P.O. FEAMP 2014-2020
Misura 1.40

Progetto

"Messa a punto di soluzioni innovative finalizzate alla conservazione delle risorse biologiche in aree nursery quali le zone umide costiere - Lago di Caprolace – Parco Nazionale del Circeo (LT)"

(Cod. prog. 8/RBC/17/LA)

Relazione Finale

Dr. Arciprete Roberto
Iscritto all'Ordine dei Biologi

Il Presidente dell'AGCI Agrital
Dr. Giampaolo Buonfiglio

Luglio 2020

Hanno collaborato al progetto:

Associazione Generale delle Cooperative Italiane

Settore Agro Ittico e Alimentare

AGCI AGRITAL

Giampaolo Buonfiglio

Roberto Arciprete

Addolorata Maglie

Istituto di ricerca

Agricoltura Gestione Ittica S.c. a r.l.

A.GE.I. soc. coop.

Massimo Rampacci

Andrea Fusari

Roberto D'Ambra

Ringraziamenti

Si ringrazia il personale dell'Ente Parco Nazionale del Circeo per la disponibilità e l'assistenza prestata nel corso della pianificazione e svolgimento degli interventi.

Si ringrazia il personale del Reparto Carabinieri Biodiversità di Fogliano per l'assistenza ed il supporto forniti nello svolgimento delle attività.

Indice

Introduzione 4
2 Localizzazione del progetto 5
3 Obiettivi del progetto 7
4 Descrizione delle attività 8
4.1 Coordinamento delle attività 8
4.2 Realizzazione di zone di protezione lungo il canale di marea 9
4.2.1 Caratteristiche del canale di marea 9
4.2.2 Descrizione della soluzione adottata per la realizzazione di aree rifugio 11
4.2.3 Valutazione dell'efficacia del sistema adottato 15
4.2.4 Risultati del monitoraggio 18
4.2.5 Discussione 19
4.3 Azioni di minimizzazione della predazione con azioni di pesca selettiva 20
4.3.1 Risultati delle azioni di pesca 21
4.3.2 Discussione 24
5 Conclusioni 25
6 Divulgazione 26
Bibliografia 28
Allegati ..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**
Allegato 1 – Comunicazione all'Ente Parco Nazionale del Circeo
Allegato 2 – Valutazione dell'Ente Parco agli interventi previsti dal progetto
Allegato 3 – Verbale di fine progetto
Allegato 4 – Opuscolo divulgativo
Allegato 5 – Poster relativo il progetto

Introduzione

Le lagune e gli stagni costieri salmastri sono costituiti generalmente da bacini costieri separati dal mare da cordoni dunali, comunicanti con il mare attraverso uno o più canali o foci che garantiscono lo scambio idrico.

Questi ambienti di transizione svolgono un ruolo importante come *nursery*, offrendo cibo e riparo per le fasi larvali, giovanili e adulte di numerose specie ittiche marine. Proprio la possibilità di trovare aree di rifugio e la grande ricchezza trofica che caratterizza gli ambienti umidi sono i fattori che determinano la presenza di una elevata biodiversità di uccelli e di organismi acquatici eurialini, tra cui i giovanili di numerose specie ittiche marine che trascorrono nelle lagune costiere parte del loro ciclo vitale.

Sono ambienti che in assenza di opportuni interventi idraulici, che garantiscono una comunicazione costante con il mare ed una regolazione delle acque dolci, tendono ad imbonirsi o ad essere erosi e quindi a scomparire. Di particolare importanza è il ruolo dei canali di comunicazione con il mare, sia nel mantenimento di condizioni ambientali ottimali grazie allo scambio mare-laguna, sia nel reclutamento naturale di giovanili ed adulti di numerose specie ittiche marine. Essi, pertanto, rappresentano un passaggio obbligato per tutti gli organismi acquatici che svolgono migrazioni tra il mare e gli ambienti umidi ed è fondamentale garantirne l'efficienza in termini idraulici, e la rimozione di eventuali ostacoli che possano ridurre i flussi di migrazione.

Fig. 1 – Novellame di Mugilidi (*Chelon labrosus*)

La colonizzazione degli ambienti umidi costieri da parte di diversi organismi marini eurialini, può avvenire già dalla fase uovo-larva, caratterizzata da un movimento passivo, indotto dalle correnti di marea, oppure allo stadio di avannotti (fig. 1), giovani pesci simili agli adulti ed attivi nel nuoto, che penetrano nelle acque interne costiere a gruppi più o meno numerosi.

La migrazione di avannotti dal mare viene chiamata "montata" o "rimonta" e rappresenta un fenomeno numericamente importante soprattutto durante i mesi primaverili. Dopo un periodo di accrescimento più o meno lungo nelle aree di *nursery* costiere, i subadulti o adulti di queste specie eurialine possono migrare in mare per completare il loro ciclo biologico e riprodursi. Appartengono a questo gruppo diverse specie di Mugilidi (*Mugil cephalus*, *Liza ramada*, *L. aurata*, *L. saliens*, *Chelon labrosus*), l'orata (*Sparus aurata*) e la spigola o branzino (*Dicentrarchus labrax*). Caso particolare è rappresentato dall'anguilla europea (*Anguilla anguilla*), che ha un ciclo biologico particolare. Questa specie migratrice catadroma, infatti, penetra nelle

acque interne nel periodo invernale, allo stadio di ceca, e dopo un periodo di accrescimento torna al mare per raggiungere il sito riproduttivo del Mar dei Sargassi nell'Oceano Atlantico.

La migrazione del novellame avviene per ciascuna specie in tempi limitati, differenziati tra loro in funzione del periodo riproduttivo. Tali periodi possono variare sensibilmente nelle diverse aree mediterranee, in funzione delle condizioni climatiche locali, determinando pertanto forti oscillazioni numeriche dei contingenti tra una stagione e l'altra.

Come accennato in precedenza, il ritorno all'ambiente marino, fase di "smontata", avviene sia per motivi riproduttivi, sia per sfuggire ai mutamenti climatici invernali che condizionano le acque degli ambienti umidi (basse temperature, riduzione della salinità, ecc.). Tale comportamento è stato storicamente sfruttato dall'uomo che stagionalmente approntava sistemi di cattura lungo i canali di marea che, nella moderna gestione valliva o lagunare, prevede la realizzazione di opere di cattura fisse quali il lavoriero (fig. 2).

Fig. 2 – Raccolta di pesce catturato al lavoriero

2 Localizzazione del progetto

Il Lago di Caprolace, assieme ai laghi di Fogliano e Monaci (fig. 3), ricade nell'ambiente umido del comprensorio di Fogliano che copre circa 1.100 ettari ed è gestito dall'Ente Parco Nazionale del Circeo, unitamente con il Reparto Carabinieri Biodiversità di Fogliano, mentre il lago di Sabaudia, pur essendo localizzato all'interno dei confini del Parco Nazionale del Circeo, è proprietà privata sin dal 1882.

Tutta la zona dei Laghi Pontini è un'area ad elevato valore naturalistico, dichiarata con D.M. del 16-1-1978 "zona umida di valore internazionale", secondo la convenzione di Ramsar per la protezione delle zone umide.

Le aree del Parco, inoltre, ricadono tra quelle incluse nella Rete Natura 2000, costituite da Zone di Protezione Speciale (ZPS) e Siti di Importanza Comunitaria (SIC), individuati sulla base della presenza di specie animali, vegetali e habitat tutelati dalle Direttive comunitarie 79/409/CEE "Uccelli", sostituita dalla Direttiva 2009/147/CE, e 92/43/CEE "Habitat".

L'area interessata dai Laghi Pontini in passato era caratterizzata da estese paludi, ed è stata oggetto di ripetuti interventi di bonifica che hanno ovviamente interessato anche i laghi costieri, che furono dragati, artificializzati lungo le sponde e rettificati nel perimetro determinandone la forma e superficie attuale.

Fig. 3 – I Laghi Pontini di Fogliano, Monaci e Caprolace. (*Google Earth*)

Gli interventi di arginatura e modificazione degli scambi idrici, in particolare la deviazione ed interruzione dei flussi di acque superficiali per tutelare il Lago di Caprolace dagli apporti inquinanti, ne hanno profondamente alterato il chimismo e le caratteristiche idrodinamiche (Prato et Al., 2009); di conseguenza si è osservata una progressiva marinizzazione dell'ambiente, con un innalzamento della concentrazione salina nelle acque che in alcuni periodi raggiunge o supera quella marina (Ardizzone et Al., 1985).

Il Lago di Caprolace (fig. 4) si estende parallelamente alla costa, ha una superficie di circa 229 ettari e una profondità media di circa 1,7 metri, con salinità variabile tra 32,6 e 44 PSU. La laguna, prima degli interventi di bonifica, non presentava una comunicazione con il mare, solo in seguito ai lavori di bonifica lo scambio con il mare è stato assicurato mediante due foci, chiamate S. Nicolò e il Canale della Lavorazione, di cui la principale (fig 4, b), sempre aperta, presenta strutture fisse sia per il controllo dei flussi idrici (paratoia), sia per la pesca (lavoriero).

a – Il Lago di Caprolace (*Google Earth*)

b – Il canale di marea del Lago di Caprolace (*Google Earth*)

Fig. 4 – Il Lago di Caprolace ed il canale di marea

3 Obiettivi del progetto

Il reclutamento degli stadi giovanili di diverse specie ittiche che colonizzano gli ambienti di transizione è rilevante ai fini del mantenimento della biodiversità della laguna ma anche per quella marina. La maggior parte delle specie eurialine che colonizzano la laguna, infatti, tornano al mare per la riproduzione o per migrazioni determinate dai cambiamenti climatici stagionali, rappresentando anche una risorsa per la pesca.

La strategia gestionale dell'Ente Parco, che ha escluso le tradizionali attività di pesca con i lavorieri da oltre un decennio, se da un lato permette agli organismi acquatici il libero transito tra mare e ambiente umido, dall'altro ha favorito la presenza di specie ittiche predatrici opportuniste, quale la spigola (*Dicentrarchus labrax*), che oltre a colonizzare l'ambiente lagunare staziona numerosa, con individui di differente taglia, in diversi punti del canale di marea per gran parte dell'anno (fig. 5).

a - Spigole adulte in prossimità della paratoia

b - Spigole subadulte lungo la sponda

Fig. 5 - Spigole che stazionano lungo il canale di marea

Il ripetersi di eventi di predazione lungo il canale di marea, osservati da ricercatori e dal personale del Reparto Carabinieri Biodiversità di Fogliano nel corso di attività di monitoraggio e controllo, riconducibili a singoli individui o piccoli gruppi di spigole nei confronti di giovani Mugilidi nella fase di reclutamento, sono alla base del progetto dal titolo "Messa a punto di soluzioni innovative finalizzate alla conservazione delle risorse biologiche in aree nursery quali le zone umide costiere - Lago di Caprolace - Parco Nazionale del Circeo (LT)", presentata nell'ambito della Misura 1.40 "Protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi marini e dei regimi di compensazione nell'ambito di attività di pesca sostenibili" - PO FEAMP 2014-2020.

Il progetto, infatti, ha perseguito l'obiettivo di aumentare la sopravvivenza dei giovanili di specie ittiche nella fase di reclutamento attraverso due azioni:

a) sperimentare e verificare l'efficacia di aree rifugio lungo i canali di marea;
b) verificare la possibilità di mettere a punto un protocollo di pesca selettiva indirizzato a ridurre il numero di predatori lungo il canale di marea.

Considerata la complessità del programma il progetto ha previsto la partecipazione di ricercatori afferenti ad un Istituto di ricerca riconosciuto dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, l'A.GE.I. soc. coop., che hanno svolto le attività in collaborazione e la supervisione del personale dell'Ente Parco Nazionale del Circeo e del Reparto Carabinieri Biodiversità di Fogliano.

4 Descrizione delle attività

Il progetto ha previsto la messa a punto di un sistema di protezione del novellame ed altri stadi giovanili di specie ittiche nella fase di reclutamento lungo il canale di marea del Lago di Caprolace.

Tenuto conto dell'ambito territoriale nel quale è stato svolto il progetto le attività sono state coordinate da personale dell'AGCI Agrital e svolte in collaborazione tra i ricercatori dell'A.GE.I. soc. coop., ed il personale dell'Ente Parco Nazionale del Circeo e del Reparto Carabinieri Biodiversità di Fogliano.
Le azioni attuate, in particolare, hanno previsto l'esecuzione dei Work Packages seguenti:

WP2 Indagini e monitoraggio dell'efficienza di zone di rifugio realizzate secondo diverse soluzioni
- wp2a1 Realizzazione di zone di protezione lungo il canale di marea
- wp2a2 Monitoraggio per valutare l'efficienza delle zone rifugio

WP3 Messa a punto di un protocollo per la pesca selettiva di specie ittiche predatrici lungo il canale di marea

WP4 Analisi dei campioni biologici ed elaborazione dei dati
- Wp4a1 Analisi dei campioni biologici
- Wp4a2 Elaborazione ed analisi dei dati

Nei paragrafi successivi sono descritte nel dettaglio le attività svolte ed i risultati conseguiti.

4.1 Coordinamento delle attività

Sulla base della natura ed articolazione delle azioni il progetto ha considerato un coordinamento svolto del personale dell'AGCI Agrital, per l'espletamento delle seguenti attività:
- ✓ Predisposizione e verifica degli aspetti contrattuali;
- ✓ Formalizzazione degli accordi, verifica delle esigenze tecnico-amministrative ed autorizzative per l'esecuzione delle attività, curando la parte di comunicazione con il Parco (vedi allegati 1, 2 e 3);
- ✓ Partecipazione alle fasi di identificazione delle soluzioni per la realizzazione delle aree rifugio oggetto di specifica autorizzazione (allegato 2),
- ✓ Monitoraggio delle attività.

Le attività di coordinamento sono state condotte dal personale coinvolto (tab. 1) nel corso dell'intera durata del progetto.

Tab. 1 – Personale dipendente coinvolto nelle attività di indagine

Nome e Cognome	n. ore
Giampaolo Buonfiglio	526

4.2 Realizzazione di zone di protezione lungo il canale di marea

4.2.1 Caratteristiche del canale di marea

Il canale di marea principale del Lago di Caprolace (fig. 6) è lungo circa 250 m, ha un percorso rettilineo che taglia la duna costiera e sottopassa la strada litoranea ed ha una larghezza variabile.

La profondità del canale è determinata dallo stato di insabbiamento cui è soggetto e dai periodici interventi di dragaggio, essa è maggiore, circa 2 metri, solo in due fosse create dai flussi di marea in corrispondenza delle opere di regimazione idraulica.

Esso, infatti, presenta una paratoia a due luci, azionata dal personale del Reparto Carabinieri Biodiversità di Fogliano, per controllare gli scambi idrici e per evitare il trasporto di sabbia verso la zona più interna durante le mareggiate, e strutture fisse per la pesca realizzate in calcestruzzo armato (lavoriero).

A causa degli interventi di stabilizzazione delle sponde e del costante apporto di sedimenti il corso d'acqua risulta poco profondo, ad eccezione di due fosse ubicate prima e dopo il basamento in calcestruzzo della paratoia, e non offre ripari agli organismi acquatici che lo percorrono durante la migrazione tra mare e laguna.

In relazione alla conformazione delle sponde, alla distanza dal mare, ed alla presenza di opere per la regolamentazione dei flussi idraulici il canale di marea presenta una diversa esposizione al moto ondoso ed è possibile suddividerlo in tre diversi segmenti come descritto in tab. 2 ed illustrato in fig. 6.

Tabella 2 – Caratteristiche dei diversi tratti del canale di Marea del Lago di Caprolace.

Segmento	Tratto di canale	Caratteristiche
a	tratto esterno che va dalla foce alla strada litoranea (fig. 6 e fig. 7)	ha una lunghezza di circa 90 m ed una larghezza di circa 8 m, è caratterizzato da sponde verticali in calcestruzzo armato ed è la parte del canale più esposta alle mareggiate;
b	tratto intermedio che va dalla strada litoranea alla paratoia (fig. 6 e fig. 8)	ha una lunghezza di circa 60 m ed una larghezza di circa 20 m, caratterizzato da sponde inclinate in pietra e risente parzialmente del moto ondoso provocato dalle mareggiate;
c	tratto interno che va dalla paratoia al lavoriero (fig. 6 e fig. 9)	ha una lunghezza di circa 90 m ed una larghezza di circa 18 m presenta sponde inclinate in pietra e non risente del moto ondoso in quanto la paratoia a due luci viene chiusa durante le mareggiate, al fine di proteggere le strutture fisse per la pesca ed evitare l'insabbiamento.

Fig. 6 - Canale di marea del Lago di Caprolace

Fig. 7 - Tratto a), tra la foce e la strada litoranea

Fig. 8 – Tratto b), tra la strada litoranea e la paratoia

Fig. 9 – Tratto c), tra la paratoia ed il lavoriero

4.2.2 Descrizione della soluzione adottata per la realizzazione di aree rifugio

Data l'importanza dell'area considerata e della valenza ambientale della zona lagunare, nella identificazione degli interventi è stata posta particolare attenzione ai loro potenziali impatti. Ciò ha richiesto una stretta collaborazione tra i ricercatori dell'A.GE.I. soc. coop. ed il personale dell'Ente Parco e del Reparto Carabinieri Biodiversità di Fogliano nelle valutazioni di diverse soluzioni tecniche.

L'attività ha considerato la possibilità di realizzare le zone rifugio con materiali, forme e disposizione differenti, al fine di valutare quella con maggiore efficacia.
Gli elementi considerati, alla base delle proposte per la creazione di aree rifugio, hanno tenuto conto di due fattori principali:

a) Le caratteristiche del canale di marea del Lago di Caprolace,
   che ha una diversa esposizione alle mareggiate a seconda della distanza dal mare e della presenza di opere di regimazione idraulica, inoltre, presenta sponde artificiali ed interessato da processi di insabbiamento per l'intera lunghezza;

b) Il comportamento dei giovanili nella fase di reclutamento,
   durante la migrazione nelle acque interne il novellame ed i giovanili di molte specie ittiche costeggiano le sponde dei canali e delle zone di foce di fiumi, dove la presenza di scogli, radici, piante acquatiche, ecc., offrono aree di rifugio nel caso di atti di predazione.

Questi elementi hanno determinato sia il tratto di canale interessato dagli interventi, che i presupposti tecnici delle opere.

Per ragioni di sicurezza, infatti, è stato stabilito di realizzare le aree di rifugio nella parte più interna del canale di marea (fig. 6, tratto c). Ciò per evitare che i materiali utilizzati per la creazione di aree rifugio potessero essere disancorati durante le mareggiate ed essere trasportati in mare, costituendo un pericolo per la navigazione o un intralcio ai fruitori delle spiagge, oppure costituire un potenziale impedimento al corretto funzionamento della paratoia.

I presupposti per la scelta dei materiali e la struttura dell'area rifugio hanno poi tenuto conto di ulteriori limiti, che hanno considerato il potenziale impatto ambientale e aspetti di ordine gestionale, quali:

a) avere un basso impatto visivo;
b) avere un basso impatto sulla circolazione idrica;
c) evitare di costituire un'afferratura per materiali plastici di varia natura (bottiglie, buste), rami, ecc. trasportati dai flussi idrici generati dalle maree;
d) evitare la cattura, anche accidentale, di specie ittiche o dell'avifauna;
e) avere un basso impegno gestionale;
f) essere facilmente removibile.

Tali prescrizioni hanno portato a modificare quanto ipotizzato inizialmente, riguardo i materiali per la realizzazione delle zone rifugio, che prevedeva l'uso di materiali di origine vegetale, tipo fascine, recuperati durante gli interventi potatura operati del personale all'interno del Parco Nazionale del Circeo, in quanto non garantivano il rispetto delle disposizioni.

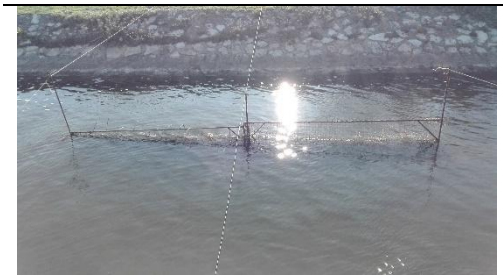
Tenendo conto di quanto indicato precedentemente la soluzione tecnica è stata orientata alla creazione di un "corridoio" parallelo alla riva, attraverso l'installazione di strutture che potessero costituire sia un riparo

dalla predazione di specie ittiche ed uccelli ittiofagi, che una barriera selettiva che consentisse il passaggio dei soli stadi giovanili.

Le attività sperimentali in campo sono state precedute da una fase autorizzativa, nella quale i ricercatori dell'A.GE.I soc. coop. hanno collaborato con il personale dell'Ente Parco, per la elaborazione di uno Studio di Incidenza che l'Ente Parco ha presentato all'Autorità competente.

In base all'idea progettuale nel corso del progetto sono state sperimentate diverse soluzioni per la realizzazione delle aree rifugio, fino a perfezionare quella adottata sull'intera lunghezza della sponda destra del canale. Nel corso del programma sono testate diverse soluzioni, le principali sono illustrate e descritte sinteticamente in tab. 3.

Tab. 3 – Soluzione adottate per la realizzazione di aree rifugio lungo il canale di marea

Strutture realizzate	Limiti riscontrati
 Fig. 10 - Pannelli in acciaio e rete plastica supportati da pali infissi su fondale.	Scarsa adattabilità al fondale quando non uniforme. Scarsa stabilità, è stato necessario prevedere dei tiranti in treccia di nylon per mantenerli in verticale a causa della scarsa tenuta dei pali di supporto sul fondale sabbioso. Intensa ossidazione del metallo. Difficoltà e tempi elevati per l'installazione. Visibilità del pannello.
Fig. 11 - Pannelli autoportanti in acciaio e rete plastica.	Scarsa adattabilità al fondale quando non uniforme. Peso della struttura che rende difficile la posa in opera. Tempi di posa in opera elevati. Costo elevato per la realizzazione. Intensa ossidazione del metallo. Visibilità del pannello e dei supporti.
Fig. 12 - Cilindri in rete metallica plastificata.	Necessità di rendere più resistente il cilindro attraverso l'inserimento di cerchi in acciaio o materiale plastico, in particolare nei punti di ancoraggio. Difficoltà nella posa in opera nel caso di cilindri di lunghezza elevata, che determinano un aumento del peso della struttura.

Il lavoro sperimentale svolto nel corso del progetto ha permesso di perfezionare la soluzione realizzata sull'intera lunghezza della sponda destra del canale, che consiste in un cilindro in rete (fig. 12), ancorato parallelamente e ad una distanza di circa 50 cm dalla sponda, come mostrato nella figura 13 dove sono schematizzate le differenti fasi di realizzazione.

Per la realizzazione del sistema sono stati utilizzati materiali di facile reperimento sul mercato, costituiti da rotoli di rete metallica plastificata, con un'altezza di 200 cm ed una maglia di 10 mm. La rete metallica una volta distesa a terra è stata piegata ad arco per formare un cilindro con un diametro di circa 60 cm, sovrapponendo i bordi e legandoli con semplici fascette di cablaggio. Man mano che si è proceduto alla realizzazione del cilindro sono stati inseriti anelli di rinforzo in materiale plastico, al fine di renderlo più resistente alla trazione nel punto di ancoraggio e ridurne la deformazione. Il cilindro in rete una volta completato è stato posizionato lungo la sponda ed ancorato sulla riva attraverso spezzoni di treccia in nylon dello spessore di 3 mm. La distanza dalla riva è stata determinata per garantire la sommersione del cilindro nella fase di alta marea e dalla conformazione del fondale.

	a) Rete metallica plastificata curvata per formare un cilindro in rete
	b) Inserimento di anelli di rinforzo in materiale plastico
	c) Cilindro in rete ultimato e pronto per essere posizionato nel canale
	d) Ancoraggio del cilindro in rete sulle sponde durante la bassa marea
	e) Zona rifugio completata lungo la sponda destra del canale di marea durante l'alta marea

Fig. 12 – Fasi di realizzazione dell'area rifugio lungo la sponda destra del canale di marea.

4.2.3 Valutazione dell'efficacia del sistema adottato

Come previsto dal progetto Successivamente alla realizzazione dell'area rifugio è stato avviato un monitoraggio con lo scopo di verificare l'efficacia della soluzione adottata e per correggere eventuali criticità.

Il monitoraggio ha previsto sia valutazioni quantitative, che stime numeriche sul reclutamento svolte con la tecnica del *Visual census*.

Il monitoraggio quantitativo è stato condotto secondo il protocollo scientifico di progetto, attraverso la verifica delle catture di giovanili sulle due sponde del canale. Tale metodologia ha richiesto l'installazione di n. 2 bertovelli per la pesca delle ceche di anguilla (maglia del sacco di 2 mm), uno per sponda (fig. 13), posizionati al termine del canale, verso la laguna, per intercettare i flussi di reclutamento.

Durante il periodo di monitoraggio i bertovelli sono stati mantenuti in pesca per 24 ore, quindi controllati giornalmente per la registrazione di eventuali catture di giovanili di differenti specie ittiche (fig. 14). Un sub campione di giovanili è stato analizzato in laboratorio per il riconoscimento della specie.

Come accennato in precedenza, tutte le operazioni sono state svolte in collaborazione e sotto la supervisione del personale dell'Ente Parco e del Reparto Carabinieri Biodiversità di Fogliano (fig. 15).

Le attività, condizionate sia dalle condizioni meteo-marine, che dalle restrizioni sugli spostamenti dovuti al COVID 19, sono state svolte nei mesi di marzo e maggio 2020, per un totale di due settimane corrispondenti a n. 12 giorni di rilevamento, come illustrato in tab. 3.

Tab. 3 – Risultati del monitoraggio

Giorni	Marzo		Subtotale	Maggio		Subtotale
	Sponda dx	Sponda sin		Sponda dx	Sponda sin	
6				36	0	36
7				23	0	23
8				9	0	9
9	153	20	173			
10	212	41	253			
11	5	2	7			
12	10	0	10			
13	34	0	34	2	0	2
14				5	0	5
21				15	0	15
22				24	0	24
Totale	414	63	477	114	0	114

a) Bertovello ubicato sulla sponda destra, attrezzata con area rifugio

b) Bertovello ubicato sulla sponda sinistra, priva di aree rifugio

Fig. 13 – Verifica quantitativa dei flussi di reclutamento attraverso l'uso di bertovelli

a) Svuotamento del bertovello

b) Controllo delle catture

Fig. 14 – Fasi di controllo delle catture di giovanili

Fig. 15 – Supervisione delle attività da parte del personale dell'Ente Parco Nazionale del Circeo

Durante l'esecuzione delle attività di monitoraggio è emersa l'esigenza di ampliare le attività di monitoraggio, ciò è stato motivato dal numero contenuto delle catture rispetto ai flussi di novellame osservati in fase di reclutamento.

Tenuto conto che ai fini della valutazione dell'efficacia del sistema adottato la stima dei flussi di migrazione era un aspetto rilevante, è stato stabilito di integrare le indagini previste dal protocollo scientifico con il *Visual census*.

Il *Visual census,* pratica normalmente utilizzata per censire la fauna ittica semplicemente con l'osservazione delle specie e la registrazione degli avvistamenti, è stata adattata agli scopi del progetto. La metodologia ha previsto che fossero svolti rilevamenti con il *Visual census*, finalizzati a stimare numericamente i contingenti di novellame presenti lungo le due sponde del canale, rispettando le seguenti condizioni:

1) che la paratoia fosse aperta;
2) che le osservazioni fossero eseguite durante le fasi di bassa marea, col flusso idrico in uscita dalla laguna;
3) che i transetti di monitoraggio corrispondessero alle due sponde del canale di marea comprese tra il lavoriero e la paratoia;
4) che fosse indicata la consistenza del numero di avannotti presenti lungo ciascuna delle sponde.

I dati rilevati nel corso dei monitoraggi sono stati registrati su schede e successivamente trasferiti su supporto informatico. Nella fig. 16 sono illustrate le diverse condizioni rilevate nel corso del *Visual census*. In tab. 4 sono riportate le stime dei contingenti di novellame rilevati nel corso del monitoraggio.

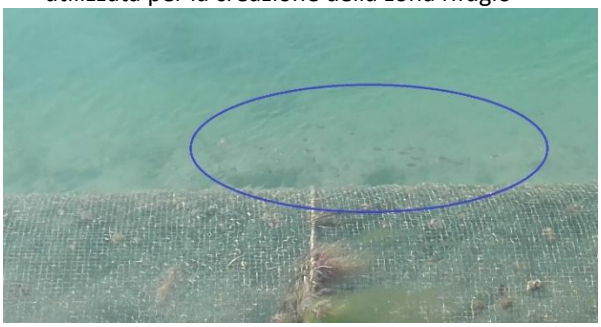
Tab. 4 – Stime dei contingenti di novellame nella fase di reclutamento

giorni	Mese					
	mar		mag		giu	
	riva dx	riva sin	riva dx	riva sin	riva dx	riva sin
6			2.500	40		
7			600	0		
8					200	0
9	3.000	60			120	0
10	2.000	120			250	0
11	4.500	40			350	0
12	1.000	0			150	0
13	800	5	1.200	10		
14			600	0		
21			800	0		
22			400	0	350	0
23					200	0
24					50	0
25					0	0
26					0	0
subtot	11.300	225	6.100	50	1.470	0

a) *Visual census* svolto dal personale del Reparto Carabinieri Biodiversità di Fogliano

b) Novellame di Mugilidi che costeggia la struttura utilizzata per la creazione della zona rifugio

c) Novellame presente nel corridoio creato tra il cilindro in rete e la sponda del canale



d) Giovani Sparidi in reclutamento all'esterno del cilindro in rete

Fig. 16 - *Visual census* dei contingenti di novellame e giovanili in reclutamento presso l'area rifugio

4.2.4 Risultati del monitoraggio

I dati raccolti nel corso del monitoraggio mostrano chiaramente l'effetto dell'area di rifugio realizzata sulla sponda destra del canale di marea. I flussi di reclutamento intercettati dai bertovelli posti in pesca sulle due sponde del canale nei mesi di marzo e maggio 2020 (tab. 5), mostrano che del totale di 591 individui rilevati, n. 528 avannotti, pari all'89,3% del totale, è stato catturato nell'attrezzo posto al termine della sponda destra interessata dalla zona rifugio.

Tabella 5 – Catture di giovanili di specie ittiche rilevate nel periodo di monitoraggio

Periodo di monitoraggio	Sponda destra	Sponda sinistra	Totale
Marzo	414	63	477
Maggio	114	0	114
Totale	528	63	591
% del totale	89,3	10,7	100

L'effetto attrattivo dell'area rifugio è confermato dai rilevamenti ottenuti con le osservazioni del *Visual census* svolto in diversi periodi nel corso del programma. Come illustrato nella tab. 6, infatti, i dati relativi al contingente numerico stimato indicano che circa il 99% delle presenze totali rilevate, pari a circa n. 18.870 individui, è stato osservato sulla sponda destra. Scarse o assenti sono le presenze di novellame lungo la sponda sinistra, complessivamente n. 275 per l'intero periodo.

Tabella 6 – Risultati sulle presenze di novellame rilevati con il *Visual census*

Mese	gg. di osservazione	Sponda destra	Sponda sinistra	Totale
Marzo	5	11.300	225	11.525
Maggio	6	6.100	50	6.150
Giugno	10	1.470	0	1.470
Totale	21	18.870	275	19.145
% del totale		98,6	1,4	100

I dati relativi le osservazioni sul campione biologico prelevato durante i monitoraggi hanno permesso l'identificazione di stadi giovanili di alcune delle specie ittiche, queste sono principalmente Mugilidi: *L. ramada, C. labrosus* e *L. saliens, L. aurata*, il latterino (*Atherina boyeri*) e a partire dal mese di maggio diverse specie di Sparidi.

Le osservazioni compiute durante il *Visual census*, inoltre, hanno evidenziato che il novellame in rimonta predilige costeggiare la parte esterna del cilindro in rete. Raramente i giovanili nuotano all'interno del cilindro di rete, che viene attraversato solo se spaventati. Anche nel corridoio interno, compreso tra il cilindro in rete e la sponda, è stata rilevata una bassa presenza di individui, principalmente durante le fasi di alta marea e nei punti con maggiore profondità. Tale comportamento spiega in parte la differenza tra il numero di individui stimato con il *Visual census* e le catture rilevate con i bertovelli. Il sistema di cattura posto al termine dell'area rifugio, infatti, era stato predisposto per intercettare esclusivamente i flussi di novellame nel tratto compreso tra il cilindro e la sponda.

4.2.5 Discussione

L'esperienza ha permesso di sperimentare diverse soluzioni per la realizzazione di aree rifugio lungo i canali di marea del Lago di Caprolace.

I presupposti di base per l'ideazione del sistema adottato hanno tenuto conto di alcuni aspetti condizionanti la scelta dei materiali e del sistema, limiti imposti sia dal contesto ambientale nel quale è stato svolto il progetto, rappresentato dal Parco Nazionale del Circeo, che dalla necessità di considerare criticità riconducibili ad aspetti sulla sicurezza ed alla funzionalità delle strutture per la gestione dei flussi idrici presenti lungo il canale.

La realizzazione delle aree rifugio, attraverso l'installazione di un cilindro in rete metallica plastificata posto parallelamente alla sponda del canale, oltre a rispondere ai criteri di compatibilità alla base delle scelte dei materiali e strutturali, presenta ulteriori vantaggi quali:

- ✓ semplicità realizzativa,
- ✓ facilità nell'installazione in quanto non necessita di zavorre, è sufficiente il peso della rete metallica per l'affondamento, mentre per l'ancoraggio alla sponda basta una treccia in nylon di pochi millimetri di spessore,
- ✓ parziale adattabilità alla conformazione delle sponde,
- ✓ stabilità nei cambi di marea;
- ✓ contenuti costi dei materiali di realizzazione e
- ✓ basso impegno di personale nella gestione e pulizia,

caratteristiche che rendo l'intervento facilmente replicabile in contesti acquatici simili o, se necessario, il ripristino delle condizioni ambientali *ex-ante* con la rapida rimozione dei materiali.

Le indagini svolte successivamente alla realizzazione delle aree rifugio, lungo la sponda destra del canale di marea del Lago di Caprolace, mostrano chiaramente la funzione di attrazione verso stadi giovanili di differenti specie ittiche eurialine nella fase di reclutamento.

I risultati dei monitoraggi pianificati in parallelo sulle due sponde del canale di marea, di cui la destra equipaggiata con la zona rifugio, rivolto ad intercettare i flussi di novellame in reclutamento, indicano chiaramente la funzionalità della zona rifugio, infatti, l'89% circa dei giovanili rilevati è stato catturato dal bertovello installato sulla sponda destra.

Questo risultato, inoltre, è confermato dalle stime numeriche dei flussi di novellame rilevato nel corso del *Visual census*, che indica come il 99% del totale stimato sia stato osservato lungo il cilindro in rete utilizzato quale area rifugio.

La creazione di aree rifugio lungo canali di marea al fine di ridurre la mortalità del novellame in reclutamento a causa della predazione, pertanto, risulta un elemento innovativo e funzionale, che può contribuire al superamento di limiti strutturali e gestionali che incidono sul successo delle attività migratorie delle principali specie ittiche eurialine.

4.3 Azioni di minimizzazione della predazione con azioni di pesca selettiva

Il programma ha previsto la messa a punto di protocolli di pesca selettiva, finalizzati a ridurre la predazione degli avannotti e giovanili ad opera di spigole ed altre specie ittiche predatrici che stazionano lungo il canale di marea del Lago di Caprolace.

Con tale intento nel corso del progetto sono state utilizzate diversi attrezzi da pesca, come descritto nella tabella 7 ed illustrato in fig. 17. Ciascuna esperienza è stata oggetto di replica ad eccezione della pesca notturna con reti da imbrocco, che ha richiesto il rilascio di una autorizzazione supplementare da parte delle Autorità del Parco.

Durante le esperienze sono stati raccolti dati utili a valutare l'efficacia dei sistemi di pesca adottati, attraverso il rilevamento dei dati quali-quantitativi sulle catture, il rilevamento dei principali caratteri biometrici di eventuali predatori e l'analisi in laboratorio dei loro contenuti stomacali.

Anche in questo caso tutte le operazioni sono state condotte dai ricercatori dell'Istituto di ricerca coinvolto nel progetto in collaborazione e sotto la supervisione del personale del Reparto Carabinieri Biodiversità di Fogliano.

Tabella 7 – Attrezzi e modalità di pesca selettiva svolti nel corso del progetto

Attrezzo da pesca	Modalità di pesca
palangaro	è stato predisposto un palangaro di 50 ami, armato con piombi e sugheri per pescare a diverse profondità fig. 17a. L'attrezzo è stato innescato con diverse esche quali: pesciolino morto, gamberetto, granchio. Il palangaro è stato calato nel tratto del canale compreso tra la paratoia ed il lavoriero con paratoia aperta ed in fase di alta marea. La prima prova ha mantenuto in pesca l'attrezzo per 24 h. Nel corso della replica si è stabilito di mantenerlo in pesca nella sola fase diurna onde evitare la cattura di altre specie predatrici quale l'anguilla.
bertovello	è stato installato un bertovello ubicato sul lato destro del canale in prossimità della paratoia (fig. 17b). Il bertovello è stato mantenuto in pesca per 12 h., con la paratoia chiusa, quindi salpato.
reti da imbrocco	sono state utilizzate n. 2 reti monofilamento della lunghezza di circa 150 m/cad., rispettivamente con maglia 35 mm e 40 mm. Le reti sono state calate nel tratto del canale compreso tra la paratoia ed il lavoriero (fig. 17 c e fig. 17d). Le reti sono state calate immediatamente dopo la chiusura della paratoia per evitare che la rete si ammassasse a causa della corrente. Le azioni di pesca sono state svolte in fasce orarie diverse: - h. 6,30 -11,00, - h. 5,00 -10,00.

4.3.1 Risultati delle azioni di pesca

Come previsto dal programma le attività rivolte a minimizzare la predazione di novellame e giovanili di specie ittiche lungo il canale di marea, dovuta in particolare alle spigole, ha considerato inizialmente l'uso del palangaro.
Tuttavia l'assenza di catture di spigola con questo attrezzo da pesca, sia nel corso del giorno che della notte, ha indirizzato verso l'utilizzo di altri strumenti di cattura meno selettivi, come descritto in precedenza.

Tutte le tecniche di pesca adottate nel corso della fase diurna non hanno rilevato catture di spigole.
La pesca con il palangaro nel corso della fase notturna non ha rilevato catture di spigole ma solo di n. 5 anguille, che sono state slamate e rilasciate il mattino successivo.

Le uniche catture di spigole sono da ricondurre alla posa di reti monofilamento calate poco prima dell'alba; nella tabella 8 sono riportati i valori dei principali parametri biometrici rilevati degli individui pescati (Fig. 18).

Tabella 8 – parametri biometrici delle spigole catturate nelle azioni di pesca con rete monofilamento

n.	Specie	Lunghezza (mm)	Peso (g)
1	*D. labrax*	26,4	243,0
2	*D. labrax*	28,0	268,0
3	*D. labrax*	30,7	286,0
4	*D. labrax*	31,2	345,0
5	*D. labrax*	32,0	274,0
6	*D. labrax*	35,4	524,0
7	*D. labrax*	53,4	1.730,0
8	*D. labrax*	56,0	1.680,0

a – Pesca con il palangaro

b - Pesca con il bertovello in prossimità della paratoia

c – Pesca con le reti nella fase diurna

d – Pesca con le reti nella fase notturna

Fig. 17 – Tecniche di pesca selettiva praticate nel corso del progetto

Agli individui di spigola catturati è stato rimosso immediatamente lo stomaco, che è stato fissato in una soluzione alcolica. In laboratorio gli stomaci sono stati svuotati ed il contenuto analizzato con uno stereomicroscopio binoculare, come illustrato nella tabella 9 ed illustrato in fig. 19.

I risultati delle analisi sui contenuti stomacali effettuate con l'osservazione al microscopio binoculare hanno considerato: l'indice di vacuità, inteso come percentuale di stomaco vuoto; l'identificazione del materiale ingerito al livello tassonomico più basso possibile in relazione al grado di digestione.

Tabella 9 – Contenuti stomacali delle spigole catturate

n.	Specie	Lunghezza (mm)	% vacuità	Contenuto
1	*D. labrax*	26,4	10	n. 1 pesce (n.i.), Ln. c.ca 30 mm
2	*D. labrax*	28,0	95	n. 2 Palemon sp., n. 2 anfipodi, n. 1 pesce (n.i.), Ln. c.ca 30 mm
3	*D. labrax*	30,7	100	n.2 pesci (n.i.), n. 1 Palemon sp.
4	*D. labrax*	31,2	30	n. 2 pesci (n.i.), n. 3 Isopodi
5	*D. labrax*	32,0	50	n. 1 pesce (Mugilidae), Ln. c.ca 30 mm, n. 1 granchio (Carcinus sp.) (F) Ln. c.ca 30 mm
6	*D. labrax*	35,4	30	n. 2 pesci (n.i.), Ln. c.ca 30 e 40 mm
7	*D. labrax*	53,4	90	n. 1 pesce (n.i.), Ln. c.ca 40 mm, n. 1 Palemon sp.
8	*D. labrax*	56,0	10	n. 5 granchi (Carcinus sp.): n.3 (F) Ln. c.ca 30 mm, n.1 (M) Ln. c.ca 50 mm

n.i. = non identificabile per l'elevato grado di digestione
sesso= (F) femmina; (M) maschio

Fig. 18 – Alcuni individui di spigola catturati lungo il canale di marea

Fig. 19 - Analisi dei contenuti stomacali

4.3.2 Discussione

L'esperienza condotta finalizzata alla messa a punto di un protocollo per ridurre la presenza di spigole lungo il canale di marea del Lago di Caprolace, ha evidenziato l'estrema difficoltà ed inefficacia delle diverse pratiche di pesca adottate.
Le scarse rese di pesca sono riconducibili a diversi fattori, quali:

- ✓ allo svolgimento delle attività nella fase diurna, dovuto alla necessità di condurre le azioni di pesca sotto la supervisione del personale del Reparto Carabinieri Biodiversità di Fogliano,
- ✓ alla necessità di chiudere la paratoia durante le fasi di pesca con le reti ed il bertovello, per evitare il trascinamento degli attrezzi dalla corrente,
- ✓ alla trasparenza dell'acqua che rende visibili i filati delle lenze e delle reti,
- ✓ alla presenza di una zona profonda, con fondo irregolare, in prossimità del basamento della paratoia,

ma soprattutto al comportamento della specie target che, quando allarmata, si arresta sul fondale e tende ad insabbiarsi.

Sulla base dei risultati ottenuti e considerando lo sforzo in mezzi e personale, pertanto, non sono prevedibili campagne di pesca con strumenti selettivi quale il palangaro, per il contenimento di specie ittiche predatrici lungo il canale di marea. Tuttavia, in futuro, escludendo la riattivazione del lavoriero, potrebbe essere opportuno effettuare prove con ulteriori attrezzi da pesca , quale la bilancia, che pur non rappresentando uno strumento selettivo consente di liberare il pesce evitando di danneggiarlo.

I risultati delle analisi compiute sui contenuti stomacali delle spigole catturate ha permesso l'identificazione di 5 diverse prede: n. 4 crostacei (anfipodi, isopodi, gamberetti e granchi), e pesci.

In accordo con quanto osservato da altri Autori (Pickett & Pawson, 1994; Rogdakis et al., 2010), si osserva un comportamento alimentare opportunistico a tutte le taglie, in base alla disponibilità di prede, con una prevalenza verso prede appartenenti all'epifauna, come gamberetti e granchi, e del necton come piccoli pesci.

In questo ambito, le informazioni relative alle abitudini alimentari della spigola rappresentano un primo dato utile per il confronto con eventuali studi futuri, rivolti a comprendere il ruolo trofico delle specie nell'ecosistema.

lo studio dell'ecologia trofica, infatti, è fondamentale e utile per la comprensione del ruolo funzionale delle diverse specie nel loro ecosistema, aspetto potenzialmente correlato anche ai cambiamenti climatici globali, che potrebbero interessare le abitudini delle specie lagunari esposte, più di altre, alla modifica dei parametri ambientali.

5 Conclusioni

Gli ambienti umidi costieri e le lagune sono ecosistemi complessi molto produttivi, caratterizzati da una notevole disponibilità trofica che favorisce una elevata biodiversità di uccelli e di organismi acquatici eurialini.

Lungo tutte le coste caratterizzate dalla presenza di estuari, laghi e lagune si osservano le migrazioni di giovanili di molte specie ittiche che colonizzano questi ambienti nursery, che offrono nutrimento e riparo per una parte del loro ciclo di accrescimento.

Le lagune e gli stagni costieri sono esposti ad un sempre maggiore impatto antropico dovuto a varie cause e motivo di una preoccupazione crescente. Gli interventi di bonifica, la richiesta di terreni per l'agricoltura, l'urbanizzazione e lo sviluppo turistico, l'inquinamento e la mancanza di gestione, sono tra i principali fattori, che hanno fortemente modificato sia la struttura che il funzionamento di questi sensibili ecosistemi.

Come definito da Cataudella (2001), i fattori che condizionano l'ecologia lagunare sono principalmente le caratteristiche idrodinamiche e quelle edafiche, dove un ruolo fondamentale per il mantenimento della qualità delle acque è svolto dai canali di marea, che contribuiscono anche al mantenimento della biodiversità. Proprio la mancanza di canali di marea efficienti è uno dei fattori limitanti e causa della progressiva diminuzione della montata di novellame, unito all'alterazione della fascia costiera ad opera dell'uomo ed all'aumento progressivo del gradiente salino di molte lagune che riduce l'effetto attrattivo verso i giovanili di molte specie eurialine (AA.VV., 2001).

A fronte delle problematiche evidenziate, il progetto proposto ha avuto l'obiettivo di affrontare diversi aspetti relativi al problema della predazione del novellame lungo il canale di marea del Lago di Caprolace, caratterizzato dalla mancanza di aree rifugio per gli interventi di stabilizzazione delle sponde ed i processi di insabbiamento cui è soggetto, al fine della messa a punto e definizione di metodologie che possano favorire il ripopolamento naturale di lagune costiere.

Durante il periodo di sperimentazione nonostante le difficoltà dovute al periodo di emergenza sanitaria determinata dal Covid-19, queste non hanno impedito il raggiungimento di risultati e conclusioni di elevato interesse, sia finalizzati alla specifica esperienza pilota che alla possibile applicazione di modelli gestionali in analoghi ambienti lagunari presenti lungo le coste italiane.

I risultati ottenuti dai monitoraggi rivolti a valutare l'efficacia delle strutture realizzate per la creazione di aree rifugio dimostrano la validità della soluzione proposta. I dati relativi al monitoraggio basato sulla pesca con bertovelli, infatti, mostrano che l'89% delle catture totali è stato rilevato sullo strumento posto al termine della sponda destra, utilizzata per realizzare la zona rifugio. Questi dati sono stati confermati dalle stime numeriche del novellame rilevato nel corso del *Visual census* che, con il 99% del totale, indicano chiaramente la preferenza a percorrere la sponda destra, attrezzata con la zona rifugio, nella fase di reclutamento.

Riguardo la realizzazione delle zone rifugio sono state sviluppate diverse soluzioni che hanno considerato la realizzazione di una varietà strutture, anche con l'utilizzo di materiali vegetali locali. La soluzione adottata, costituita da cilindri in rete metallica plastificata, è quella che ha permesso di trovare il giusto compromesso tra esigenze di funzionalità, compatibilità ambientale, sicurezza, basso costo di realizzazione e scarso impegno gestionale. Essa, infatti, non comporta modifiche ed impatti sostanziali, col tempo tende ad essere meno visibile per la formazione del fouling e permette il rapido ripristino delle condizioni originarie, attraverso la semplice rimozione dei materiali.

I risultati conseguiti, pertanto, forniscono utili elementi tecnico-gestionali per contribuire alla tutela della biodiversità, nel rispetto dei presupposti di integrazione e compatibilità con l'ambiente acquatico di interazione.

Considerato il carattere innovativo del progetto è auspicabile che siano svolte ulteriori ricerche che prevedano cicli di monitoraggio più prolungati, con lo scopo di approfondire queste considerazioni e verificare l'evoluzione delle strutture sommerse in risposta ai processi di ossidazione cui sono sottoposti i materiali.

Per quanto attiene la messa a punto di protocolli di pesca, finalizzati a contenere la presenza di specie ittiche predatrici lungo il canale di marea, le prove effettuate con strumenti via via meno selettivi hanno mostrato una scarsa efficacia, evidenziando la complessità e la difficoltà degli interventi.

I risultati ottenuti, pertanto, suggeriscono di escludere tali misure nell'ambito delle attività di gestione, anche se in futuro potrebbe essere opportuno valutare l'utilizzo di ulteriori attrezzi da pesca, quali la bilancia che, pur non essendo uno strumento selettivo, permette il rilascio delle catture evitando di danneggiarle.

I risultati del progetto, che si inquadra concettualmente in un modello di tutela di risorse naturali e di sostenibilità ambientale, hanno portato a delle conclusioni che offrono qualche suggerimento per azioni gestionali da parte dell'Ente Parco. In tal senso il ricorso a soluzioni finalizzate a ridurre la mortalità del novellame nella fase di reclutamento appare una misura gestionale fondamentale, che può contribuire al mantenimento della biodiversità della laguna ma anche di quella marina e delle risorse sfruttate dalla pesca.

L'esperienza condotta nel corso del progetto, oltre a verificare l'efficacia delle soluzioni proposte, ha confermato l'esigenza di sviluppare il dialogo tra gli Enti deputati alla tutela dell'ambiente e la ricerca, al fine di identificare le migliori soluzioni tecniche e gestionali.

Tenuto conto del carattere di innovazione che caratterizza le misure attuate, anche a fronte dei primi risultati positivi che incoraggiano a proseguire sulla rotta intrapresa, sarà difficile prevederne il contributo per l'esclusione di attività di gestione ittica, che avrebbe potuto fornire utili indicazioni sull'eventuale incremento delle biomasse ittiche prodotte. Anche per questo è auspicabile che sia data continuità a quanto avviato dal progetto, per contribuire alla tutela della biodiversità, esaltare il ruolo di area nursery della laguna e per acquisire ulteriori informazioni utili al miglioramento delle soluzioni adottate.

6 Divulgazione

Come previsto dal progetto la fase divulgativa ha previsto l'elaborazione di un opuscolo (vedi allegati), , nel quale è illustrato un inquadramento generale del problema e descritti i risultati ottenuti.

A causa delle restrizioni sanitarie, riconducibili al Covid-19, non è stato possibile organizzare l'evento finale previsto dal progetto per la divulgazione dei risultati.

Le attività di divulgazione, pertanto, hanno considerato la distribuzione degli opuscoli predisposti e la pubblicizzazione del progetto attraverso il sito web dell'AGCI Agrital.

I protocolli messi a punto per la realizzazione di zone di rifugio lungo i canali marea, infine, potranno essere adottati dall'Ente parco per il mantenimento della biodiversità e nelle azioni di tutela delle risorse, dando continuità a quanto avviato sul canale di marea del Lago di Caprolace e, nel caso lo ritenga opportuno, estendendo gli interventi sul canale di marea del Lago di Fogliano.

Il processo di trasferimento dei protocolli di lavoro al personale dell'Ente Parco Nazionale del Circeo e del Reparto Carabinieri Biodiversità di Fogliano è già avvenuto durante l'esecuzione del programma che ha previsto, in tutte le sue fasi, una stretta collaborazione con i ricercatori coinvolti sia nelle fasi di realizzazione e valutazione dell'efficacia delle zone rifugio, sia nelle azioni di mitigazione della predazione attraverso azioni pesca lungo il canale di marea.

Bibliografia

AA.VV., 2001. Acquacoltura Responsabile, a cura di S. Cataudella e P. Bronzi. Unimar-Uniprom, Roma: 683 pp.

A.G.C.I. Agrital, 2015. Piani di gestione Anguilla Laghi di Caprolace - Fogliano - Monaci. Relazione Finale del progetto "Misure per la tutela ed il recupero della risorsa anguilla (*Anguilla anguilla*) nella Regione Lazio" – Reg. (CE) n. 1198/2006 FEP 2007/2013. Misura 3.2 "Misure intese a preservare e sviluppare la fauna e la flora acquatiche".

A.GE.I. S.C.r.l., 1997. Progetto "Studio delle interrelazioni esistenti tra le popolazioni ittiche e le componenti biotiche ed abiotiche degli ambienti lagunari". Relazione Finale. Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, III Piano triennale della Pesca e dell'Acquicoltura nelle acque marine e salmastre (L. 41/82): 75 pp.

A.GE.I. S.C.r.l., 2000. Progetto "Interventi di valorizzazione produttiva nella laguna di Lesina compatibili con la gestione ambientale. Applicazione di tecniche di acquicoltura ecocompatibili per la valorizzazione della risorsa novellame e l'incremento delle produzioni ittiche lagunari". Relazione Finale. Ministero delle Politiche Agricole e Forestali Direzione generale della Pesca e Acquicoltura, IV Piano Triennale (L.41/82): 70 pp.

Ardizzone G. D. et Al., 1985. "Progetto Laghi Costieri 1982-1984. Relazione Finale". Amministrazione Provinciale di Latina – Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Facoltà di Scienze MM.FF.NN: 413 pp.

Ardizzone GD, Cataudella S, Rossi R, 1988. *Management of coastal lagoon fisheries and aquaculture in Italy*. FAO Fisheries Technical Paper, 293, FAO, Rome.

Barbato F., 2003. La gestione dei laghi costieri di Fogliano, Monaci e Caprolace. Progetto "Parchi in qualità" – Applicazione pilota dei sistemi di gestione ambientale nelle aree protette, Accordo di programma Ministero dell'Ambiente e del Territorio ed ENEA. 17 pp.

Barnabe G, 1976. Contribution a la connaissance de la biologie du loup *Dicentrarchus labrax* (Poisson Serranidae) de la region de Sete. Thèse d'Etat, Université des Sciences et Techniques de Languedoc, Montpellier.

Barnabe G, 1980. *Exposé synoptique de données biolgiques sur le loup Dicentrarchus labrax* (*Linné, 1758*). FAO Fisheries Synopses, 126, FAO, Rome.

Cataudella S., Tancioni R., Cannas, A., 2001 - L'acquacoltura estensiva. In: Acquacoltura Responsabile, a cura di S. Cataudella e P. Bronzi. Unimar-Uniprom, 2001, Roma pp. 293-308

Della Valle, C., 1961. La pesca nei laghi costieri del Lazio. Bollettino della Società Geografica Italiana 98, 48-97.

Hyslop EJ, 1980. Stomach contents analysis: a review of methods and their application. *Journal of fish biology*, 17: 411-429.

Kara MH, Derbal F, 1996. Régime alimentaire du loup *Dicentrarhus labrax (*Poisson Moronidae) du golfe d' Annaba, Algérie. *Annales de l'institut oceanographique*,72: 185-194.

Kelley DF, 1987. Food of bass in U.K. waters. *Journal of the marine biological association of the UK*, 67: 275-286.

Ktari MH, Boun Ain A, Quignard JP, 1978. Régime alimentaire des loups (Poissons, Teleosteens, Serranidae) *Dicentrarchus labrax* et *Dicentrarchus punctatus* des cotes Tunisiennes. *Bulletin de l'institut national scientifique et technique d'océanographie et de pêche de salammbô*, 5: 5-15.

Mariani S., Maccaroni A., Massa F., Rampacci M., Tancioni L., 2002. Lack of consistency between the trophic interrlationships of five sparid species in two adjacent central Mediterranean coastal lagoons. Journal of Fish Biology 61 (Supplement A), 138-147.

MIPAF 1996. Studi e ricerche sui laghi costieri del Parco Nazionale del Circeo. Atti della Conferenza organizzata dal Parco Nazionale del Circeo a Fogliano (Latina) il 4 aprile 1995 nell'ambito della Quinta settimana della Cultura Scientifica. Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, Gestione ex A.S.F.D. – Parco Nazionale del Circeo: 166 pp.

Pickett GD, Pawson MG, 1994. Sea bass. Biology, exploitation and concervation. Chapman & Hall, London.

Prato, S., Morgana, J., Lavalle, P., Finoia, M., Lattanzi, L., Nicoletti, L., Ardizzone, G. & Izzo, G. (2009) Application of biotic and taxonomic distinctness indices in assessing the Ecological Quality Status of two coastal lakes: Caprolace and Fogliano lakes (Central Italy). Ecological Indicators, 9, 568-583.

Rampacci M., 2011. Ripopolamento attivo in stagni costieri dell'Italia Centrale, Parco Nazionale del Circeo (LT). In La ricerca scientifica a supporto della pesca e dell'acquacoltura – Divulgazione dei risultati delle ricerche del V e VI Piano triennale MiPAF, Unimar s.c.r.l., Roma: 268-272.

Roblin C, Brusle J, 1984. Food and feeding of fry and juveniles of sea-bass from Mediterranean lagoons in the Gulf of Lion France. *Vie et milieu*, 34: 195-208.

Rogdakis Y.,Ramfos A., Koukou K., Dimotrou E. and Katselis G., 2010. Feeding habits and trophic level of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) in the Messolonghi-Etoliko lagoons complex (Western Greece). Journal of Biological Research-Thessaloniki 13: 13 – 26, 2010

Russell NR, Fish JD, Wooton RJ, 1996. Feeding and growth of juvenile sea bass: the effect of ration and temperature on growth rate and efficiency. *Journal of fish biology*, 49: 206-220.

Zerunian S., 1996. Indagine faunistica sui Pesci del Parco Nazionale del Circeo (Osteichthyes, Teleostei). Atti Conferenza Studi e Ricerche sui laghi costieri del parco Nazionale del Circeo, Sabaudia: 103-121.