985). Comparative toxicity of ten organic chemicals to ten common aquatic species. Water Resources, 9: 1145-1155.
- Tothova A. & Marec F. (2001). Chromosomal principle of radiation-induced F1 sterility in *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). Genome, 44: 172-184.
- Twohey M.B., Heinrich J.W., Seelye J.G., Fredricks K.T., Bergstedt R.A., Kaye C.A., Scholefield R.J., McDonald R.B. & Christie G.C. (2003). The sterile-male-release technique in Great Lakes sea lamprey management. J. Great Lakes Res., 29: 410-423.
- Unestam T. (1975). Defence reactions in and susceptibility of Australian and New Guinean freshwater crayfish to European crayfish plague fungus. Aust. J. Exp. Med. Biol. Sci., 53: 349-359.
- Vreysen M.J.B. (2001). Principles of area-wide integrated tsetse fly control using the sterile insect technique. Med. Trop., 61: 397-411.
- Welcomme R.L. (1988). International introductions of inland aquatic species. FAO Fisheries Technical Paper 294. Rome: FAO.
- Westman K. (1991). The crayfish fishery in Finland – its past, present and future. Finn. Fish. Res., 12: 187-216.
- Westman K., Pursiainen M. & Vilkmann R. (1979). A new folding trap model which prevents crayfish from escaping. Freshwater Crayfish, 4: 235-242.
- Westman K., Pursiainen M. & Westman P. (1990). Status of crayfish stocks, fisheries, diseases and culture in Europe. Report of the FAO European Inland Fisheries Advisory Commission (EIFAC) Working Party on Crayfish. Finnish Game and Fisheries Research Institute Report no 3, 1990, Helsinki, Finland.
- Westman K., Sumari O. & Pursiainen M. (1978). Electric fishing in sampling crayfish. Freshwater Crayfish, 4: 251-255.

Woodwiss F.S. (1964). The biological system of stream classification used by the Trent River Board. *Chemistry and Industry*, 14:443-447.

Young B.A., Bryan M.B., Sower S.A. & Li W.M. (2004). The effect of chemosterilization on sex steroid production in male sea lampreys. *Transactions of the American Fisheries Society*, 133: 1270-1276.

Allegati

Allegato 1

SCHEDA MONITORAGGIO DECAPODI

Codice stazione

Data Ora Compilatore

Telefono Corso d'acqua

T acqua Tracce gamberi Foto Si No
(tane, resti, borre..)

se "No", specificare motivo: _____

Osservazioni (eventuali situazioni di pericolo o altro)

Specie 1				specie 2					
Pescata	<input type="text"/> 1	<input type="text"/> 2	<input type="text"/> 3	<input type="text"/> 4	Pescata	<input type="text"/> 1	<input type="text"/> 2	<input type="text"/> 3	<input type="text"/> 4
Tot. catturati	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Tot. catturati	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Metodo di cattura trappole a mano Scheda popolazione Si No

Osservazioni (presenza di altre specie, perdita/rottura trappole, tempo di campionamento o altro)

SCHEDA POPOLAZIONE
RARITY LIFE10 NAT/IT/000239

Codice stazione

Data

Compilatore

Telefono

pag.

Specie*

*= campi raccomandati

ID	Sesso* (M, F)	CL* (mm)	Chele (2, 1, 0)	Parassiti (Si, No)	Uova (Si, No)	Schiuse (Si, No)	Muta (Si, No)	Osservazioni
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								

Allegato 3

Codice stazione Data Ora Compilatore Parametri fisico-chimici: pH Temperatura acqua (°C) Conduttività ($\mu\text{S/cm}$) Ossigeno (mg/l) Corrente (m/s) Profondità (cm) Durezza carbonatica (mg/l) Alveo bagnato (m) Data Ora Compilatore Parametri fisico-chimici: pH Temperatura acqua (°C) Conduttività ($\mu\text{S/cm}$) Ossigeno (mg/l) Corrente (m/s) Profondità (cm) Durezza carbonatica (mg/l) Alveo bagnato (m) Data Ora Compilatore Parametri fisico-chimici: pH Temperatura acqua (°C) Conduttività ($\mu\text{S/cm}$) Ossigeno (mg/l) Corrente (m/s) Profondità (cm) Durezza carbonatica (mg/l) Alveo bagnato (m)

Allegato 4

SCHEDA CATTURE INTENSIVE di (indicare la specie)

Codice Stazione	
Specie	
Data	Compilatore
Numero trappole usate giornalmente	
Numero giorni di cattura (pescata)	
Numero esemplari catturati e rimossi	
Indicare altri animali catturati: _____	
Indicare dove sono stati conferiti/consegnati _____	
Indicare il contenuto dell'etichetta applicata al contenitore degli esemplari rimossi: _____	

Data
Pescata

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

Tot. catturati

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

se il sito è oggetto di sterilizzazione dei maschi (SMRT) specificare:

maschi steril. catturati											
maschi selez.*											
maschi scartati											
femmine											

* = selezionati per la sterilizzazione, cioè completi di chela e zampe e con cefalotorace > 4 cm.