



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**  
**FACOLTÀ DI AGRARIA**

Dipartimento di Scienze Animali

TESI DI LAUREA IN TECNOLOGIE FORESTALI E AMBIENTALI

*LA TROTA MARMORATA (Salmo trutta marmoratus)*  
*E IL PROGETTO DI RIPOPOLAMENTO DELL'ALTO SARCA*

Relatore: Ch.mo Prof. GEROLAMO XICCATO

Laureando:  
MAURO BUGANZA  
Matricola n. 534324

ANNO ACCADEMICO 2007 - 2008.



# INDICE

RIASSUNTO .....	5
ABSTRACT .....	6
1. INTRODUZIONE GENERALE SUI PESCI DEL TRENTINO.....	7
1.1. LA FORMA DEL CORPO .....	7
1.1.1. Pesci grandi e pesci piccoli .....	7
1.1.2. Le parti del corpo .....	7
1.1.3. Muoversi in acqua .....	8
1.2. IL CORPO DEL PESCE: COM'È FATTO E COME FUNZIONA.....	9
1.2.1. Il muco.....	9
1.2.2. Le scaglie.....	10
1.2.3. Colori e cromatofori .....	10
1.2.4. Lo scheletro .....	11
1.2.5. La muscolatura .....	11
1.2.6. La respirazione .....	12
1.2.7. L'alimentazione.....	13
1.2.8. L'apparato digerente .....	13
1.2.9. La vescica natatoria.....	14
1.2.10. Animali a “sangue freddo” .....	15
1.3. I SENSI: FINESTRE SUL MONDO.....	15
1.3.1. La vista .....	15
1.3.2. L'udito.....	16
1.3.3. Olfatto e gusto .....	16
1.3.4. La linea laterale .....	16
1.3.5. Il tatto .....	17
1.4. LA VITA DEI PESCI .....	17
1.4.1. Da soli o tutti assieme?.....	17
1.4.2. Stanziali o migratori .....	17
1.4.3. Sesso e riproduzione.....	18
1.4.4. Sano come un pesce?.....	19
1.5. I PESCI E L'AMBIENTE.....	19
1.5.1. Si fa presto a dire acqua .....	19
1.5.2. Le acque correnti .....	20
1.5.3. La catena alimentare nei corsi d'acqua .....	22
2. LE TROTE E LA LORO SISTEMATICA .....	23
2.1. DIVERSITÀ GENETICA DEL GENERE TRUTTA .....	23
2.2. DISTRIBUZIONE DEL GENERE SALMO.....	26
2.3. IL GRUPPO SALMO TRUTTA NEL TERRITORIO ITALIANO.....	28
2.4. LA SISTEMATICA DI <i>SALMO TRUTTA MARMORATUS</i> .....	30
3. LA TROTA MARMORATA.....	35
3.1. DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA.....	35
3.2. CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E BIOLOGICHE.....	36
3.3. ACCRESCIMENTI E RIPRODUZIONE.....	37
3.4. EMBRIOLOGIA .....	39
3.4.1. Lo sviluppo dell'uovo .....	39
3.4.2. Da uovo ad avannotto.....	42
4. CAUSE DEL DECREMENTO DELLA TROTA MARMORATA IN TRENTINO.....	47
4.1. INQUINAMENTO ORGANICO E CHIMICO.....	47

4.2. ALTERAZIONI DELLA PORTATA IDRICA.....	47
4.3. ALTERAZIONE DELL'HABITAT .....	48
4.4. IMMISSIONI DI PESCI NON AUTOCTONI E IBRIDAZIONE.....	50
4.5. METODI DI RIPOPOLAMENTO .....	51
5. IL PROGETTO MARMORATA IN TRENINO.....	53
5.1. I PIANI DI GESTIONE DELLA PESCA.....	53
5.1.1. Popolazioni ittiche stanziali da proteggere.....	54
5.1.2. Protezione della marmorata: limitazioni alla pesca.....	54
5.1.3. Conservazione dei processi naturali .....	55
5.1.4. Immissione di materiale da piscicoltura .....	56
5.1.5. Miglioramento degli ambienti acquatici .....	57
5.2. INTERVENTI DI RINATURALIZZAZIONE.....	58
6. IL PROGETTO MARMORATA NELL' ALTO SARCA .....	60
6.1. INTRODUZIONE.....	60
6.2. OBIETTIVI .....	60
6.3. DA MARMORATA A UOVO... ..	61
6.3.1. Il recupero dei riproduttori .....	61
6.3.2. La stabulazione dei riproduttori .....	62
6.3.3. La spremitura.....	63
6.4. DA UOVO A MARMORATA .....	65
6.4.1. La presa d'acqua.....	66
6.4.2. Le vasche di incubazione .....	66
6.4.3. L'accrescimento e il passaggio da un nutrimento all'altro .....	67
6.5. LE IMMISSIONI IN ALVEO.....	70
6.5.1. Immissione di uova embrionate .....	70
6.5.2. Immissione di avannotti .....	73
6.6. I NUMERI DEL PROGETTO DAL 2003 A OGGI... ..	73
7. PROPOSTE DI MIGLIORAMENTO E CONCLUSIONI.....	76
7.1. PASSAGGI PER PESCI .....	76
7.2. E GLI ALTRI PESCI? .....	77
7.3. CONCLUSIONI.....	78
BIBLIOGRAFIA.....	79

## RIASSUNTO

La trota marmorata (*Salmo trutta marmoratus*) in Trentino ha ricevuto, negli ultimi anni, una particolare attenzione da parte di ittiologi ed enti pubblici interessati alla gestione delle acque interne.

Questo in quanto la trota marmorata rischiava di andare persa a causa dell'intervento poco oculato dell'uomo sul territorio. Alterazioni ambientali, ibridazione e prelievo ittico eccessivo rischiavano di mettere in grande pericolo la sopravvivenza di questo pesce. La provincia autonoma di Trento ha quindi avviato, con la delibera n. 2432 del 2001, un progetto di recupero di questo bellissimo salmonide.

L'attuazione del progetto avviene a livello zonale, in quanto si cercano di proteggere gli endemismi tipici di ogni corso d'acqua. Oltre ad interventi di tipo ambientale il progetto prevede la costruzione dei cosiddetti incubatoi di valle ossia strutture atte alla riproduzione artificiale a ciclo semichiuso di *Salmo trutta marmoratus*.

Anche nel bacino dell'alto Sarca è stato recentemente ultimato uno di questi incubatoi che ospita ormai anche esemplari adulti, utilizzati, assieme ad individui recuperati annualmente nel fiume, per la riproduzione artificiale. Le uova e gli avannotti prodotti vengono liberati ogni anno in alveo allo scopo di incrementare il numero e migliorare la "purezza" genetica della trota marmorata.

# ABSTRACT

## THE MARMORATA TROUT (*Salmo trutta marmoratus*) AND THE PROJECT OF REPOPULATION OF HIGH SARCA

The marmorata trout (*Salmo trutta marmoratus*) has received in Trentino, in the last years, a particular attention from ichthyologists and public institutions interested in the management of the inside waters.

The marmorata trout risked to get lost because of the human careless management of the environment. Environmental alterations, hybridization and excessive fish catch risked to put in great danger the survival of this fish.

The autonomous province of Trento has started therefore, with the deliberation n° 2432 of 2001, a project of recovery of this beautiful salmonide. The realization happens in zonal level, protecting the typical endemism of every water course . Further to the environmental type work, the project foresees the construction of the so-called “valley hatchery”, structures for the artificial reproduction to half shut cycle of *Salmo trutta marmoratus*.

Also in the basin of the high Sarca, one hatchery have recently been completed; it contains adult fishes that are used, together with individuals annually collected from the river, in the artificial reproduction. The eggs and juveniles are freed every year in the river with the purpose of increasing the number and to improve the genetic level of marmorata trout.

# 1. INTRODUZIONE GENERALE SUI PESCI DEL TRENTINO

## 1.1. LA FORMA DEL CORPO

### 1.1.1. Pesci grandi e pesci piccoli

Ogni pesce nasce da un uovo e durante la propria vita continua a crescere, anche se con ritmo sempre più rallentato man mano che invecchia; come in tutti gli altri animali, chi ha la fortuna di vivere in un ambiente favorevole e ricco di cibo si accresce maggiormente. Esistono però ovviamente differenze di dimensione legate alla specie, nel senso che ciascuna specie ha una sua taglia massima, cioè una lunghezza e un peso massimi che gli esemplari possono raggiungere.

La fauna ittica del Trentino è da questo punto di vista assai varia, spaziando da “pesi piuma” come lo spinarello, che misura solo 10 cm e pesa pochi grammi, a veri e propri “pesi massimi” come il luccio, almeno 10 volte più lungo della specie precedente e pesante migliaia di volte di più.

### 1.1.2. Le parti del corpo

Pur nella loro varietà, i pesci delle nostre acque presentano tutti la classica forma “a pesce” (Fig. 1). Fa eccezione l’anguilla, il cui corpo assomiglia a quello di un serpente; simile a questa è la lampreda padana, che però non è un vero pesce, essendo priva di mascelle e di scheletro osseo, sostituito da cartilagine. Le pinne sono in pratica formate da lobi di pelle espansi a formare sottili lamine, sostenuti internamente da un’intelaiatura di raggi ossei di varia forma e consistenza, esili ma flessibili. Muscoli situati alla base dei raggi permettono alla pinna di distendersi e ripiegarsi. Le pinne del dorso (dorsali), quella che segue l’apertura anale (pinna anale) e la pinna caudale vengono chiamate pinne impari, mentre le pettorali e le ventrali, che sono inserite su entrambi i lati del corpo, si dicono pinne pari. La pinna caudale dà un contributo essenziale nel nuoto perché con la sua ampia superficie aumenta di molto la spinta che la coda esercita sull’acqua. Le altre pinne impari, cioè le dorsali e l’anale, aiutano l’azione della pinna caudale funzionando pressappoco come timoni.

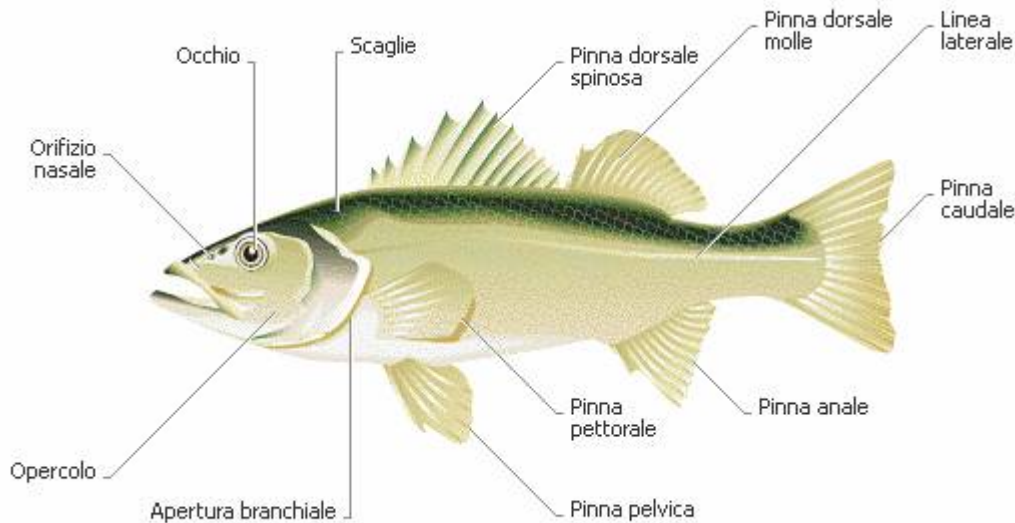


Fig. 1. Schema morfologico di un pesce

Le pinne pettorali e ventrali sono in buona sostanza gli “arti” del pesce. Di norma durante il nuoto rimangono ripiegate lungo il corpo ed entrano in azione solo quando il pesce vuole rimanere fermo e sospeso nell’acqua. Le ventrali servono più che altro come stabilizzatori, mentre le pettorali funzionano come remi, per contrastare la spinta della coda e variare la direzione di marcia.

### 1.1.3. Muoversi in acqua

La forma del pesce tipo, allungata e schiacciata lateralmente, con le estremità appuntite, è molto idrodinamica. Durante il nuoto la testa affusolata penetra facilmente nella massa d’acqua, che scivola lungo i fianchi. Le differenze corporee tra le varie specie sono dovute all’adattamento di ciascuna di esse nei confronti di un particolare ambiente acquatico e alle diverse abitudini di vita. In poche parole, ogni specie è lo “specchio” dell’ambiente in cui vive. Osservando il profilo di un pesce, la forma e la disposizione delle pinne, si possono ricavare numerose informazioni sul suo comportamento e sulle sue abitudini. Ad esempio un corpo allungato indica di solito una buona propensione al nuoto veloce, dal momento che questa struttura corporea favorisce le ondulazioni laterali del corpo e della coda che permettono la progressione in acqua. Nei pesci che devono compiere scatti rapidi e di breve

durata, come ad esempio alcuni predatori di altri pesci, il corpo è sviluppato in altezza, in particolare nella zona della coda (basti pensare al luccio! Fig. 2).



Fig. 2. Vista laterale di un luccio

In questo modo il pesce riesce a spostare istantaneamente una grande quantità d'acqua producendo una forte accelerazione. Un corpo più corto, e magari anche più appiattito lateralmente, permette invece una grande abilità nelle manovre anche in spazi ristretti, poiché il pesce cambia più facilmente la direzione.

Il persico sole è un chiaro esempio di questa struttura corporea (Fig. 3).

Le pinne pettorali e ventrali sono più sviluppate nei pesci che frequentano ambienti con fondo molto accidentato o ricchi di vegetazione, dove è molto importante disporre di buoni “remi” che facilitano le manovre. Le pinne con la loro forma possono segnalare anche altri aspetti del legame tra pesce e ambiente. Ad esempio in alcune specie che vivono sui fondali, tra cui lo scazzone, le pinne ventrali sono trasformate in organi di appoggio, oppure, come nel ghiozzo padano, sono fuse a formare una ventosa adesiva.

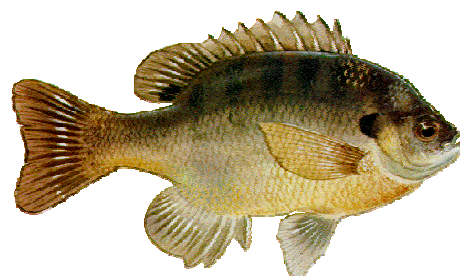


Fig. 3. Vista laterale di un persico sole

## 1.2. IL CORPO DEL PESCE: COM'È FATTO E COME FUNZIONA

### 1.2.1. Il muco

Afferrare un pesce con le mani, magari appena pescato, è un buon modo per rendersi conto di quanto questi animali siano viscosi. Il muco che copre tutto il corpo del pesce è prodotto da ghiandole dello strato più esterno della pelle, l'epidermide. Il rivestimento di muco riduce l'attrito del corpo con l'acqua migliorando l'idrodinamicità, ma ha soprattutto una funzione di difesa. E' infatti una barriera che difende la pelle dagli attacchi di batteri, funghi e parassiti vari, ma anche dalle numerose sostanze chimiche presenti in acqua.

Privare la pelle del suo muco significa esporla a forti pericoli ed è per questo che per maneggiare pesci vivi (ad esempio per togliere l'amo a un pesce che non si può trattenere perché "sotto misura") è necessaria molta cautela. Bisogna prima bagnarsi le mani per non asportare il prezioso rivestimento, meglio ancora è mantenere l'animale sott'acqua.

### 1.2.2. Le scaglie

Tutti pesci del Trentino, con pochissime eccezioni, hanno il corpo ricoperto da una "corazza" protettiva formata da scaglie (meglio usare questo termine rispetto a "squame", che sono quelle dei Rettili, composte da tessuto corneo).

Le scaglie sono sottili foglietti formati da osso; hanno la base ben piantata nello strato profondo della pelle (derma) e sono ricoperte dalla sottilissima epidermide. Le scaglie sono parzialmente sovrapposte le une alle altre come le tegole di un tetto; il loro margine posteriore, che sporge, può essere liscio (ad es. nella trota) oppure ruvido e dentellato (ad es. nel pesce persico), una differenza che si avverte subito quando si accarezza un pesce. L'anguilla ha scaglie così piccole da essere invisibili; in altre specie, soprattutto tra i Salmonidi, sono numerose e piccole, mentre nei Ciprinidi di norma sono grandi. Le scaglie sono prodotte dallo strato profondo della pelle e crescono man mano che il pesce si accresce; se vengono perdute si rigenerano e sono quindi sostituite. Una curiosità: le scaglie mostrano anelli di crescita annuale simili a quelli degli alberi, dovuti al rallentamento della crescita durante l'inverno. Questo particolare viene usato per determinare l'età del pesce, un dato molto utile nella gestione della popolazione ittica.

### 1.2.3. Colori e cromatofori

Nella maggior parte dei pesci il dorso è assai più scuro del ventre, una caratteristica che serve a rendere l'animale meno visibile. Infatti visto dall'alto il dorso si confonde con l'oscurità del fondale, mentre dal basso il ventre si uniforma con il chiarore del cielo. Le macchie, le marmoreggiature e le striature di alcuni pesci li rendono incredibilmente mimetici (Fig. 4); inoltre ne "rompono" la sagoma dal punto di vista ottico, confondendo gli animali con lo sfondo. Altre volte i colori non servono a nascondersi, bensì a farsi notare; basti pensare alle vivaci colorazioni rossastre dei maschi in amore di salmerino alpino, sanguinerola e spinarello. L'aspetto più curioso del colore dei pesci è che esso può cambiare in brevissimo

tempo: giorni, ore ma a volte pochi minuti. Questo fenomeno è determinato dai *cromatofori*,



Fig. 4. Livrea di mimetismo di un temolo

che sono le cellule responsabili della colorazione, situate nello strato profondo della pelle. Ci sono cromatofori contenenti pigmento bruno-nero, altri giallo e altri ancora rosso. Ogni cromatoforo può disperdere i propri granuli di pigmento in tutta la massa cellulare, evidenziando il rispettivo colore, o concentrarli in un solo punto, nascondendolo; in questo modo l'uno o l'altro colore può predominare.

#### 1.2.4. Lo scheletro

Nei pesci d'acqua dolce lo scheletro è composto soprattutto da tessuto osseo. Come in tutti gli altri vertebrati, esso serve sia per sostenere il corpo, sia come punto di aggancio dei muscoli che permettono i movimenti. Le ossa del cranio sono quasi tutte saldate tra loro e formano una "scatola" compatta e robusta. Oltre alla colonna vertebrale e alle costole, sono fatti di osso anche i raggi delle pinne. Inoltre, più o meno numerose a seconda delle specie, libere tra i muscoli sono presenti le lisce, dette anche "spine", ossa sottilissime e pungenti.

#### 1.2.5. La muscolatura

La maggior parte dei pesci si sposta contraendo alternativamente i muscoli inseriti ai lati della colonna vertebrale. Ogni massa muscolare è composta da una serie di segmenti detti miomeri. La loro contrazione produce un'ondulazione che spinge il pesce in avanti. I miomeri sono costituiti da due tipi di fibre muscolari: la fibra rossa e la fibra bianca. La prima, al contrario della fibra bianca, è ricca di mioglobina e di mitocondri ed è altamente vascolarizzata. La fibra rossa è adatta a lavorare in condizioni aerobiche, si contrae lentamente ma sopporta bene la fatica; la fibra bianca lavora bene in condizioni anaerobiche, si contrae più velocemente ma non è resistente alla fatica. Il rapporto tra le due fibre nei pesci varia a seconda del tipo di nuoto. Le trote, per esempio, che sono dei forti nuotatori, presentano alte percentuali di fibre rosse,

mentre i pesci che vivono in prossimità del fondo e che compiono spostamenti brevi o scatti repentini presentano percentuali maggiori di fibre bianche.

La carne del pesce contiene proteine di elevato valore biologico (15-25%), una concentrazione di lipidi molto variabile con la specie e il sistema di allevamento (0.5-22%) ed è particolarmente ricca di iodio, fosforo, e vitamine A e D. Si differenzia dalla carne degli animali terrestri sia per un minor contenuto di collagene, che la rende facilmente sfaldabile dopo la cottura, sia per la presenza di un elevato contenuto in grassi polinsaturi, in particolare gli omega 3. Gli omega 3, presenti nel pesce crudo, sono studiati e commercializzati in varia forma perché sembrano particolarmente utili nella prevenzione delle malattie cardiovascolari. Questa tesi è avvalorata dall'osservazione che tra gli eschimesi, grandi consumatori di pesce crudo, vi è una bassissima percentuale di queste malattie.

Oltre gli omega 3 troviamo fosfolipidi e colesterolo (in quantità minima).

In base alla percentuale di grassi, che come abbiamo visto può oscillare tra lo 0.5 e il 22%, i pesci si dividono in:

- *grassi* (> 10%): in particolare alcuni pesci di mare e i salmoni;
- *semigrassi* (6-10%): coregoni e carpe;
- *magri* (< 6%): trote (di allevamento e non).

I pesci con la percentuale più alta di grassi sono le anguille, che ne contengono fino al 22%.

### 1.2.6. La respirazione

Noi ci stupiamo della capacità dei pesci di respirare sott'acqua, ma in realtà il loro modo di respirare è più semplice e "pratico" del nostro; anzi la nostra respirazione è solo una versione adattata e complicata della loro. I pesci, grazie alle *branchie*, assorbono l'ossigeno direttamente dall'acqua, mentre gli animali terrestri lo prelevano dall'aria; per entrare nei polmoni però l'ossigeno deve necessariamente venire sciolto nel velo di liquido che li ricopre, il quale, in pratica, funziona come l'acqua che circonda un pesce. Di regola i nostri pesci hanno quattro paia di branchie situate ai lati della testa nelle *camere branchiali*, coperte dagli opercoli. Le branchie sono formate da sottili lamelle ricchissime di vasi sanguigni, sostenute dagli *archi branchiali* composti da cartilagine. Per respirare il pesce aspira l'acqua attraverso la bocca, il sollevamento dell'opercolo crea poi un risucchio che la fa uscire "a forza" dalla fessura branchiale. Durante questo percorso l'acqua scorre sulle lamelle branchiali, che ne

assorbono parte dell'ossigeno "scaricandovi" l'anidride carbonica prodotta dal lavoro delle cellule. L'ossigeno, attraverso i vasi sanguigni, raggiunge poi tutte le parti del corpo.

Per proteggere le lamelle branchiali da corpi estranei aspirati con l'acqua, gli archi branchiali portano una frangia di *branchiospine* a modi setaccio. Queste vengono usate da vari pesci che si cibano di plancton per trattenere le particelle di cibo. Le branchie sono necessariamente più efficienti dei polmoni, dal momento che la quantità di ossigeno presente nell'acqua è di gran lunga inferiore a quella che c'è nell'aria. Le acque fredde e con rapida corrente contengono quantità di ossigeno molto superiori rispetto a quelle di laghi e stagni e queste differenze condizionano fortemente l'uso degli ambienti acquatici da parte delle varie specie. Ad esempio i Salmonidi, lo scazzone e lo spinarello possono vivere solo in acque ben ossigenate mentre la carpa, la tinca e il corassio possono sopportare anche basse concentrazioni di ossigeno. Un pesce tenuto in uno spazio ristretto, ad esempio il classico pesce rosso nella boccia di vetro, dopo qualche giorno esaurisce l'ossigeno disponibile e comincia a boccheggiare in superficie, dove l'acqua è satura d'aria; lo stesso comportamento si può osservare in natura quando, per cause varie, le acque si impoveriscono del prezioso gas.

### 1.2.7. L'alimentazione

La maggior parte dei pesci del Trentino, cercando di sfruttare il più possibile quanto l'ambiente offre, ha una dieta molto varia. Numerose sono quindi le specie onnivore, tra cui buona parte dei Ciprinidi, che integrano un "menù" di piccoli animali con frammenti di vegetali, molto meno nutrienti ma spesso più abbondanti. Alcune specie, come il cobite comune, si comportano da spazzini, ricercando i detriti in decomposizione che si depositano sul fondo. I pesci carnivori si cibano soprattutto di animaletti che vivono sul fondo (= zoobenthos), come vermi, lumachine, crostacei e larve d'insetti, oppure di quelli sospesi in acqua (= zooplancton). Qualcuno però, ad esempio il luccio o la trota marmorata, mangia quasi solo pesci.

### 1.2.8. L'apparato digerente

Una semplice occhiata alla bocca di un pesce può rivelare molto a riguardo delle sue abitudini alimentari. I predatori più specializzati, come i Salmonidi e il luccio, hanno una bocca molto avanzata e di grandi dimensioni, per afferrare e ingoiare anche prede piuttosto grandi (Fig. 5).



Fig. 5. Luccio mentre preda un rospo di grosse dimensioni

Per prede di minori dimensioni e meno mobili, come gli invertebrati acquatici, è invece sufficiente una bocca più piccola. Nei pesci che cercano il cibo sul fondo la bocca è arretrata e un po' rivolta verso il basso, talvolta con labbra protrattili. La disposizione dei denti è molto variabile e spesso è un elemento utile al riconoscimento delle specie. Piccoli denti conici e acuminati, adatti a trattenere le prede, sono presenti sulle mascelle di vari pesci carnivori, ma

anche sul palato e sul *vomere*, un piccolo osso posto sulla volta del palato. Nei Ciprinidi solo la parte più interna della bocca, la faringe, porta denti (denti *faringei*); questi funzionano come macine per la triturazione del cibo.

I vari tratti del sistema digerente, cioè esofago, stomaco e intestino, hanno sviluppo e forma variabili a seconda del tipo di alimentazione che contraddistingue ciascuna specie. Ad esempio, un vero e proprio stomaco manca nei Ciprinidi, mentre è ben sviluppato nei Salmonidi, per via della necessità di demolire con i succhi gastrici prede di grandi dimensioni. Caratteristiche di alcuni pesci, come le trote, sono le *appendici piloriche*, "budelline" a fondo cieco che sboccano numerose tra stomaco e intestino e secernono enzimi digestivi.

### 1.2.9. La vescica natatoria

Parecchi milioni di anni prima dell'invenzione del sommergibile, molti pesci disponevano già di un efficacissimo sistema per spostarsi in verticale e senza sforzo in acqua: la *vescica gassosa*, chiamata anche *vescica natatoria*. Si tratta di una sacca collocata nella parte alta del ventre, con forma e struttura assai variabili a seconda delle specie. La vescica, che è piena di gas (ossigeno, azoto e anidride carbonica), può venire gonfiata o parzialmente sgonfiata dal pesce a seconda delle necessità. Quando si gonfia, il peso specifico (rapporto tra peso e volume) dell'animale diminuisce e il pesce viene sospinto verso l'alto dalla spinta idrostatica; quando la vescica si sgonfia avviene invece il contrario. L'aumento o la riduzione del volume della vescica sono determinati rispettivamente dalla secrezione o dal riassorbimento dei gas ad opera di speciali agglomerati di vasi capillari. La vescica gassosa oltre alla funzione idrostatica ne ha altre, tra cui principalmente quella di percepire e produrre suoni.

### 1.2.10. Animali a “sangue freddo”

I pesci sono animali “a sangue freddo”, o meglio *eterotermi*; la temperatura del loro corpo segue, entro certi limiti, quella dell’acqua circostante. Ci sono specie capaci di sopportare degli sbalzi di temperatura piuttosto ampi (= specie *euriterme*) e altre che riescono a vivere solo in un intervallo di temperature ristretto (= *stenoterme*). Oltre a ciò, ciascuna specie ha delle proprie preferenze in merito alla temperatura, dovute spesso al fatto che le acque fredde hanno un maggior contenuto di ossigeno. Così 9-13°C sono ideali per i Salmonidi, mentre per alcuni pesci di lago, come la carpa e la scardola, la situazione migliore si raggiunge a circa 25°C.

Se in estate la temperatura dell’acqua sale oltre quella ideale, il pesce può spesso cercare frescura in acque più riparate e profonde. In inverno, con il problema opposto, alcune specie si portano invece sul fondo e rallentano la loro attività cadendo in una sorta di stato di letargo (ibernazione).

## 1.3. I SENSI: FINESTRE SUL MONDO

### 1.3.1. La vista

L’occhio del pesce, rispetto al nostro, ha una struttura molto diversa, con un differente sistema di messa a fuoco delle immagini. I pesci, soprattutto quelli diurni e di acque limpide, vedono anche a parecchi metri di distanza, percepiscono particolarmente bene i movimenti e distinguono facilmente i colori: varie specie sono in grado di vedere anche in condizioni di luminosità molto scarsa. Grazie alla posizione laterale degli occhi, che peraltro non hanno la palpebra (c’è un’eccezione: l’agone) e non possono venire chiusi, il campo visivo è vastissimo. I campi visivi dei due occhi si sovrappongono davanti al pesce, che frontalmente gode quindi di una visione binoculare idonea a valutare con precisione le distanze degli oggetti.

### 1.3.2. L'udito

I pesci posseggono solo la parte interna dell'orecchio (orecchio interno) e i suoni diffusi nell'acqua giungono a questo non tramite un condotto, bensì sotto forma di vibrazioni che si propagano nella testa e nel corpo. In alcune specie, come la carpa, il suono viene amplificato dalla vescica gassosa che, funzionando da “cassa acustica”, lo trasmette all'orecchio.

### 1.3.3. Olfatto e gusto

I pesci hanno una sensibilità sbalorditiva nel percepire con l'olfatto le sostanze disciolte nell'acqua e sono in grado di avvertire la presenza di particelle odorose in quantità estremamente basse. Questa capacità è importantissima: permette loro di accorgersi della presenza di sostanze nocive, di riconoscersi tra i sessi, di identificare tratti di corso d'acqua, di cercare il cibo anche al buio (in qualche specie, ad es. l'anguilla), ecc. Gli odori sono percepiti soprattutto tramite le narici, che conducono a piccole cavità olfattive, *le papille gustative*, situate nella bocca e sul suo bordo esterno, permettono al pesce di riconoscere perfettamente i sapori; altre cellule del gusto si trovano sparse lungo il corpo. Nei pesci di fondo i recettori gustativi si concentrano sui *barbigli*, organi simili a baffi molto sensibili che vengono usati come sonde.

### 1.3.4. La linea laterale

In quasi tutti i pesci, si può riconoscere distintamente una linea che percorre i fianchi dall'opercolo fino alla pinna caudale. È la *linea laterale*, un organo sensoriale importantissimo, capace di rilevare le vibrazioni che si propagano nell'acqua. Con essa i pesci possono localizzare la provenienza dei movimenti dell'acqua causati dalle prede, dai predatori o da altri pesci del branco, “misurare” l'intensità della corrente e la profondità dell'acqua. Il corrispondenza della linea laterale la pelle (scaglie comprese) è fittamente perforata da minuscoli canali ripieni di muco, il cui fondo è collegato con fibre nervose che portano al cervello. Quando il pesce è colpito da un'onda generata da un movimento, o quando la pressione dell'acqua cambia al variare della profondità, l'apertura esterna dei canalini subisce una compressione che si propaga nel muco e stimola i recettori nervosi, i quali inviano i relativi messaggi al cervello.

### 1.3.5. Il tatto

Su gran parte della superficie del pesce sono presenti in gran numero le *papille sensitive*, minuscole formazioni che sono in grado di percepire le variazioni di pressione e hanno quindi una funzione tattile. Altri tipi di recettori tattili sono localizzati sulla testa e in particolare sui barbigli.

## 1.4. LA VITA DEI PESCI

### 1.4.1. Da soli o tutti assieme?

Di norma i pesci predatori vivono solitari e non vedono di buon occhio la vicinanza di altri esemplari della stessa specie. Frequentemente ogni esemplare ha un proprio territorio, cioè una porzione di fondale, di riva o di corso d'acqua che costituisce il suo spazio vitale. Il territorio garantisce cibo e riparo sufficienti per sopravvivere e viene difeso con forza dall'ingresso di altri pesci concorrenti. L'istinto territoriale, per forza di cose, si attenua nel periodo della riproduzione, quando i contatti tra gli animali diventano indispensabili.

Molte specie vivono invece in gruppi più o meno numerosi: sono soprattutto i pesci che si cibano di plancton e vivono nei laghi, negli stagni e nei grossi fiumi. Vivere in branco offre concreti vantaggi: ad esempio si moltiplicano le possibilità di individuare un predatore e comunque, male che vada, in mezzo al gruppo le probabilità di essere predati diminuiscono. Inoltre il branco simula un "superpesce" e può così intimorire i predatori.

### 1.4.2. Stanziali o migratori

Molti pesci trascorrono la loro vita in uno spazio limitato, tutt'al più spostandosi qua e là alla ricerca di cibo; altri invece, come i mangiatori di plancton, compiono continui e ampi spostamenti. Quasi tutte le specie nel periodo della riproduzione si spostano alla ricerca di luoghi idonei alla deposizione delle uova. In qualche caso, tipicamente nelle trote, la ricerca del sito riproduttivo le costringe a risalire per un buon tratto i corsi d'acqua.

Un caso particolare e molto noto è quello dell'anguilla, che depone nel Mar dei Sargassi, in pieno Oceano Atlantico, ma trascorre quasi tutta la sua vita nelle acque dolci delle zone

interne. Le specie che per riprodursi risalgono i fiumi sono dette *anadrome*, quelle che invece per riprodursi scendono al mare sono dette *catadrome*.

### 1.4.3. Sesso e riproduzione

Il momento della riproduzione ha una particolare importanza nella vita dei pesci, perché da esso dipende la possibilità di assicurarsi una discendenza. Non deve quindi stupire che alla riproduzione siano legati fenomeni complessi e comportamenti spesso assai elaborati. La preparazione a questa fase avviene con la progressiva maturazione delle cellule sessuali, uova nella femmina e spermatozoi nel maschio, e con il contemporaneo ingrossamento degli organi che le producono e contengono (rispettivamente ovari e testicoli). Nello stesso tempo compaiono nei maschi anche altri caratteri sessuali, come ad esempio colorazioni particolarmente sgargianti e *tubercoli nuziali*. La maggior parte delle specie si riproducono in primavera o all'inizio dell'estate, le trote invece nella stagione fredda.

L'ambiente di deposizione delle uova viene scelto accuratamente, talvolta dopo lunghi spostamenti. Le sue caratteristiche variano a seconda delle specie: alcune depongono tra la vegetazione acquatica, altre su fondali ghiaiosi e sassosi e così via. La *frega*, cioè l'atto riproduttivo, può essere collettiva e coinvolgere migliaia di animali, oppure svolgersi in piccoli gruppi, o ancora tra una sola femmina e un solo maschio. Le uova vengono emesse dalla femmina attraverso il poro genitale e solo dopo sono fecondate dal maschio con il suo sperma, detto anche "latte": la fecondazione è quindi esterna. Il numero delle uova emesse varia da poche centinaia a milioni, secondo le specie e la taglia delle femmine. Grazie a un rivestimento adesivo le uova di alcuni pesci aderiscono alla ghiaia del fondo o alla vegetazione acquatica; altre invece vengono emesse in nastri. Salvo pochi casi, tipico quello dello persico sole, le uova vengono abbandonate al loro destino, spesso in balia dei predatori.

La durata dell'incubazione delle uova è inversamente proporzionale alla temperatura dell'acqua e varia da qualche giorno ad alcune settimane; l'incubazione è particolarmente lunga nei Salmonidi. Alla schiusa il piccolo pesce, che in questa fase viene chiamato *avannotto*, porta sul ventre il *sacco vitellino*, una sacca che contiene ciò che resta del tuorlo di cui si è nutrito l'embrione. Gli avannotti rimangono inattivi per vari giorni, fino al riassorbimento del sacco vitellino, poi iniziano ad alimentarsi attivamente.

La crescita è più rapida nei primi anni, ma prosegue per tutta la vita. La maturità sessuale, a seconda delle specie, viene raggiunta in media in 2-4 anni, prima dal maschio e più tardi dalla femmina.

#### 1.4.4. Sano come un pesce?

La vita è dura per i pesci; sempre impegnati a sfamarsi e a evitare i predatori, devono anche fare i conti con numerosi organismi pericolosi trasportati dall'acqua. Virus, batteri, funghi e invertebrati (da quelli unicellulari ai vermi parassiti e alle sanguisughe) possono insediarsi sulla pelle o negli organi vitali, debilitando il pesce e portandolo a volte alla morte. L'esame esterno può rivelare le patologie più vistose, come ad esempio l'infestazione sulla pelle del fungo biancastro *Saprolegnia invaderis* (Fig. 6), oppure altri funghi sulle branchie, o ancora le macchie rosse di origine batterica.



Fig. 6. Trota marmorata morta a causa del fungo *Saprolegnia invaderis*

In genere i pesci malati sono in natura rapidamente eliminati (soprattutto dagli utilissimi pesci predatori) e quindi poco numerosi; le epidemie si verificano di regola solo quando le alterazioni dell'ambiente hanno compromesso i sistemi difensivi degli animali.

## 1.5. I PESCI E L'AMBIENTE

### 1.5.1. Si fa presto a dire acqua

Fiumi, torrenti, ruscelli, laghi grandi e piccoli di montagna o fondovalle, stagni, paludi e risorgive: fortunatamente il Trentino è molto ricco di acque adatte alla vita dei pesci. Ci sono anche vari ambienti acquatici creati interamente dall'uomo, come i bacini idroelettrici e i canali, dove però la presenza dell'ittiofauna è il più delle volte limitata, e talvolta completamente esclusa, dalle condizioni artificiali. Gli ambienti acquatici si possono dividere in acque correnti, con acqua che scorre più o meno velocemente, e acque ferme (o stagnanti), dove l'acqua invece ha tempi di ricambio molto più lunghi.

### 1.5.2. Le acque correnti

A “mantenere vivi” i nostri corsi d’acqua, cioè a rifornirli continuamente, provvede sia l’acqua piovana che cade nel loro bacino imbrifero, che è appunto il territorio da cui ricevono le acque, sia quella che proviene dallo scioglimento delle nevi e dei ghiacciai. Nei periodi piovosi, cioè nella tarda primavera e in autunno, i corsi vengono alimentati più intensamente; ancora più importante è però l’apporto idrico che deriva dallo scioglimento della neve e del ghiaccio in montagna, che inizia nella tarda primavera e prosegue per tutta l’estate. Per questo motivo i corsi d’acqua del Trentino hanno un periodo di *magra* in inverno e uno di *morbida* in tutto il resto dell’anno, con un picco di massima portata a cavallo tra primavera ed estate.

Seguendo l’avventuroso percorso dell’acqua da un ridente e cristallino ruscello d’alta quota fino al limaccioso e placido fiume del piano, è facile osservare il continuo cambiamento dell’ambiente acquatico. Il corso si ingrossa gradualmente ma la sua pendenza diminuisce e così l’acqua rallenta; i materiali rocciosi che formano l’alveo divengono sempre più piccoli mentre l’acqua si intorbida arricchendosi di sali minerali e di particelle organiche, anche la sua temperatura aumenta progressivamente. Questa trasformazione è di solito graduale, ma per praticità si può suddividere il corso in ambienti successivi, o *zone*, secondo il criterio della *zonazione longitudinale*. Così, dopo i *ruscelli d’alta quota* nati dalla fusione delle nevi, troviamo i *rivi* dei ripidi versanti montuosi, quindi i *torrenti montani* di mezza montagna, poi i *torrenti di fondovalle* di grandi valli e infine i *fiumi pedemontani* che scorrono negli ampi e pianeggianti fondovalle delle vallate maggiori.

Vivere nelle acque correnti di alta montagna, fredde, turbolente e povere di cibo, non è certo alla portata di tutti; ci riescono solo poche specie di Salmonidi. Più in basso le condizioni ambientali diventano adatte anche ad altri pesci e proseguendo ancora si nota un progressivo aumento del numero di specie, dovuto soprattutto alla diversificazione dell’ habitat, alla maggior portata, all’aumento della temperatura e del cibo disponibile. Così in un tratto di fiume sufficientemente integro possono tranquillamente convivere anche più di dieci specie.

Dalla semplice lista dei pesci presenti un esperto può farsi un’idea assai precisa delle caratteristiche del corso d’acqua da cui provengono, poiché ciascuna specie ha le sue preferenze. La cosa funziona ancora meglio se si conosce il grado di abbondanza di ogni specie. Questo concetto è stato usato per suddividere i corsi d’acqua in *zone ittiche*, basate appunto sulle comunità di pesci che in essi vivono. Così, ad esempio, se si parla di *zona superiore della trota fario* si intende senza possibilità di equivoco un certo tipo di ambiente,

che comprende i ruscelli di media e alta montagna. Ogni zona ha delle specie tipiche, che di regola ci sono sempre, e delle specie secondarie, non sempre presenti. Adattando alla realtà del Trentino un sistema di zonazione ittica ampiamente utilizzato in Europa, le zone ittiche risultano le seguenti (modificato da Betti, 2000):

<b>ZONA</b>	<b>AMBIENTE</b>	<b>SPECIE TIPICHE (O CENTRALI)</b>	<b>SPECIE SECONDARIE (O ASSOCIATE)</b>
<b>Zona non piscicola</b>	sorgenti alpine		
<b>Zona superiore della trota fario</b>	ruscelli d'alta quota e rivi	trota fario	
<b>Zona inferiore della trota fario</b>	torrenti montani	trota fario scazzone	trota marmorata sanguinerola
<b>Zona superiore della trota marmorata o del temolo</b>	torrenti di fondovalle	trota marmorata barbo canino sanguinerola	vairone scazzone temolo cobite barbatello trota fario
<b>Zona inferiore della trota marmorata o del temolo</b>	fiumi pedemontani	temolo trota marmorata	barbo comune sanguinerola vairone barbo canino cobite barbatello lampreda padana savetta cavedano pigo
<b>Zona dello scazzone</b>	risorgive di fondovalle	scazzone spinarello	luccio cavedano scardola sanguinerola cobite comune lampreda padana vairone

### 1.5.3. La catena alimentare nei corsi d'acqua

Si può paragonare un corso d'acqua a un corpo vivente, nel quale la vita è data dal continuo fluire di energia che viene attinta dal mondo circostante. Infatti le innumerevoli forme animali, grandi e piccole, che popolano questo ambiente non avrebbero alcuna possibilità di esistere se il corso d'acqua non ricevesse dall'esterno, e quindi dall'ambiente terrestre, una grande quantità di materia organica. Di cosa si tratta? Principalmente di foglie morte e altri frammenti di piante che arrivano al corso portate dai rivi, ma anche di particelle di origine animale (spoglie di animali, deiezioni, ecc). Tutto questo materiale rappresenta il cibo per un autentico "esercito" di piccoli invertebrati che vivono tra i sassi del fondo, specializzati nell'afferrare, tagliare, sminuzzare e infine ingerire le particelle trasportate dall'acqua. Maestri nell' "arte del riciclaggio", questi animaletti ripuliscono incessantemente l'acqua dai detriti organici e sono quindi, assieme ai batteri decompositori, i protagonisti dell' *autodepurazione biologica* dei fiumi e dei torrenti. Grazie ai *macroinvertebrati bentonici*, in prevalenza larve acquatiche di insetti, la materia morta si trasforma quindi in sostanza viva. Girando le pietre di un torrente si resta strabiliati dalla varietà di questi animali e dalla loro abbondanza, quindi non stupisce affatto che essi rappresentino la base alimentare per la rimanente fauna acquatica, in primo luogo per i pesci.

Se l'uomo combina guai e fa sparire dal corso d'acqua i macroinvertebrati bentonici, le sostanze organiche non vengono più "riciclate" e si accumulano, degradandosi poi in elementi minerali che danno origine a un diffuso inquinamento organico. È utile ricordarselo, anche perché questi animaletti ci danno un aiuto enorme, concorrendo a eliminare anche quegli inquinanti organici che noi stessi riversiamo in acqua. Nella folta schiera dei macroinvertebrati bentonici (insetti di svariato tipo, molluschi, crostacei, vermi, ecc), ogni specie ha le sue preferenze e la sua particolare "sintonia" con determinate condizioni ambientali. Così le comunità di questi animaletti cambiano al variare dell'altitudine, della portata, della temperatura, della quantità di sostanze organiche e così via. Siccome esse comprendono molte specie sensibili all'inquinamento, i macroinvertebrati bentonici vengono usati come indicatori della qualità delle acque nell'ambito di indagini svolte con il metodo dell' I.B.E. (Indice Biotico Esteso). Prelevando con un retino gli animali dal fondo ed esaminando la comunità raccolta è possibile assegnarle un "punteggio" basato sul grado di varietà e sull'abbondanza di specie più o meno vulnerabili al degrado dell'ambiente. Il punteggio viene infine tradotto in una delle cinque classi di qualità previste dal metodo.

## 2. LE TROTE E LA LORO SISTEMATICA

### 2.1. DIVERSITÀ GENETICA DEL GENERE TRUTTA

In questi ultimi decenni stiamo assistendo in molte parti del mondo ad una diminuzione del numero di specie animali e vegetali causate dalla presenza dell'uomo e dalle sue attività dirette o indirette sull'ambiente. Anche in Trentino questo problema sta assumendo un'importanza non più trascurabile e, oltre alla scomparsa di alcune specie, stiamo assistendo ad una lieve ma inesorabile continua diminuzione della biodiversità, fenomeno riscontrato a livello planetario e dibattuto per la sua importanza già nella conferenza mondiale di Rio de Janeiro nel 1992.

La causa che accomuna tutti i casi biologici interessati da questo fenomeno è la presenza dell'uomo e l'attività che svolge; in particolare, nel caso degli ambienti d'acqua dolce e della fauna ittica alpina, l'uso inefficiente delle acque, l'inquinamento e l'attività di pesca dilettantistica rappresentano le principali ragioni per cui si assiste alla perdita di variabilità biologica e dell'identità degli endemismi. In diverse situazioni più o meno compromesse sono stati intrapresi tentativi di arginare questo fenomeno mediante la reintroduzione di specie autoctone e la transfaunazione di specie molto vicine o vicarianti; non sempre però questi interventi riescono a rimediare al danno già procurato con la scomparsa, anche temporanea, di una specie.

L'unica possibilità di garantire la salvaguardia di una specie è la sua protezione prima che si giunga a situazioni in cui anche il recupero risulta compromesso. Il problema appare ancora più grave per le specie endemiche che vivono in ambienti limitati o a delicato equilibrio: per queste il rischio di estinzione si presenta ogni qualvolta l'uomo interviene con superficialità, con mancanza di buon senso se non addirittura con azioni deliberatamente distruttive. Interventi di quest'ultimo tipo, purtroppo sono stati compiuti in tempi anche recenti nei confronti degli ecosistemi acquatici, considerati erroneamente di scarsa importanza nel complesso degli ambienti su cui l'uomo è presente e ne sfrutta le risorse. I corpi idrici infatti sono stati storicamente sottoposti a eccessive captazioni a scopi irrigui e canalizzazioni a scopi idroelettrici, scarico di reflui inquinanti di attività produttive e degli insediamenti abitati, disboscamento e artificializzazione degli argini. L'effetto sinergico di questi interventi ha determinato spesso enormi squilibri negli ecosistemi, con ripercussioni inevitabilmente

gravi sulla comunità biologica e in particolare sulla fauna ittica che rappresenta il vertice della piramide trofico-ecologica di questi ecosistemi.

*Salmo trutta marmoratus*, specie di salmonide comunemente chiamata trota marmorata, originariamente presente nel bacino del Po e del Nord-Ovest della penisola balcanica, ha subito in questi ultimi decenni una notevole restrizione sia numerica che di areale. Le cause sono da ricercare non in una singola, ma in una serie continua di interventi antropici sui corpi



Fig. 7. Tratto del Sarca di Campiglio  
“interrotto” da una briglia

idrici, principalmente captazioni idriche eccessive, sbarramenti artificiali lungo il corso dei fiumi che ne ostacolano le migrazioni in periodo riproduttivo (Fig. 7), interventi in alveo nel periodo di deposizione delle uova ed inquinamento generalizzato delle acque. Inoltre, allo scopo di ricostruire le popolazioni naturali seriamente decimate a causa di un eccessivo prelievo di pesca, in molti corsi d’acqua sono state effettuate smisurate immissioni di *Salmo trutta trutta*,

comunemente chiamata trota fario, spesso di ceppo nord-europeo e quindi di natura alloctona ma pur sempre un salmonide geneticamente molto vicino alla trota marmorata.

Alcuni autori suppongono che un tempo la trota fario e la trota marmorata presentassero una distribuzione di tipo parapatrico, con la marmorata dominante nel medio e basso corso dei fiumi e la fario diffusa nei tratti a monte. Attualmente queste due forme vivono in forzata simpatria in molti tratti dei corsi d’acqua che negli ultimi anni sono stati oggetto di ripopolamento. Purtroppo i periodi riproduttivi delle due specie sono almeno in parte sovrapposti e tutto ciò ha contribuito a creare le condizioni favorevoli all’ibridazione tra le due forme. Il rischio è quello di una irreversibile compromissione della “purezza” genetica della marmorata, causata dall’introggressione di genotipi alloctoni introdotti con le immissioni di trota fario.

Già verso la metà degli anni ‘80 si è cominciato a prendere in seria considerazione il problema riguardante il fatto che le due sottospecie molto probabilmente ibridizzano nelle zone di contatto (Gandolfi & Zerunian 1987), un fenomeno osservato assai comunemente tra i pesci e ipotizzato già ad inizio secolo da Gridelli (1936), Pomini (1941) e Sommani (1960). La preoccupazione è legata ai molti casi riportati di introggressione genetica dopo un contatto

secondario, naturale o indotto tra le specie d'acqua dolce, come quello riscontrato nei salmonidi nordatlantici.

Negli ultimi anni l'accresciuta consapevolezza dell'importanza della salvaguardia delle specie endemiche ha portato molti degli Enti Pubblici a cui è affidata la gestione delle acque dei fiumi e dell'attività di pesca, ad intraprendere una politica di ripopolamento dei corsi d'acqua con avannotti prodotti da riproduttori selvatici catturati in natura. Il problema che si pone a questo punto è di riuscire ad identificare le popolazioni o le subpopolazioni "pure", discriminandole dalle subpopolazioni "ibride". Il compito non è facile quanto meno per il fatto che i fenotipi ibridi presentano una notevole somiglianza col fenotipo marmorato (Fig. 8) e sono difficilmente distinguibili soprattutto negli stadi giovanili. Anche se molti studi hanno dimostrato



Fig. 8. Trota ibrida del fiume Sarca (marmorata x fario)

l'ereditarietà per alcuni caratteri morfologici (n. scaglie, n. raggi delle pinne, n. fori sottomandibolari, n. vertebre, ecc.) in condizioni ambientali controllate, l'eccezionale livello di plasticità fenotipica che caratterizza i salmonidi che popolano le acque naturali, limita l'utilizzo pratico del riconoscimento degli ibridi sulla base dei soli criteri morfologici, soprattutto quando sono valutati solo visivamente, senza un criterio oggettivo e ripetibile.

La selezione degli individui e la loro classificazione deve essere effettuata mediante una valutazione preliminare con metodi visivi, dei caratteri esterni, ma deve essere necessariamente integrata da analisi genetiche di tipo molecolare, che sono sicuramente oggettive e di universale applicazione e che consentano di discriminare, già in stadi di sviluppo molto precoci, individui di sottospecie e popolazioni diverse, ma anche da analisi morfologiche che utilizzano modelli avanzati di studio della forma del corpo, quali la morfometria basata sullo studio dei *landmarks*.

Da diversi anni vengono condotti studi sulle popolazioni di trota marmorata, fario e ibrido dei corsi d'acqua del Trentino Alto Adige, dei fiumi Adda e Ticino in Lombardia, dei bacini affluenti al fiume Po in Piemonte, dei fiumi Adige, Brenta e Piave in Veneto e dei fiumi Tagliamento ed Isonzo in Friuli Venezia Giulia. In un primo tempo, questi studi avevano l'obiettivo comune principale di censire la fauna ittica e caratterizzare morfologicamente e geneticamente le popolazioni di salmonidi, studiandone la componente autoctona e quella

alloctona introdotta; in un secondo tempo, l'obiettivo è diventato quello di studiare, sulla base dei dati raccolti, la migliore strategia gestionale per recuperare, ricostituire e mantenere le popolazioni autoctone originariamente presenti. Questi obiettivi si possono raggiungere effettuando una selezione dei soggetti presenti nel fiume e la costituzione di un parco riproduttori da destinarsi alla riproduzione artificiale, per la produzione di materiale ittico scelto, da destinarsi al ripopolamento dei corsi d'acqua naturali.

Da alcuni anni sono disponibili metodologie di indagine non distruttive che consentono di studiare le popolazioni ittiche presenti nei corsi d'acqua dolce mediante cattura con elettrostorditore. Gli animali catturati vengono in seguito sottoposti a leggera narcosi per effettuare in modo non traumatico la raccolta dei dati e una ripresa video dell'animale steso sul fianco sul quale saranno eseguite le analisi morfometriche su immagine. Per le analisi genetiche invece viene prelevato un piccolo frammento di tessuto dalla pinna anale del pesce sul quale vengono eseguite in laboratorio le analisi sul DNA.

## 2.2. DISTRIBUZIONE DEL GENERE SALMO

La distribuzione del taxon *Salmo trutta* in Europa, una delle più diffuse specie di pesci d'acqua dolce nativa della regione Palearctica, si estende in latitudine dal nord della Scandinavia e nord-ovest della Russia fino a sud del bacino Mediterraneo compresa l'isola di Creta e, in longitudine, dall'Islanda agli immissari del lago di Aral.

Diversi studi sono stati condotti negli ultimi decenni allo scopo di ricostruirne la filogenesi in quanto il gruppo si presenta caratterizzato da un'eccezionale variabilità fenotipica ed ecologica, ragioni che avevano spinto i sistematici degli ultimi due secoli a descrivere un numero elevato di specie. Nel suo complesso, infatti, il taxon *Salmo trutta* mostra di possedere un elevatissimo polimorfismo fenotipico e una considerevole variabilità ecologica all'interno di aree geografiche ben distinte.

Dai tempi di Linneo, più di una cinquantina di trote sono state descritte, di cui solo dieci nelle Isole Britanniche. Un quadro sistematico così estremamente complesso ed eterogeneo risulta essere tuttora oggetto di discussione, in quanto per buona parte inadeguato ad illustrare la storia evolutiva e zoogeografica del gruppo. La disponibilità di tecniche di laboratorio sempre più sofisticate, ha messo a disposizione dei genetisti strumenti di indagine di giorno in giorno più potenti. Negli ultimi decenni si sono susseguiti numerosi studi atti a verificare l'esistenza di presupposti su base genetica in grado di giustificare o meno una così vasta suddivisione in

entità differenti; i primi esperimenti di ibridazione tra forme morfologicamente ed ecologicamente molto diverse nonché tra popolazioni geograficamente molto lontane, dimostravano infatti l'esistenza di una pressoché assoluta interfecondità con produzione di progenie fertili (Pomini 1941). La tendenza dei sistematici dell'ultimo cinquantennio, sulla base di un rigoroso "concetto di specie", inteso come insieme di popolazioni anche eterogenee e allopatriche capaci di riprodursi dando origine ad una progenie fertile, è stata quella di preferire il raggruppamento di queste forme in una unica specie "politipica" denominata *Salmo trutta*.

È stata avanzata l'ipotesi che la maggior parte delle popolazioni che attualmente popolano l'Europa abbia iniziato a differenziarsi geneticamente dalla fine dell'ultima glaciazione (circa 15.000 anni fa), quando i principali bacini idrografici europei iniziarono ad assumere la configurazione attuale.

Da uno studio sono emerse differenze a livello genetico tra le popolazioni francesi di *Salmo trutta* che vivono nei corsi d'acqua che sfociano nel Mediterraneo e quelle nei fiumi del bacino dell'Atlantico. A conferma di queste osservazioni, risultati simili sono stati ottenuti in individui dei corsi d'acqua dell'Albania e della Grecia, dove sono state individuate due forme distinte nei fiumi ad ovest e a sud della penisola balcanica e i corsi d'acqua del nord e del nord-est. Uno studio esteso a 24 popolazioni provenienti da diverse aree geografiche del continente europeo, compiuto da ricercatori francesi utilizzando marcatori genetici mitocondriali, ha classificato il gruppo *Salmo trutta* in 5 gruppi principali denominati rispettivamente "Danubiano", "Atlantico", "Mediterraneo", "Adriatico" e "Marmoratus" che coincidono grossomodo ad una partizione geografica che raggruppa i principali bacini fluviali europei. Studi genetici estesi a popolazioni del centro Europa, dimostrarono come le forme lacustri e fluviali del bacino "Mediterraneo" ed "Adriatico" appartengono a gruppi distinti e che *Salmo trutta marmoratus* e *Salmo trutta fario* costituiscono due linee evolutive distinte.

La trota marmorata (*Salmo trutta marmoratus*) è risultata essere la linea evolutiva che per prima si staccò dal gruppo della trota fario, più recente invece sembra essere avvenuto il distacco della linea evolutiva che ha portato alla trota macrostigma (*Salmo trutta macrostigma*).

Una plausibile spiegazione di questo fatto può essere avanzata ipotizzando nell'area Mediterranea ed Adriatica una ricolonizzazione delle acque dolci da parte di forme esclusivamente marine d'origine mediterranea separatesi dal ceppo Atlantico in seguito al progressivo isolamento avvenuto nel Miocene. Recenti studi sulle vicende zoogeografiche del taxon *Salmo trutta* hanno permesso di chiarire alcuni dubbi sulla dinamica della separazione.

Bianco (1990) collega questi fenomeni a due eventi geologici importanti quali l'isolamento del Mar Mediterraneo dall'Oceano Atlantico e l'interruzione delle connessioni tra il Mediterraneo e il resto dell'antico bacino che includeva gli odierni Mar Nero, Mar Caspio e lago Aral. La più antica separazione all'interno del complesso *Salmo trutta* dovrebbe aver quindi implicato una frammentazione tra i tre principali gruppi: quello "Atlantico", quello "Danubiano" e quello "Mediterraneo". Simultaneamente all'interno dello stesso bacino Mediterraneo è avvenuta una frammentazione che ha portato all'attuale divergenza dei gruppi "Mediterraneo", "Marmoratus" ed "Adriatico".

### 2.3. IL GRUPPO SALMO TRUTTA NEL TERRITORIO ITALIANO

Per quanto riguarda l'area mediterranea, le trote appartenenti al gruppo *Salmo trutta* si presume, non senza ipotesi in aperto contrasto, possano essere derivate da un unico progenitore comune, e cioè la *S. trutta macrostigma*.

Mancando una ricostruzione filogenetica attendibile, il quadro sistematico attualmente riconosciuto rimane in attesa di studi indirizzati alla comprensione dei rapporti filogenetici esistenti tra forme caratterizzate da una elevata variabilità fenotipica. La nomenclatura relativa alle varie forme riconoscibili ha seguito tre tappe fondamentali, come appare nel sottostante prospetto:

<b>CANESTRINI (1867)</b>	<b>TORTONESE (1975)</b>	<b>GANDOLFI e coll. (1991)</b>
<i>Trutta genivittata</i>	<i>Salmo trutta marmoratus</i>	<i>Salmo trutta marmoratus</i>
<i>Trutta fario</i>	<i>Salmo trutta</i>	<i>Salmo trutta trutta</i>
		<i>Salmo trutta macrostigma</i>
		<i>Salmo fibreni</i>
		<i>Salmo carpio</i>

Secondo la recente distinzione di Gandolfi e coll. (1991), le trote naturali sono:

- *S. trutta marmoratus* (Cuvier): presente nell'Italia settentrionale negli affluenti alpini del fiume Po (Fig. 9);
- *S. trutta trutta* L.: taxon più diffuso anche a causa delle cospicue semine che continuano ad essere compiute con la forma di torrente conosciuta come "trota fario";
- *S. trutta macrostigma* (Dumèril): presente in Sardegna, Sicilia e con poche popolazioni isolate, nel versante tirrenico dell'Italia centrale e meridionale;
- *S. fibreni* (Zerunian & Gandolfi): endemica del Lago di Posta Fibreno nel Lazio; bacino di piccole dimensioni che ospita una popolazione molto ridotta;
- *S. carpio* : endemica del Lago di Garda.



Fig. 9. Distribuzione originaria del genere *Salmo* in Italia

Tutte queste entità presentano una grande variabilità nei caratteri morfologici e nella livrea, spesso in relazione con le caratteristiche ecologiche dei vari ambienti di vita. Gli studi sulla

sistemica e sulla zoogeografia del genere *Salmo* nella penisola Italiana, volti a mettere in evidenza le relazioni filogenetiche tra le diverse trote, si presentano tutt'altro che agevoli. La maggioranza di tali pesci sostiene una parte importante dal punto di vista commerciale e della pesca sportiva e per questo da oltre un secolo è oggetto di cospicue semine con materiale selezionato e prodotto in allevamento. Tale pratica, diffusa peraltro in tutto il continente, ha alterato il quadro distributivo e ha provocato irreparabili effetti di inquinamento genetico delle popolazioni naturali, rendendo pressoché impossibile individuare popolazioni indigene "pure" (Gandolfi e coll. 1991).

## 2.4. LA SISTEMATICA DI *SALMO TRUTTA MARMORATUS*

La posizione sistematica di *Salmo trutta marmoratus* è tutt'oggi oggetto di discussione.

Da alcuni autori essa corrisponderebbe a quella di una specie distinta dalla trota fario (Sommani 1960; Vittori 1966), ma ciò risulta molto discutibile se si considera la facilità con cui in natura la trota fario e la trota marmorata si incrociano dando origine a ibridi fertili. Ricerche osteologiche, effettuate su soggetti provenienti dalla Dalmazia, hanno comunque evidenziato alcuni caratteri peculiari che distinguerebbero la trota marmorata dagli altri Salmonidi.

Alcuni autori jugoslavi considerano la trota marmorata una specie a se stante mentre per altri ittiologi essa sarebbe invece una "morpha". Quest'ultima definizione risulta convincente secondo Marconato e coll. (1986) i quali fanno notare come la trota marmorata popoli un areale piuttosto ristretto e, qualora venga costretta in un habitat tipico non proprio, conservi comunque gran parte delle proprie caratteristiche morfologiche ed ecologiche che la contraddistinguono dagli altri salmonidi.

Tortonese (1970) ha proposto di classificarla come sottospecie della forma nominale *Salmo trutta* giustificando così la costante presenza di ibridi naturali tra la trota marmorata e la trota fario nelle zone dove le due forme vengono a contatto. A tale definizione si sono adeguati fino ai tempi attuali molti ittiologi italiani.

Tradizionalmente i parametri usati per la discriminazione a livello di specie sono stati la morfometria (misurazione delle varie porzioni del corpo), la meristica (conteggio dei raggi delle pinne, del numero di scaglie longitudinali ecc. ) e l'interfecondità con produzione di prole fertile. L'elevata plasticità fenotipica dei salmonidi ha però indotto ad affrettate suddivisioni sistematiche basate esclusivamente sulla morfologia esterna, pur essendo stato

dimostrato che l'espressione dei caratteri morfologici e meristici può essere influenzata dalle condizioni ambientali e che quindi questi caratteri, pur mantenendo il loro valore sistematico, devono essere integrati con altre cognizioni.

Metodi di indagine più moderni, quali studi elettroforetici e immunochimici sul siero sanguigno e studi sul polimorfismo del DNA mitocondriale in popolazioni conspecifiche, hanno fornito utili indicazioni per la revisione sistematica proposta da Gandolfi e Zerunian (1987), che integra le conoscenze biologiche e tassonomiche con le vicende zoogeografiche del gruppo in questione. Secondo tale impostazione, basata su un concetto "dinamico" di specie, l'entità tassonomica *Salmo trutta* deve essere considerata una "superspecie" comprendente in Italia tre "semispecie" segnalate come *S. trutta fario*, *S. trutta marmoratus* e *S. trutta macrostigma*. Per "superspecie" si intende un gruppo monofiletico di specie interamente o essenzialmente allopatriche, che sono troppo diverse dal punto di vista morfologico per poter essere comprese tutte in una unica specie. Le tre "semispecie" vanno considerate pertanto come popolazioni che non hanno ancora completato il processo di speciazione e sono quindi parzialmente interfeconde per la mancanza di una completa barriera riproduttiva; tra di loro lo scambio genetico è ancora possibile ma non così liberamente come tra popolazioni conspecifiche.

La classificazione proposta da Gandolfi e Zerunian (1987) e confermata da Gandolfi e coll. (1991) è quindi la seguente:

<b>Genere</b>	<b>Superspecie</b>	<b>Semispecie</b>	
<i>Salmo</i>	<i>trutta</i>	<i>macrostigma</i>	Fig. 10
		<i>trutta</i>	Fig. 11
		<i>marmoratus</i>	Fig. 12



Fig. 10. *Salmo trutta macrostigma*



Fig. 11. *Salmo trutta trutta*



Fig. 12. *Salmo trutta marmoratus*

Un recente studio su popolazioni di trota marmorata del fiume Brenta ed altri quattro salmonidi endemici italiani del gruppo *Salmo trutta* ha evidenziato solo limitate differenziazioni molecolari tra *S. trutta marmoratus*, *S. trutta macrostigma*, *S. carpio*, *S. fibreni* e *S. trutta trutta*, il che dimostrerebbe pertanto una stretta affinità genetica associata ad un considerevole grado di variazione fenotipica. In attesa di ulteriori progressi nel chiarimento della questione sistematica, in questa sede ci si atterrà alla classificazione proposta da Gandolfi e Zerunian (1987) sopra indicata. Va sottolineato che, per quanto riguarda le forme ibride, uno studio genetico condotto sulle popolazioni di trota fario, marmorata e ibrido del fiume Brenta ha dimostrato che:

- le forme ibride sono prevalentemente portatrici del genotipo mitocondriale della trota marmorata;
- la sequenza del gene mitocondriale mostra una divergenza del 1,4% tra i genotipi della trota fario e trota marmorata;

- i genotipi mitocondriali della trota fario del fiume Brenta sono molto simili a quelli dei ceppi allevati di origine nordeuropea introdotti a scopo di ripopolamento.

Questi risultati suggeriscono che:

- 1) gli incroci che originano individui dal fenotipo ibrido potrebbero avvenire preferenzialmente tra femmine di trota marmorata e maschi di trota fario;
- 2) le popolazioni di trota fario e marmorata sono distinte geneticamente sebbene non ancora separate come specie differenti;
- 3) una cospicua parte della popolazione di trota fario appartiene probabilmente ad un ceppo di allevamento di importazione, introdotto in natura con le pratiche di immissione ittica.

In uno studio effettuato su 18 popolazioni di *Salmo trutta* italiane (Giuffra e coll. 1994) si è confermata l'esistenza di una linea evolutiva monofiletica caratteristica per le 8 popolazioni di trota marmorata esaminate ben distinta da quelle delle popolazioni di trota fario. Nei corsi d'acqua in cui furono effettuati ripopolamenti con trote fario prodotte negli allevamenti fu osservato un consistente grado di introgressione genetica di genotipo mitocondriale alloctono nelle popolazioni naturali. Le popolazioni morfologicamente simili di trota fario mostrarono di costituire un gruppo di origine polifiletica che rifletteva l'eterogenea distribuzione dei genotipi mitocondriali tra le popolazioni. I risultati di questo studio inoltre consentirono di far risalire ad epoche precedenti le ultime glaciazioni (come già citato in precedenza) l'origine del processo di divergenza della linea evolutiva della trota marmorata da quella della trota fario. E' stato stimato che le due semispecie abbiano iniziato il processo di divergenza genetica 1-3 milioni di anni fa (stime effettuate sul DNA e sul polimorfismo enzimatico); verosimilmente, solo in epoche successive si sono venuti a creare i presupposti per un contatto secondario nel bacino del fiume Po dove le due popolazioni tendono comunque a mantenersi ben differenziate geneticamente. Proprio le differenti esigenze ecologiche sembrano essere il fattore determinante della piuttosto netta separazione spaziale tra differenti popolazioni, che caratterizza i corsi d'acqua occupati dalle due semispecie.

Studi genetici su popolazioni di trota marmorata effettuati su corsi d'acqua rappresentativi di buona parte del completo areale di distribuzione, dalle Alpi occidentali italiane all'oltralpe orientale in territorio sloveno, hanno evidenziato come il quadro generale ricostruito sulla base di alcune stime di distanza genetica, corrisponda a quello atteso sulla base di un'ipotesi di isolamento per distanza geografica.

Nel complesso tale quadro riflette l'ordine di disposizione topografica dei principali sistemi idrografici che ospitano le popolazioni di trota marmorata studiate. Questo risultato deve considerarsi di particolare importanza dal punto di vista biologico-conservazionistico, in quanto dimostra come il quadro distributivo generale della specie non risulti ancora essere stato completamente e irreparabilmente sconvolto dai reiterati interventi di transfaunazione e ripopolamento operati dall'uomo. Il riscontro di strutture genetiche sostanzialmente ben determinate nelle diverse popolazioni dà forza alle ragioni che promuovono la conservazione di queste entità come unità distinte.

### 3. LA TROTA MARMORATA

#### 3.1. DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

La trota marmorata è stata definita come un interessante endemismo del distretto padano-veneto (Gandolfi, *e coll.* 1991). Presenta una diffusione geografica ben definita, in quanto popola il tratto medio-inferiore (la cosiddetta “Zona a Temolo” ) degli affluenti alpini del fiume Po e di alcuni corsi d’acqua del Veneto, della Venezia Giulia e della penisola Balcanica (Slovenia Croazia e Dalmazia) tributari del Mar Adriatico (Fig. 13). La sua assenza negli affluenti Appenninici del Po sembra essere dovuta alle caratteristiche non idonee degli alvei che sono troppo ricchi di sabbia e fango e quindi non adatti alla sua riproduzione.



Fig. 13. Distribuzione originaria di *Salmo trutta marmoratus*

## 3.2. CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E BIOLOGICHE

Gridelli (1936), Pomini (1937; 1939; 1940a 1940b) e Sommani (1960; 1962) furono tra i primi nel periodo tra le due guerre ad occuparsi di studi tassonomici della trota marmorata descrivendola per diversi corpi idrici dell'Italia settentrionale ed evidenziandone le particolarità rispetto alla più comune e diffusa trota fario (*Salmo trutta trutta*). Rispetto a quest'ultima, fenotipicamente la trota marmorata si distingue per il caratteristico disegno marmoreggiato sul dorso e sui

fianchi, per la testa grande e allungata e per l'assenza dei "pallini" rossi e neri tipici della trota fario (Fig. 14). Oltre che per gli aspetti morfologici, la trota marmorata si differenzia anche per altre caratteristiche. Il numero medio di vertebre, è più elevato nella marmorata rispetto a quello della trota fario (rispettivamente 60-61 e 57-58). I denti vomerini hanno una disposizione tipicamente



Fig. 14. Esemplare di trota marmorata fenotipicamente perfetto

monoseriata nel 76,2% dei casi analizzati nella marmorata mentre l'80% delle trote fario presenta l'inserzione in duplice fila (Lucarda, 1994; Tesi di laurea). Si rileva invece l'assenza di apprezzabili differenze nei processi di sviluppo di forma e struttura embrionale e larvale. L'habitat preferenziale della trota marmorata è rappresentato dal tratto inferiore dei principali corsi d'acqua montani e dell'alta pianura a velocità di corrente meno elevata e la sua distribuzione si sovrappone a quella del temolo, del barbo comune, del barbo canino, del cavedano e dello scazzone.

La trota marmorata inoltre, rispetto alla fario, sembra avere differente regime alimentare con una maggiore tendenza all'ittiofagia, favorita in un certo modo dalle notevoli dimensioni che riesce a raggiungere. Non sono rari gli individui che superano i 40-50 cm di lunghezza e sono note catture di esemplari di peso superiore ai 20 kg. Queste divergenze di habitat e di alimentazione rispetto alla trota fario la rendono competitivamente superiore negli ambienti naturali. Benché le caratteristiche morfologiche e biologiche della trota marmorata siano

uniche e ben la distinguano dagli altri salmonidi che popolano le medesime acque, da sempre si è constatata la presenza di individui ibridi fertili che manifestano caratteri esteriori intermedi.

Gli ibridi fertili fra la trota fario e la marmorata sono abbastanza frequenti negli ecosistemi acquatici primitivamente occupati da quest'ultima ed artificialmente popolati con massicce immissioni di trote fario e in alcuni casi sono state riscontrate pericolose situazioni di compromissione genetica della popolazione autoctona di marmorata. Tutti gli autori concordano nel sostenere che le popolazioni di trota marmorata siano in forte contrazione numerica e di areale in tutti i siti di originaria presenza e che a questo si debba associare una considerevole diminuzione della purezza a causa dell'ibridazione. Tra i fattori da più parti invocati per spiegare il declino delle popolazioni della trota marmorata vi sono le manomissioni ambientali e tra queste i prelievi idrici con conseguente riduzione delle portate, gli inquinamenti, la pressione di pesca eccessiva e, soprattutto, le già citate massicce e indiscriminate introduzioni di trote fario di allevamento.

### 3.3. ACCRESCIMENTI E RIPRODUZIONE

La dinamica di accrescimento iniziale della trota marmorata è simile a quella della fario. Con il proseguire dello sviluppo tuttavia, mentre la fario rallenta abbastanza precocemente gli incrementi di lunghezza e peso, le marmorate continuano ad avere ritmi di crescita elevati. Vari studi riportano lunghezze medie per il primo anno d'età di circa 9-14 cm, 15-22 al secondo, 22-30 al terzo, 28-37 al quarto, 32-41 al quinto e 36-42 al sesto (Gandolfi e coll., 1991). Le velocità di accrescimento risultano molto più rapide nei corsi d'acqua planiziali. La durata media della vita di questo salmonide si aggira intorno ai 6-8 anni, anche se non risultano rari gli esemplari di oltre 10 anni. Il dimorfismo sessuale è minimo ed è visibile solo nel periodo riproduttivo, quando i maschi assumono una colorazione nerastra nella parte inferiore del capo e nella regione ventrale.

La maturità sessuale degli individui appartenenti alle popolazioni dei distretti alpini a quote relativamente elevate viene raggiunta nei maschi all'età di due anni e nelle femmine all'età di tre anni, mentre per le zone planiziali la maturità sessuale risulta più tardiva, indicativamente a partire dal terzo anno d'età per i maschi e al quarto per le femmine. La riproduzione ha luogo verso la fine di ottobre nei torrenti alpini a quote relativamente elevate e nel mese di dicembre nei corsi d'acqua planiziali, in concomitanza dei primi drastici cali delle

temperature. In questo periodo gli individui pronti alla riproduzione risalgono brevi tratti di fiume alla ricerca delle aree più idonee alla deposizione (aree di frega) le cui caratteristiche principali sono modesta profondità (20-80 cm), moderata velocità di corrente (0,4-0,8 m/sec) e fondo ghiaioso. Inoltre la natura geologica dei fondali sembra rivestire un ruolo fondamentale per la schiusa delle uova; infatti risulterebbero idonee solo rocce dure quali cristallini, graniti e dolomie, che formano ghiaie della giusta granulometria per la deposizione e la successiva ossigenazione delle uova tra gli inerti. Ciò spiegherebbe l'assenza della trota marmorata negli affluenti appenninici del Po, in quanto le rocce dei bacini imbriferi di questi corsi d'acqua sono rappresentate da argille, arenarie e rocce calcaree recenti che possono determinare il precoce soffocamento delle uova.

Le fasi che precedono la deposizione prevedono un particolare rituale. I maschi attendono per due-tre settimane l'arrivo delle femmine, dando vita a competizioni anche violente. Gli individui di sesso femminile, giunto il momento dell'emissione delle uova, si posizionano sul letto di frega e con energici colpi di coda smuovono i ciottoli del fondo predisponendo una buca atta a raccogliere. Successivamente si osserva la fase di deposizione (con contestuale fecondazione) cui segue quasi istantaneamente la copertura delle uova con uno spesso strato di ghiaia sotto il quale esse potranno maturare e schiudere indisturbate. I maschi, attraverso una gerarchia regolata dalla legge del dominante, cercano in ogni modo di aggiudicarsi la paternità degli embrioni.

Osservazioni compiute in Piemonte, riguardanti popolazioni con un'alta percentuale di ibridi trota fario x trota marmorata, hanno permesso di individuare interessanti tattiche riproduttive adottate da maschi con taglie diverse: quelli di maggiori dimensioni si comportano da "dominanti", difendendo la femmina matura e il nido, e fecondando la gran parte delle uova; quelli di taglia più piccola si comportano da "incursori", restando nascosti tra i massi durante i comportamenti preparatori all'atto riproduttivo, per poi compiere veloci incursioni e fecondare una parte delle uova; i maschi di taglia intermedia, detti "satelliti", restano invece nelle vicinanze del nido e, pur subendo gli attacchi dei dominanti, riescono al momento opportuno a fecondare una parte delle uova.

Il prodotto finale degli atti riproduttivi è un nido, comunemente definito “frega”. Le peculiarità dei nidi portano un occhio allenato a individuarne subito la presenza (Fig. 15). Essi hanno una forma caratteristica, ossia sono composti da uno scavo prodotto dallo spostamento iniziale degli inerti che, a causa della corrente e del movimento del pesce, assume una caratteristica forma a ferro di cavallo e da una colma, corrispondente all’accumulo del materiale precedentemente smosso.

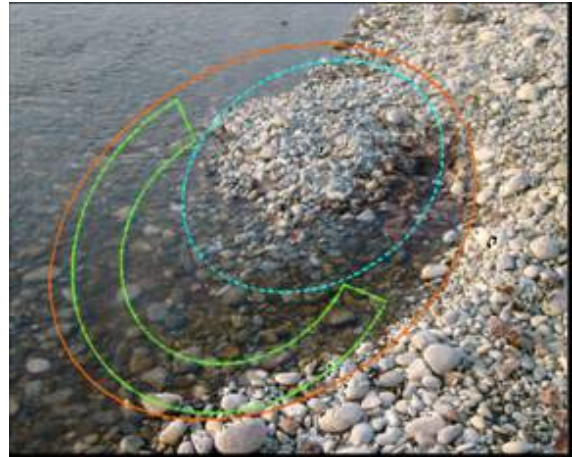


Fig. 15. Frega di trota: in rosso il limite esterno, in verde l’area di scavo, in azzurro il perimetro di colma

### 3.4. EMBRIOLOGIA

#### 3.4.1. Lo sviluppo dell’uovo

Il numero di uova prodotto da ciascuna femmina è assai variabile, passando dalle 2.500 per kg di peso nelle femmine del Fiume Adige (Jelli e coll., 1991) a 1.800 per le femmine del Brenta. L’uovo è avvolto esternamente da un guscio elastico e trasparente ed attraversato da innumerevoli pori la cui principale funzione è quella di consentire gli scambi respiratori. In aggiunta è presente il micropilo, che consiste in un’apertura circondata da una lieve depressione del guscio, da cui entrerà il gamete maschile all’atto della fecondazione.

All’interno del guscio si trova un sottile spazio detto *perivitellino*, ripieno di una sostanza colloidale (liquido perivitellino) che racchiude e circonda completamente il tuorlo avvolto dalla sua membrana e il disco germinale. Prima di venire a contatto con l’acqua l’uovo si presenta non di forma sferica, ma bensì di forma poligonale e flaccido al tatto, questo perché il guscio rimane aderente alla membrana del tuorlo. Nel momento in cui avviene il contatto con l’acqua si ha il fenomeno dell’indurimento con conseguente rigonfiamento dell’uovo; ciò avviene poiché l’acqua, attraverso un processo d’assorbimento osmotico, attraversa i micropori del guscio e viene a contatto col liquido perivitellino comportando un aumento dello spazio perivitellino con conseguente distensione del guscio. Tale processo si completa nel giro di 24 ore con il definitivo indurimento del guscio e chiusura totale del micropilo,

ponendo termine alla possibilità di fecondazione (Fig. 16).

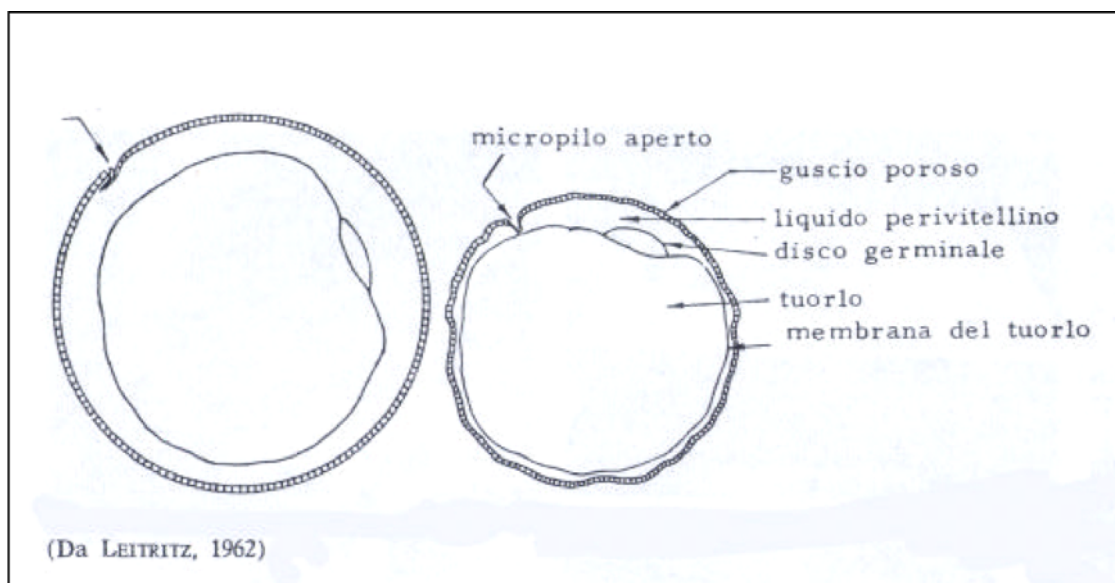


Fig. 16. Schema di uovo di salmonide appena emesso (dx) ed indurito (sx)  
(da Leitritz, 1962)

Dopo la fecondazione e l'indurimento del guscio, hanno inizio i processi di sviluppo embrionale. Inizialmente comparirà una piccola formazione traslucida di forma rotondeggiante che sviluppandosi ulteriormente andrà a costituire la macula germinativa; la sua posizione è mantenuta costantemente verticale rispetto al piano d'appoggio e localizzata nel polo superiore dell'uovo qualunque sia la posizione di caduta di quest'ultimo, grazie alla presenza di innumerevoli goccioline lipidiche del tuorlo che vanno a disporsi costantemente al di sotto dalla macula stessa. Tale fenomeno è facilitato dal fatto che il tuorlo può ruotare liberamente all'interno del guscio grazie all'aumento dello spazio perivitellino verificatosi durante il precedente rigonfiamento dell'uovo. La macula germinativa non costituisce comunque un valido carattere distintivo tra uova fecondate e non. In tale stadio, infatti, le uova vengono dette "verdi". Da tale macula iniziale si segmentano i blastomeri e si evolve poi la morula o disco germinativo (Fig. 17a). Successivamente la membrana del tuorlo si ricopre di uno strato di cellule provenienti dalla macula germinativa (parablasto) (Fig. 17b). Questo determina una maggior resistenza delle uova in sviluppo rispetto a quelle sterili (Ghittino 1983).

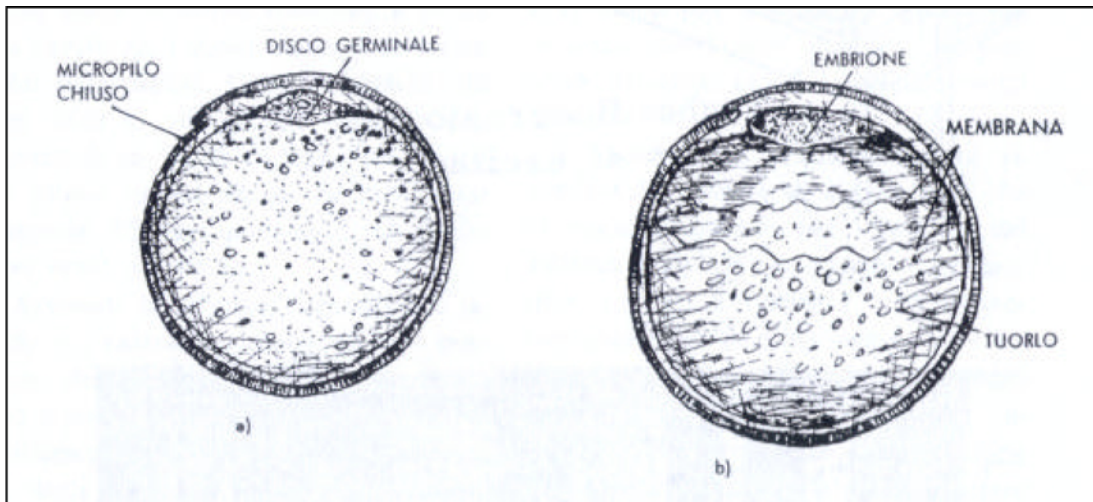


Fig. 17. Stadi precoci di sviluppo di un uovo fecondato (da Ghittino, 1983)

Lo sviluppo embrionale procede passando attraverso gli stadi di blastula e gastrula, i quali, lentamente, daranno vita alla figura dell'embrione collocata al centro del disco germinativo (Fig. 18c). Con la comparsa degli occhi, riconoscibili come due punti neri, si parla di uova "embrionate" (Fig. 18d) (Ghittino, 1983).

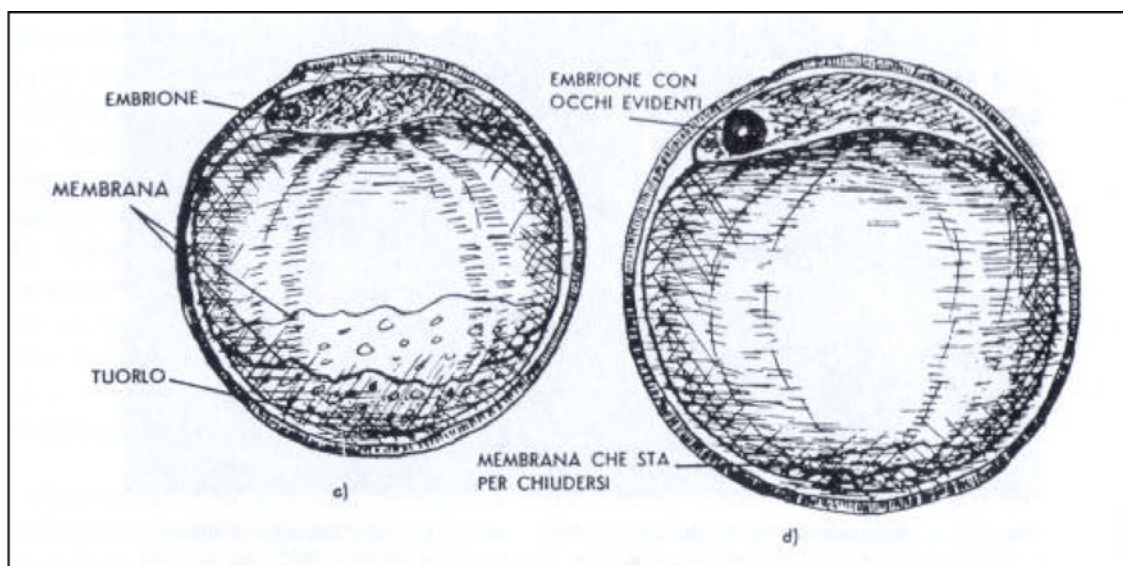


Fig. 18. Stadi avanzati di sviluppo di un uovo fecondato (da Ghittino, 1983)

Il tempo di maturazione delle uova di trota marmorata varia sensibilmente a seconda della provenienza del materiale e dall'altitudine delle zone di recupero. Al termine del periodo d'incubazione avviene la schiusa; un fenomeno particolarmente complesso che comporta la secrezione di un enzima proteolitico da parte di ghiandole posizionate nella faringe dell'embrione. L'attività di questi enzimi è sito specifica e la velocità di reazione viene

influenzata da alcuni parametri chimico-fisici quali temperatura, luce ed ossigeno disciolto (Ghittino, 1983). Questo enzima, come appena detto, è caratterizzato dal possedere un'azione sito specifica, rivolta in particolare al guscio dell'uovo che, costituito da una pseudocheratina, viene in parte sciolto e quindi assorbito dall'embrione stesso. Il risultato della somma di tali processi è un assottigliamento dello spessore del guscio che consentirà all'embrione di uscire agevolmente dall'uovo aiutandosi con movimenti respiratori opercolari e più in generale dell'intero corpo.

### 3.4.2. Da uovo ad avannotto

Dall'uovo schiuderà una larva la cui descrizione è stata esaustivamente prodotta da Pomini (1939). La larva neonata misura circa 15 mm e presenta un capo ben sviluppato sporgente anteriormente al sacco vitellino il quale, passando da subsferico ad ovale nelle ore appena successive alla schiusa, risulta lungo circa la metà del corpo. Il tronco è abbastanza robusto e le pinne pettorali e ventrali risultano immediatamente libere, mentre la pinna primordiale ha inizio, dorsalmente, all'altezza delle pettorali e ventralmente subito dietro alle ventrali, distinguendosi nettamente, lungo tutto il suo corso, gli abbozzi della pinna dorsale, caudale ed anale (Fig. 19). In questo stadio la larva rimane adagiata su un fianco e si muove solo a scatti e per brevi tratti.

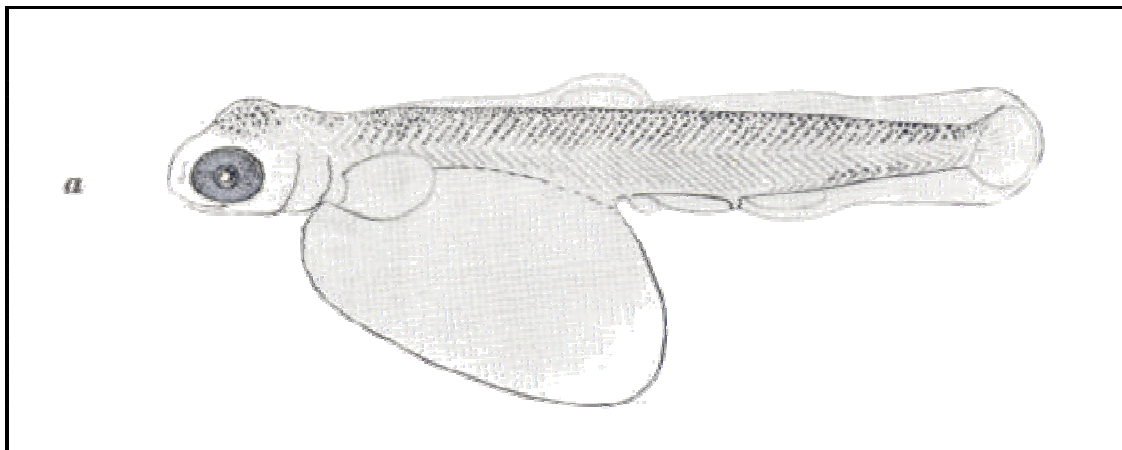


Fig. 19. Larva neonata (da Pomini, 1939)

Trascorsa una settimana la larva raggiunge la lunghezza media di 19 mm; il capo lentamente prende la fisionomia tipica del salmonide, il tronco si irrobustisce e la coda inizia a prendere forma. E' possibile osservare gli abbozzi dei raggi nelle pinne e l'abbozzo della pinna adiposa, residuo della progressiva riduzione della pinna primordiale. Il sacco vitellino segue l'allungamento della larva senza presentare modificazioni significative. Compaiono inoltre i

primi melanofori che lentamente si intensificano di colore. La larva dopo sette giorni riesce a mantenere la posizione normale e nuota già abbastanza rapidamente (Fig. 20).

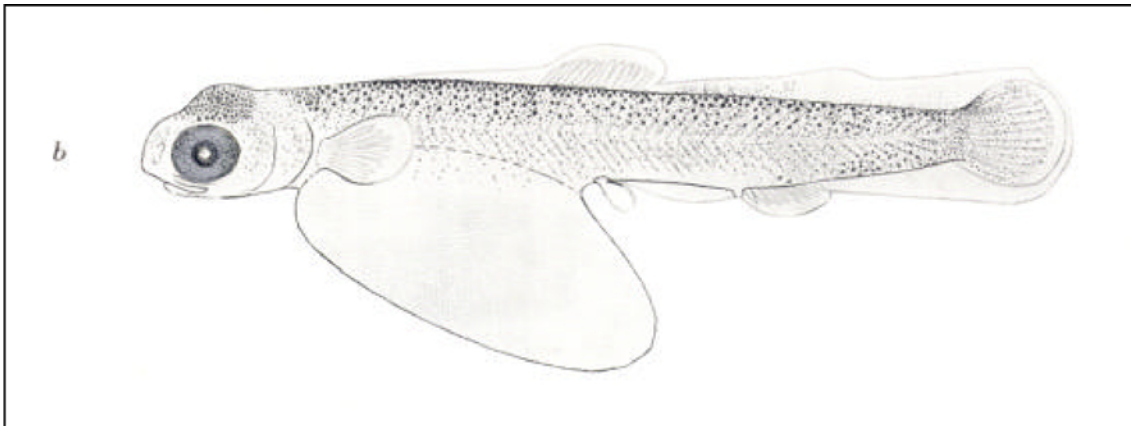


Fig. 20. Larva di una settimana (da Pomini, 1939)

Alla seconda settimana di vita la larva rallenta la crescita attestandosi a valori medi di lunghezza pari a 20 mm. Nel resto del corpo i lineamenti si definiscono sempre di più, il tronco si irrobustisce notevolmente ed il sacco vitellino, iniziato il riassorbimento, assume forma molto più allungata e piriforme (Pomini, 1941). I raggi delle pinne si espandono progressivamente verso le parti periferiche e la pinna adiposa, sebbene ancora in forma di abbozzo, risulta ben evidente. L'intero corpo viene lentamente invaso da melanofori stellati e piuttosto densi che contribuiscono ad aumentarne la pigmentazione (Fig. 21).

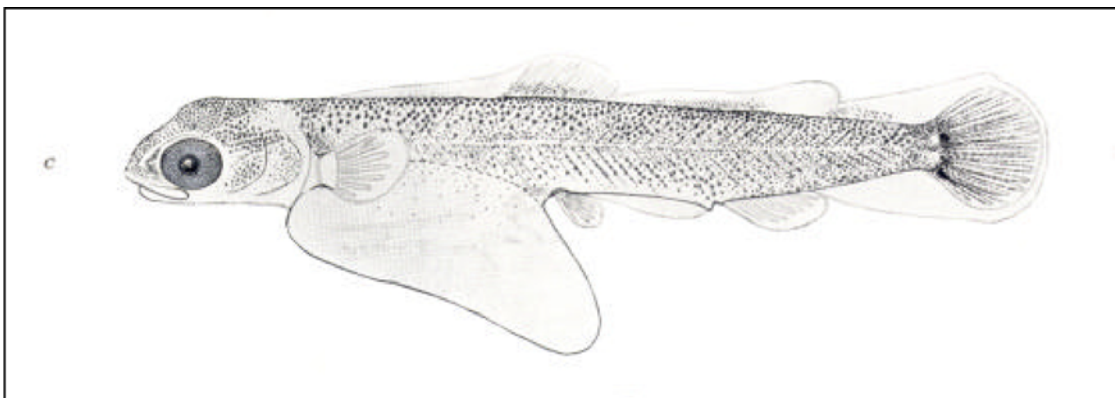


Fig. 21: Larva alla seconda settimana di vita (da Pomini, 1939)

A 21 giorni la larva ha raggiunto dimensioni medie di 21,2 mm mentre corpo, sacco vitellino e pigmentazione non presentano differenze significative; si può assistere alla sempre più veloce regressione della pinna primordiale a tutto vantaggio di una sempre maggior definizione delle pinne. Alla quarta settimana la larva misura mediamente 22,7 mm, il capo ha oramai assunto la fisionomia definitiva della trotella e, mentre il sacco vitellino risulta ormai quasi completamente riassorbito e le pinne, adiposa compresa, si sono ulteriormente sviluppate raggiungendo la loro forma definitiva (Fig. 22).

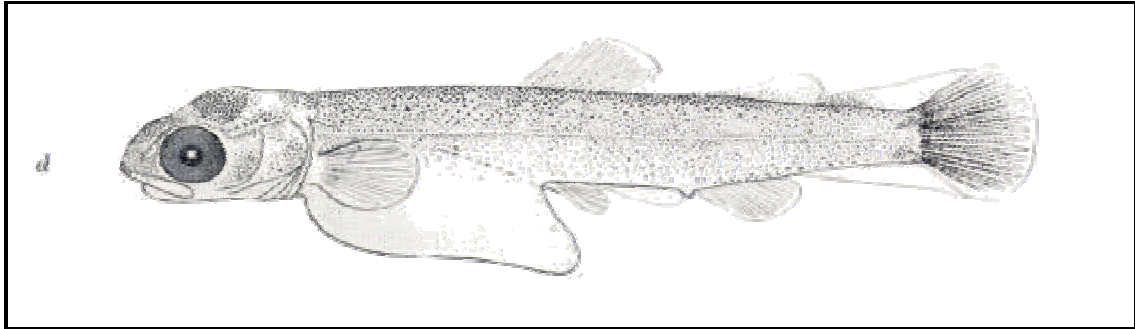


Fig. 22. Larva a 21 giorni (da Pomini, 1939)

Da qui fino alla conclusione della sesta settimana (Fig. 23 a,b,c) la larva è cresciuta sino a raggiungere una lunghezza di 24,3 mm, il sacco vitellino si è definitivamente riassorbito, il corpo ulteriormente irrobustito e le pinne, ormai completamente sviluppate, consentono all'animale di muoversi rapidamente ed agilmente. Il corpo, ricoperto di melanofori, ha assunto la caratteristica colorazione a macchie trasversali caratterizzante i giovani salmonidi.



Fig. 23a. Larva di quattro settimane (da Pomini, 1939)

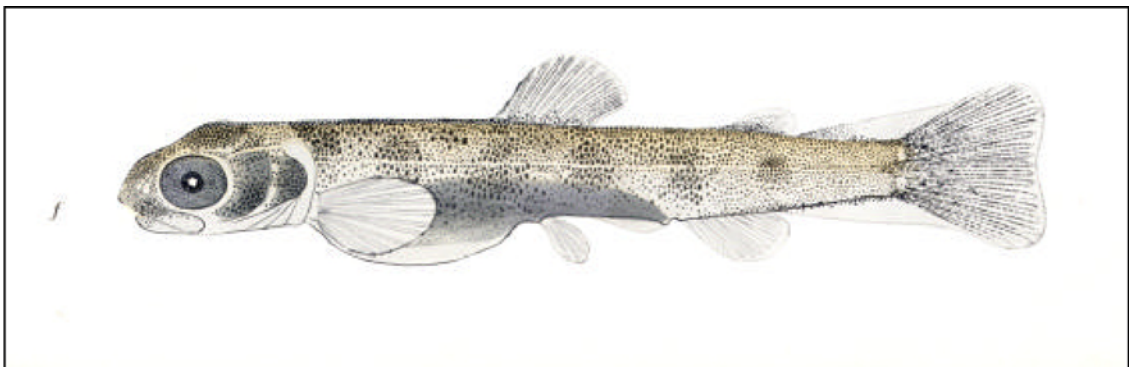


Fig. 23b. Larva di cinque settimane (da Pomini, 1939)

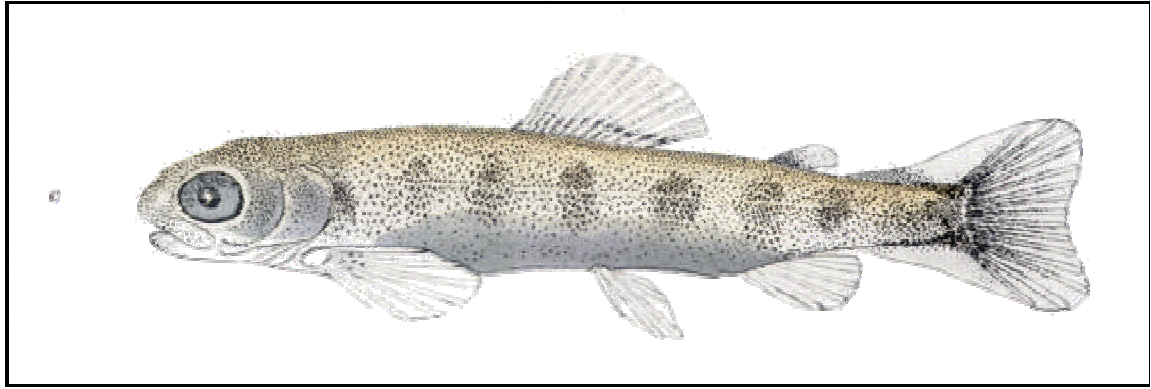


Fig. 23c. Larva di sei settimane (da Pomini, 1939)

Pomini (1939) riporta anche la descrizione dell'avannotto dopo 45 giorni dal riassorbimento del sacco vitellino, nel secondo stadio giovanile, ma a parte la lunghezza, passata da 24,3 a 32,3 mm, nessun altro carattere si modifica in modo significativo (Fig. 24).

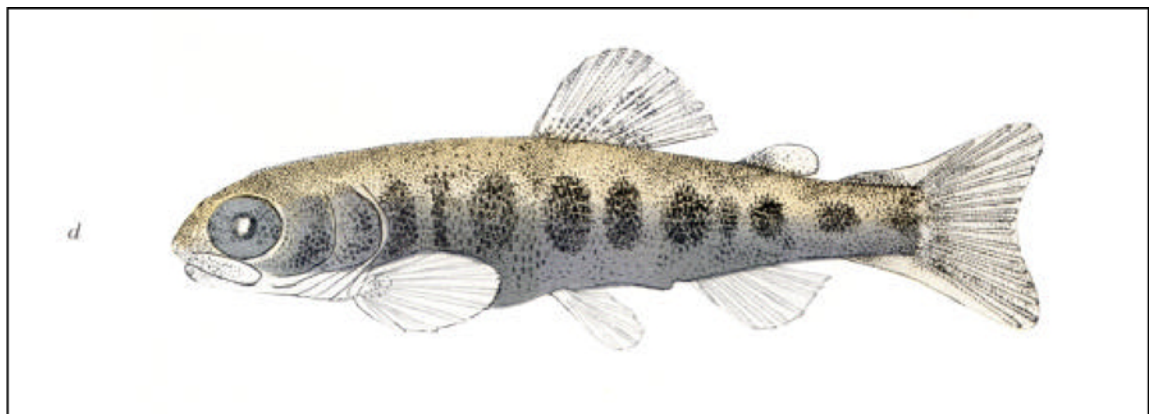


Fig. 24. Avannotto a 45 giorni di vita (da Pomini, 1939)

Da questo momento gli avannotti cresceranno rapidamente arrivando ad una lunghezza di 4-6 cm a 2-3 mesi di vita e, acquistata maggior sicurezza e stabilità, abbandoneranno gli ambienti del sottoriva per spostarsi definitivamente nelle zone centrali della sezione fluviale.



## 4. CAUSE DEL DECREMENTO DELLA TROTA MARMORATA IN TRENTINO

### 4.1. INQUINAMENTO ORGANICO E CHIMICO

Qualcuno pensa ancora che laghi e corsi d'acqua possano venire usati come “pattumiere” per sbarazzarsi di sostanze organiche, come quelle delle fognature e i liquami, o di sostanze chimiche di vario tipo provenienti dalle case (ad es. detersivi) o dagli insediamenti produttivi (solventi, oli, metalli, ecc.). Questo è ovviamente vietato, ma è difficile controllare ovunque. Inoltre le sostanze inquinanti possono seguire vie “oscure” o, più subdolamente, provenire un po' dappertutto, come nel caso dei concimi agricoli dilavati dal terreno. Molte sostanze chimiche uccidono rapidamente i pesci o li indeboliscono, esponendoli alle malattie; altre compromettono la sopravvivenza del plancton o del benthos, fatto altrettanto grave. L'inquinamento organico “concima” l'acqua generando un'abnorme sviluppo delle alghe (eutrofizzazione); con la loro morte e decomposizione l'acqua diventa asfittica e la carenza di ossigeno fa strage dei pesci presenti. Sui rimedi di questo problema non c'è molto da dire, ma è chiara la necessità di controllare sempre più gli scarichi in acqua e limitare per questo l'uso di fertilizzanti nelle campagne.

### 4.2. ALTERAZIONI DELLA PORTATA IDRICA



Fig. 25. Diga di Bissina in val Daone

La portata di moltissimi corsi d'acqua viene artificialmente diminuita dai prelievi a scopo idroelettrico (Fig. 25) e per utilizzo agricolo. Ogni tanto, per incidenti o “motivi tecnici”, l'alveo resta all'asciutto decretando la morte di tutta l'ittiofauna, che riuscirà a riformarsi solo dopo anni. Ma anche in situazioni normali la riduzione della portata rappresenta un grosso problema perché restringe lo spazio vitale disponibile per

gli organismi acquatici, pesci compresi.

Inoltre, e questo è ancora peggio, la poca acqua non riesce a diluire le sostanze inquinanti, che si concentrano con gli effetti sopra descritti. Infine, l'acqua si riscalda di più impoverendosi di ossigeno. Le repentine variazioni di livello dei corsi d'acqua e dei laghi impediscono di fatto agli organismi di popolare la zona soggetta ad escursione; le uova qui deposte sono condannate a morte certa. La trota marmorata è uno dei pesci che più risente di queste riduzioni. Essendo infatti un pesce molto rustico che raggiunge taglie elevate, ama vivere in acque profonde e ben ossigenate e ha visto negli ultimi decenni ridursi al lumicino i propri spazi e habitat preferiti. Se è vero che le attività produttive sono importanti, è altrettanto vero che queste non devono condurre al progressivo degrado dell'ambiente. Come sempre, se c'è la volontà è possibile trovare buoni compromessi. Ne è un esempio l'applicazione nelle acque del Trentino, a partire dal 2000, dei cosiddetti *rilasci di rispetto ambientale*; si tratta di un minimo che dovrebbe garantire la sopravvivenza dell'ecosistema. "Razioni di sopravvivenza" quindi, non certo pasti abbondanti.

### 4.3. ALTERAZIONE DELL'HABITAT

L'esasperata tendenza a modificare le rive dei fiumi e dei laghi ha ridotto molti di essi a uno stato di degrado acutissimo. I fini di sicurezza idraulica, di espansione delle attività produttive e ricreative, hanno sempre prevalso sulla conservazione degli habitat. La rettificazione, la canalizzazione e l'alterazione delle rive privano le nostre acque di microhabitat importantissimi, spezzando l'indispensabile legame ecologico con l'ambiente terrestre. Basti pensare alla distruzione dei canneti, che sono invece i preziosi "filtri naturali" dei laghi. L'artificializzazione dei corsi d'acqua costituisce uno degli impatti maggiormente significativi, in quanto modifica in modo diretto la struttura dell'alveo, con obiettivi quali il controllo delle piene e la riduzione dell'erosione delle sponde, il miglioramento delle condizioni di drenaggio e ad altri usi.

Tutti gli interventi umani sui corsi d'acqua e sui bacini idrografici possono modificare la morfologia fluviale. Ogni intervento ha un effetto immediato sul corpo idrico (ad esempio variazione della profondità o della velocità di corrente) che ha come conseguenza un cambiamento della capacità di trasporto solido; questa determina a sua volta una modificazione della morfologia dell'alveo che può condurre a nuove condizioni di equilibrio del fiume, cui è spesso associata una tipologia fluviale differente da quella originaria.

In generale è possibile individuare alcune azioni principali di artificializzazione dei corsi d'acqua:

- stabilizzazione delle sponde, mediante rivestimenti e protezioni di sponda: si utilizzano strutture tipo gabbioni (muri a gabbia eretti per la protezione spondale), lastre o pannelli di calcestruzzo, massicciate (vengono collocati blocchi di calcestruzzo oppure massi di cava);
- ampliamento dell'alveo in larghezza/profondità, per facilitare il deflusso delle portate di piena;
- rimozione della vegetazione e dragaggi sistematici di sedimenti e tronchi d'albero, in modo da ridurre la resistenza idraulica sulle sponde e sul fondo (riduzione della scabrezza e quindi deflusso migliore);
- controllo del trasporto solido con briglie.

Queste azioni determinano una serie di effetti sull'idraulica del corso d'acqua, sulla morfologia e sulle componenti vegetali e animali.

Dal punto di vista idraulico gli effetti possono essere molto negativi, in quanto se da un lato le azioni di canalizzazione tendono a far defluire più velocemente l'acqua dalle zone che si vogliono proteggere, dall'altro possono spostare il problema più a valle dell'area canalizzata, dove si possono verificare inondazioni che altrimenti non si avrebbero.

Per quanto riguarda gli aspetti morfologici, si assiste a impatti in prima battuta sugli habitat fluviali, che a loro volta si ripercuotono sugli organismi che costituiscono le comunità acquatiche.

Azioni di alterazione della geometria naturale tendono a determinare cambiamenti del *mesohabitat* (*pool*, *riffle*), comportando una riduzione della diversità idraulico-morfologica.

Con azioni di ampliamento dell'alveo si ottiene una riduzione della velocità di corrente e della profondità, apprezzabili alle basse portate, cui è associato un aumento della temperatura dell'acqua. Tali operazioni provocano una perdita di zone di rifugio per la fauna ittica. In queste condizioni si verifica innanzitutto una perdita di habitat stabile all'interno del corso d'acqua, in cui si possa effettivamente insediare una comunità vegetale e macrobentonica; si assiste inoltre ad un aumento del carico di sedimenti che arriva a valle, cui è associato un peggioramento della qualità delle acque (aumenta la concentrazione di solidi sospesi e la torbidità) ed eventuali problemi fisico-meccanici sulla fauna ittica presente.

Tutti questi interventi impoveriscono le comunità acquatiche, pesci compresi, ma si ritorcono anche contro l'uomo, perché a causa loro l'inquinamento aumenta. Le briglie e le dighe sono ostacoli spesso insormontabili per i pesci e "compartimentano" per sempre il corso d'acqua. Molti pesci che per deporre risalivano i fiumi e i torrenti ora non lo possono più fare.

E' evidente che la sicurezza del territorio necessita anche di interventi sui torrenti e sui fiumi, ma ciò va fatto rispettando il più possibile questi delicati ecosistemi, che non devono essere sempre considerati "l'ultima ruota del carro". Nel futuro dovranno affermarsi sempre più, nei limiti delle possibilità tecniche, gli interventi di ingegneria naturalistica, molto utilizzati all'estero. Invece, per gli errori commessi in passato, si può anche tornare indietro. Le tecniche di rinaturalizzazione consentono di "liberare" fiumi e laghi dal giogo delle rive artificiali, restituendo loro l'aspetto e le funzioni originarie.

#### 4.4. IMMISSIONI DI PESCI NON AUTOCTONI E IBRIDAZIONE

Fino a non molto tempo fa specie usate per la pesca venivano rilasciate a piacimento nei fiumi e nei laghi. Alcune sono riuscite ad adattarsi e oggi fanno ormai parte della nostra ittiofauna, ma questo non è avvenuto in modo indolore. Il preziosissimo salmerino alpino, ad esempio, si è estinto da vari laghetti alpini per la concorrenza con le trote introdotte, e la lista di casi simili non è breve. Ogni specie introdotta sposta gli equilibri preesistenti, danneggiando qualcuno degli endemismi autoctoni. Le immissioni a volte sono involontarie ma non per questo meno dannose. La liberazione di pesci rossi e "pesci esca" ha prodotto effetti devastanti sulla nostra ittiofauna; si pensi al siluro, specie esotica che ha ormai infestato l'intero bacino padano e di recente è stata rinvenuta anche in trentino.

Un aspetto subdolo e pericoloso delle immissioni è l'inquinamento genetico. Infatti rilasciando pesci di ceppi non locali si corre il forte rischio di dare vita a fenomeni di ibridazione con le razze a varietà autoctone. E' un processo difficilmente rimediabile, che ha interessato anche le nostre popolazioni di trota marmorata che, come già detto in precedenza, ibrida molto facilmente con la trota fario. L'ibridazione tra queste due semispecie è un processo naturale, ma si è notevolmente accresciuto negli ultimi decenni.

La causa principale di questo fenomeno sono le immissioni di trota fario, effettuate dalle varie associazioni di pescatori, per il ripopolamento dei corsi d'acqua, con lo scopo di "garantire" ogni anno un fiume sempre ricco di pesci (o meglio di un unico pesce) e quindi garantirsi un numero di soci elevato. Al contrario di quanto molti pensano, non sono le semine di trote adulte "pronta pesca" a determinare questo problema, ma bensì le semine di novellame; infatti le trote adulte, provenienti da circa due anni di accrescimento in piscicoltura, vengono seminate di norma al venerdì (giorno di chiusura della pesca dilettantistica) e al sabato sera pochi esemplari popolano ancora il corso del fiume. Non bastasse questi pochi superstiti non sono in grado di alimentarsi adeguatamente e vanno incontro a deperimento. Inoltre tali trote

hanno molto frequentemente pinne mal sviluppate e rovinate, o addirittura quasi inesistenti, a causa della sovradensità dell'allevamento intensivo in vasche di cemento e della forzatura tramite un'alimentazione povera in proteine e ricca di grassi, risultando pertanto molto poco competitive alla vita in corrente.

Il novellame (9-12 cm) viene invece seminato solitamente in autunno e le trotelle riescono benissimo ad insediarsi nella vita del fiume, diventando nel giro di un due anni trote "acclimatate" e pronte alla riproduzione.

Tale discorso vale per la marmoratine prodotte dalle Associazioni; per la fario non è proprio così dato che la maggior parte dei ceppi seminati fatica comunque a maturare le gonadi, specialmente nei torrenti ove il 90% della riproduzione è data da ceppi seminati in passato e di maggiore rusticità. Questa "rusticità" oggi si è in gran parte persa a causa dell'intensificazione degli allevamenti e dei problemi sanitari che hanno interessato le piscicoltura con conseguente minore diversificazione dei ceppi allevati.

L'immissione di pesci nelle acque del Trentino è oggi strettamente regolamentata e controllata e il problema dell'inquinamento genetico non è certo sottovalutato come un tempo. Non bisogna però abbassare la guardia perché gli errori e le disattenzioni possono costare cari.

## 4.5. METODI DI RIPOPOLAMENTO

È utile chiarire alcuni concetti e il significato di termini che sovente vengono utilizzati in modo poco corretto. Per immissione si intende il trasferimento intenzionale o accidentale, di un'entità faunistica da un'area, o da condizioni di cattività, ad un'altra area. Immissione è un concetto generale che comprende tre diversi tipi di operazione con significato ecologico molto differente:

1) *Introduzione*, cioè inserimento di un'entità faunistica in un'area al di fuori dell'areale nel quale la sua presenza è documentata in tempi storici. Questo è sicuramente il caso della trota fario di allevamento di ceppo nord europeo, introdotta diffusamente nelle acque di quasi tutti i fiumi a scopo di "ripopolamento". Il vero significato di questo termine, però, sarà illustrato in seguito, mentre i problemi connessi all'introduzione di ceppi alloctoni sono principalmente l'ibridazione delle popolazioni originarie, la trasmissione di patologie e gli effetti della competizione per lo spazio e per le disponibilità alimentari.

2) *Reintroduzione*, cioè traslocazione finalizzata a ristabilire una popolazione di una certa specie in una parte del suo areale, dove la presenza naturale della specie era documentata in

tempi storici prima che si fosse localmente estinta. E' per esempio il caso della trota fario di ceppo mediterraneo, di cui si suppone vi possa essere stata la presenza in passato nella nostra penisola, e della trota marmorata, quasi completamente scomparsa da alcuni corsi d'acqua.

3) *Ripopolamento*, cioè traslocazione di individui appartenenti ad un'entità faunistica ancora presente nell'area di rilascio, al fine di incrementare numericamente una popolazione. Il ripopolamento ha lo scopo principale di ricondurre le popolazioni naturali ad una consistenza numerica in grado di garantire l'auto-mantenimento della popolazione e della variabilità genetica necessaria per far fronte alla selezione naturale.

I parametri da considerare nei ripopolamenti sono:

- il potenziale biotico presente nel corso d'acqua, quindi la fecondità relativa delle specie oggetto del ripopolamento;
- la resistenza ambientale, intesa come inerzia dell'ecosistema ad essere forzato in una situazione di equilibrio non compatibile con le caratteristiche dell'ecosistema stesso;
- la capacità biogenica del corpo idrico nella sua interezza, che dipende dal grado di differenziamento ambientale presente nel corso d'acqua. Un corso d'acqua dovrebbe essere privo di punti di discontinuità fluviale e presentare elevata variabilità ambientale, con la presenza di aree diverse idonee sia all'attività di frega, sia all'accrescimento degli avannotti, sia al raggiungimento della taglia riproduttiva che alla vita degli individui adulti per tutto il periodo dell'anno. Un fiume di questo tipo presenterà sicuramente un'elevata capacità biogenica e potrà sostenere una comunità ittica varia, bilanciata e consistente in termini di biomassa.

Per quanto riguarda i salmonidi, i ripopolamenti possono essere effettuati sia mediante l'introduzione di uova fecondate (scatole vibert) sia con larve da poco schiuse, che con avannotti a sacco vitellino riassorbito, sia con trotelle che sono state alimentate artificialmente per un certo periodo, sia con individui adulti, mediante spostamento di individui selvatici da aree in cui vi sono popolazioni numerose, ad aree in cui la specie è scomparsa; in questo caso più propriamente si parla di reintroduzione.

## **5. IL PROGETTO MARMORATA IN TRENTINO**

### **5.1. I PIANI DI GESTIONE DELLA PESCA**

Con 860 km di corsi d'acqua e 42 km<sup>2</sup> di laghi con significativa presenza di fauna ittica, il territorio della Provincia Autonoma di Trento assume per la pesca una valenza importante. La Carta ittica, prevista dalla L.P. 12-12-1978, n. 60 sulla Pesca, è lo strumento grazie al quale i pescatori possono conoscere gli ecosistemi acquatici e il patrimonio ittico, programmare gli interventi a sostegno della pesca, controllare i risultati e migliorarli continuamente.

Da quasi 30 anni le 33 Associazioni di pescatori dilettanti locali alle quali la Provincia affida la gestione della pesca, utilizzano la Carta ittica per coltivare le acque pubbliche. L'esperienza accumulata ha consentito un continuo affinamento che ha portato alla stesura della nuova Carta ittica del 2001, il documento attualmente in vigore. La nuova Carta ittica del Trentino, approvata dalla Giunta provinciale nel settembre 2001, prevede la predisposizione dei Piani di gestione della pesca, articolati per ecosistemi omogenei (lago o corso d'acqua o tratto di corso d'acqua) e contenenti i dati aggiornati più significativi sulle condizioni dei pesci e dell'ambiente, le proposte di miglioramento, le indicazioni per i ripopolamenti e le prescrizioni per una corretta gestione della pesca. L'approccio metodologico e i criteri tecnici che hanno ispirato la redazione dei Piani hanno tenuto in considerazione le novità emerse dal mondo scientifico e dalla ricerca che hanno portato ad affinare le conoscenze specifiche, senza peraltro dimenticare l'obiettivo finale che è quello di trovare un equilibrio fra i diversi usi dell'acqua che consenta di tutelare gli ambienti acquatici e metterli nella condizione di esprimere una buona produzione ittica. Le informazioni e i dati di base sono stati raccolti con la collaborazione dell'Istituto Agrario di San Michele all'Adige che ha effettuato i rilevamenti sugli ambienti acquatici e sui pesci, con particolare riguardo alla composizione e alla struttura dei popolamenti ittici. Utili indicazioni sono venute anche dalla ricerca sulla genetica della trota marmorata commissionata dal Servizio Foreste e Fauna all'Università di Torino, dai rilevamenti sulla qualità biologica degli ambienti acquatici (indice IBE) e sulla funzionalità fluviale (indice IFF) condotti dall'Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente e dalle indagini sulle condizioni degli alvei e sulle aree riproduttive delle trote stanziali, entrambe effettuate dal Servizio Foreste e Fauna.

L'impostazione dei Piani, sotto il profilo metodologico, si ispira ad alcuni principi di base.

### 5.1.1. Popolazioni ittiche stanziali da proteggere

La presenza della trota fario, data in un primo momento per scontata, non è stata confermata nelle acque della provincia di Trento. La situazione è complicata dalle immissioni di trote della provenienza più disparata, succedutesi per oltre un secolo in tutto il reticolo idrografico ed effettuate ogni anno, dai pescatori, con milioni di esemplari. Gli specialisti attualmente concludono che, mentre la trota marmorata (endemismo sempre più raro del distretto padano-veneto) è certamente autoctona nel Trentino, la trota fario (“mediterranea” compresa) non è altrettanto sicuro che lo sia (la stessa osservazione viene fatta anche per il salmerino alpino, di probabile importazione austriaca). Viene perciò posta in primo piano la tutela della trota marmorata, tenendo presenti i risultati della ricerca commissionata dal Servizio Foreste e Fauna all’Università di Torino, che conferma peraltro la diffusione dell’inquinamento genetico anche in questa semispecie. Si ritiene quindi che l’attuale situazione, certamente complessa e molto modificata dall’intervento dell’uomo, non possa portare alla bonifica totale delle popolazioni ittiche presenti, che sono anzi meritevoli di attenzione perché acclimatate da molte generazioni nelle acque locali.

### 5.1.2. Protezione della marmorata: limitazioni alla pesca

Negli ultimi anni molti interventi di tipo legislativo hanno cercato di “proteggere” in tutti i modi questo salmonide e anche l’esercizio della pesca dilettantistica ha subito modificazioni



Fig. 26. Amo da pesca

in questo senso. Da alcuni anni infatti è proibito, su tutte le acque del territorio provinciale, l’uso dell’ardiglione sugli ami da pesca (Fig. 26). Tale parte dell’amo infatti, arreca notevoli danni al pesce una volta che deve essere liberato (ad esempio per un pesce pescato sottomisura o nelle zone “No kill”). Questo provvedimento non è specifico per la trota marmorata ma tutela tutti i pesci che, volontariamente o non, possono essere allamati nel corso d’acqua.

Il numero di trote marmorate che possono essere trattenute è di una al giorno, ovviamente tenendo ben presente le 5 catture giornaliere come limite massimo e la misura minima, che per l’ambito salmonide è stata portata fino a 35 cm. Negli ultimi anni sono state create lungo il Sarca alcune zone a prelievo nullo dette “No kill”. Per accedere a queste zone bisogna fornirsi di permesso apposito (rilasciato dalla società pescatori) e tutto il

pescato deve essere obbligatoriamente rilasciato. Ma perché un pescatore dovrebbe pagare per non portare a casa nulla? E' presto detto: in queste zone sono presenti, grazie al prelievo nullo, esemplari molto grossi di trota che regalano emozioni uniche al pescatore. E poco importa se si torna a casa "a mani vuote", quando si sono passate 3-4 ore in un ambiente fantastico, ricchissimo di pesci e con il pensiero che quel fantastico pesce che ho pescato oggi vive ancora, e regalerà le stesse emozioni ad un altro pescatore.

### 5.1.3. Conservazione dei processi naturali

Nelle prescrizioni ittiogeniche, agli elementi teorici è parso ragionevole anteporre, quale principale riferimento utile per la gestione, la situazione di fatto. I dubbi sull'effettiva autoctonia della trota fario nel Trentino e l'alterazione riscontrata del genotipo della trota marmorata (talvolta inquinato anche in esemplari "fenotipicamente puri") hanno indotto a prendere in considerazione, prima che la specie in sé, la popolazione presente in ciascun bacino idrografico. Si ritiene che la prima misura da adottare, nell'attuale situazione, sia il più rigoroso controllo di ogni operazione di prelievo, trasferimento o immissione di materiale ittico nelle acque pubbliche, vietando, salvo casi particolari legati ad esempio alla reimmissione, il trasferimento di pesci da un bacino idrografico all'altro. L'inquinamento genetico accertato in molti esemplari selvatici di trota marmorata è, purtroppo, un fatto irreversibile, e la "bonifica" non è ipotizzabile. Invece, certamente percorribile è quest'altra via: negli ambienti che ancora presentano buone condizioni di naturalità, utilizzare per gli eventuali ripopolamenti le uova o gli avannotti provenienti dal locale incubatoio di valle, interrompendo invece le immissioni di materiale alloctono: eliminata questa interferenza, si ritiene che la pressione selettiva operata dalle condizioni locali di ogni singolo corso d'acqua tenda a fare riemergere le condizioni genotipiche più adatte per la popolazione locale. Naturalmente, la pesca deve essere opportunamente limitata; inoltre, le principali aree di frega, spontaneamente raggiunte dai salmonidi in autunno per la riproduzione, devono essere protette, anche con bandite di pesca ed eventualmente migliorate, cercando di evitare i disturbi derivanti da altri usi dell'acqua o dell'ambiente, soprattutto nel periodo della riproduzione e dello sviluppo embrionale. Un primo censimento delle principali aree di riproduzione delle trote stanziali è stato fatto, a cura del Servizio Foreste e Fauna, nell'autunno 2005, seguito da ulteriori osservazioni nell'autunno 2006. Si ritiene che il vero obiettivo della lotta contro l'estinzione delle specie sia la conservazione dei processi evolutivi; lo sforzo più importante deve essere rivolto alla conservazione e al ripristino degli

ambienti nei quali i pesci si sono evoluti, accompagnato da un limite al prelievo. La variabilità genetica sussiste se le specie continuano ad evolversi nel loro ambiente naturale; le peschicoltura e i ripopolamenti vengono dopo.

#### 5.1.4. Immissione di materiale da peschicoltura

L'obiettivo del sostegno tramite ripopolamento alle popolazioni autoctone in fase di contrazione numerica e a rischio di estinzione, fatto con le peschicoltura a ciclo chiuso proposte in un primo momento dai pescatori come un mezzo indispensabile per la conservazione dei salmonidi autoctoni, è integrato con gli aggiornamenti ribaditi nei più recenti convegni ittologici e riassumibili nelle affermazioni seguenti:

- la conservazione delle popolazioni selvatiche è cosa distinta dal sostegno alla pesca sportiva;
- la variabilità genetica (= biodiversità) nelle specie selvatiche si crea in un ambiente naturale preservato e non negli stabilimenti ittogenici;
- ogni provvedimento più o meno provvisorio che non consideri prioritario il miglioramento dell'ambiente e che preveda il mantenimento delle popolazioni selvatiche con continue introduzioni da impianti ittogenici, con tutta probabilità, nel lungo termine, è destinato al fallimento;
- le linee genetiche originarie (menzionate nella Legge Provinciale 12-12-1978, n.60 sulla Pesca, art.6) non si conservano seminando nell'ambiente pesci allevati in vasca, ma tutelando gli ambienti naturali nei quali queste linee, tuttora presenti, si sono evolute;
- la peschicoltura, se può fornire materiale per la pesca sportiva, non può sostituirsi all'ambiente nella conservazione dei ceppi selvatici, per via della pressione selettiva e dell'ingentilimento ai quali, nel succedersi delle generazioni, il materiale allevato inevitabilmente è soggetto.

Negli ambienti adatti si possono invece fare, con buone probabilità di successo, immissioni di uova embrionate o avannotti a sacco vitellino riassorbito, schiusi negli incubatoi di valle, provenienti da genitori selvatici catturati nell'ambiente naturale e non allevati in vasca col mangime.

E' opinione condivisa che le peschicoltura che producono materiale per il sostegno alla pesca debbano distinguersi da quelle che producono materiale da carne: gli impianti possono essere a ciclo completo, ma aperto, che preveda il rinsanguamento dei ceppi allevati con i ceppi rustici, presi ogni anno nell'ambiente. La distinzione riguarda anche la limitazione dei carichi

unitari e il minor sfruttamento dell'acqua, ed è oggetto di uno specifico protocollo d'allevamento predisposto dal Servizio Foreste e Fauna. L'Amministrazione fornisce alle Associazioni pescatori supporto tecnico e finanziario.

### 5.1.5. Miglioramento degli ambienti acquatici

Riguardo il miglioramento dell'ambiente, i Piani di gestione mettono in evidenza che è meno facile da attuare rispetto alle immissioni ittiche, ma è molto più importante ai fini della pesca. Questa importanza si è vista, ad esempio, con l'entrata in funzione dei più recenti impianti di depurazione, con il rilascio delle portate minime vitali negli alvei a valle delle grandi derivazioni idroelettriche a partire dall'estate del 2000, e con la rinaturalizzazione degli alvei fluviali che, in alcuni casi, ha ripristinato l'habitat adatto alle trote selvatiche, compresa la possibilità di risalire il fiume per la riproduzione (Fig. 27).

Nei Piani si tiene conto del fatto che i miglioramenti ambientali, proposti in sede tecnica, per avere seguito devono essere effettivamente realizzabili, concordati fra gli interessati ai diversi usi dell'acqua e compatibili con la sicurezza idraulica.

Se gli aspetti sopra evidenziati rappresentano dei precisi cardini rispetto alle strategie di prospettiva riguardanti la coltivazione delle popolazioni ittiche più tipiche del Trentino, i Piani di gestione contemplano altresì precise prescrizioni o suggerimenti per la regolamentazione della pesca; limitano l'immissione di pesci domestici (pronta pesca) ad alcuni ambienti alterati e vincolano la stessa al rispetto di determinati parametri di qualità; stimolano i pescatori dilettanti a prestare attenzione al bilancio semine/pescato.

L'auspicio è che tale strumento, diligentemente applicato, possa contribuire a migliorare ed arricchire il patrimonio ittico del Trentino e porti le Associazioni pescatori al desiderio di ben utilizzarlo, proteggerlo ed accrescerlo.



Fig. 27. Tratto del Rio Bedù, affluente del Sarca, dopo interventi di rinaturalizzazione

## 5.2. INTERVENTI DI RINATURALIZZAZIONE

A fronte di questa situazione, negli ultimi anni si sta sempre più affermando la cultura del recupero ambientale e della mitigazione degli impatti prodotti dalle attività antropiche, mediante tecniche volte alla ricostruzione di ambienti degradati o distrutti. Tali azioni, raggruppabili sotto il termine di interventi di rinaturalizzazione, partono dal riconoscimento di danni e disturbi causati, da attività umane o da eventi naturali, alla struttura e alle funzioni degli ecosistemi naturali e hanno come obiettivo il ripristino di condizioni il più possibile vicine a quelle naturali; attraverso tali interventi è possibile ottenere un equilibrio più stabile e, in alcuni casi, accelerare processi naturali di recupero che altrimenti sarebbero troppo lenti. Una qualsiasi azione richiede anzi tutto la conoscenza della struttura e delle funzioni degli ecosistemi interessati dall'intervento e dei processi fisici, chimici e biologici che portano alla loro formazione e modificazione. Considerando che ogni ecosistema è di per sé dinamico, non potrà essere ricostruito in modo esatto bensì si tenterà di ricrearne, almeno in linea generale, la struttura, le funzioni e le dinamiche.

Proprio a causa della complessità degli ecosistemi da ripristinare, ogni intervento di rinaturalizzazione può di volta in volta essere effettuato utilizzando differenti tecniche, affinate e personalizzate in funzione delle particolari esigenze sito-specifiche.

I singoli accorgimenti tecnici di rinaturalizzazione possono essere classificati in base alla loro struttura, ai materiali impiegati (ad esempio massi, vegetazione, materiali sintetici), alla loro funzione (ad esempio consolidamento di versanti, creazione di pool, variazioni locali di substrato o di pendenza), alla componente biologica prescelta (ad esempio fauna ittica, macroinvertebrati, fauna terrestre), al tipo di misure adottate (ad esempio strutturali, gestionali, manutentive), alla scala di intervento (ad esempio in un sistema fluviale, il microhabitat, il corridoio fluviale o il bacino imbrifero).

Nel senso più generale possibile, rinaturalizzare un ambiente acquatico significa intervenire su vari fronti:

- per i *danni di tipo fisico* ad esempio gli interventi vanno dalla realizzazione di passaggi artificiali per la fauna ittica, al consolidamento e rinverdimento delle sponde, al drenaggio del terreno, alla costruzione di deflettori per la corrente, ecc;
- per i *danni da inquinamento*, si deve ricorrere al collettamento, dove possibile, degli scarichi civili ed industriali agli impianti di depurazione già esistenti, alla realizzazione di ulteriori nuovi impianti di trattamento delle acque reflue, all'ottimizzazione gestionale degli impianti di trattamento sia già esistenti sia da realizzare, provvedendo controlli e monitoraggi specifici

di verifica dei processi depurativi, perfezionamento degli attuali processi depurativi e affinamento dei reflui depurati, ad esempio mediante fitodepurazione, alla realizzazione o perfezionamento della separazione delle reti fognarie;

- per *danni di tipo biologico*, devono essere predisposti adeguati piani di gestione della fauna ittica (ripopolamenti, regolamenti di pesca, zone di tutela) e delle comunità biologiche in genere, sia animali che vegetali, terrestri ed acquatiche.

E' sempre necessario ricordare che ogni specie è strettamente legata ad alcuni elementi naturali fondamentali del suo habitat e gli interventi di rinaturalizzazione devono mirare a ricostruire, conservare o migliorare tali caratteristiche essenziali. Le componenti biotiche interessate dagli interventi di rinaturalizzazione degli ambienti acquatici sono la fauna ittica, gli invertebrati e la vegetazione acquatica.

E' pratica ormai diffusa che gli elementi morfologici caratteristici di un habitat non vengano ricreati direttamente, mentre si preferisce intervenire sui processi fluviali in modo che siano questi a ricreare l'habitat voluto e a mantenere la stabilità.

Ogni intervento di rinaturalizzazione dovrebbe quindi soddisfare contemporaneamente esigenze di tipo idraulico-morfologico e di tipo biologico. Inoltre qualsiasi intervento ex-novo sui sistemi fluviali dovrebbe essere effettuato nella logica della prevenzione dei danni, da cui consegue la necessità di "progettare con la natura"; il rispetto di questo criterio necessita di un'approfondita conoscenza dei sistemi fluviali dal punto di vista ecologico e della messa a punto di tecniche quali quelle dell'ingegneria naturalistica, applicabili ad ampio spettro.

## **6. IL PROGETTO MARMORATA NELL' ALTO SARCA**

### **6.1. INTRODUZIONE**

Con la delibera n. 2432 del 21/09/2001, la Provincia Autonoma di Trento ha approvato la Carta Ittica, in vigore dal primo gennaio 2002. Uno dei punti fondamentali di questo documento è quello che prevede un programma di protezione e recupero di uno dei più bei salmonidi alpini: la trota marmorata (*Salmo trutta marmoratus*).

Questo progetto, che si è reso necessario per i motivi già illustrati, prevede il ripopolamento di fiumi e torrenti del Trentino, con esemplari di trota marmorata di ceppo autoctono ed endemici di ogni corso d'acqua. Perché ciò avvenga dovranno essere costruiti impianti ittiogenici a ciclo semichiuso (i cosiddetti incubatoi di valle) atti alla riproduzione artificiale del salmonide.

La Provincia Autonoma di Trento ha quindi demandato alle varie associazioni l'onere di occuparsi di questo problema a livello locale. I contributi provinciali coprono circa il 50% dei costi (trattandosi di un progetto approvato dal Presidente della Provincia e di carattere ecologico) che dovranno essere integrati con i finanziamenti delle associazioni.

È da considerarsi un vero e proprio investimento sia dal punto di vista della biodiversità che dal punto di vista economico in quanto la trota marmorata è uno dei pesci più ambiti dai pescatori dilettanti italiani.

La durata del progetto è da considerarsi perpetua, in quanto una volta realizzati i vari impianti ed ammortizzati i costi, il progetto potrà dare riscontri economici capaci di autosostenere una ottima gestione del progetto. Potrebbero essere richiesti lievi cambiamenti nei procedimenti o nelle modalità di esecuzione in quanto i piani di gestione della pesca vengono aggiornati ogni 5 anni.

### **6.2. OBIETTIVI**

Gli obiettivi di questo progetto sono molteplici:

- il ripopolamento dei corsi d'acqua con esemplari di trota marmorata autoctoni e di qualità fenotipica e genotipica ottima;

- la rinaturalizzazione degli habitat adatti alla vita di questo pesce, ma più in generale a quella di tutta la fauna ittica fluviale;
- la costruzione di incubatoi di valle, che oltre a fornire avannotti e riproduttori ogni anno, saranno una sorta di “riserva di sicurezza” contro calamità disastrose (naturali o antropiche) in alveo;
- il mantenimento di una buona quantità e qualità del pesce in alveo, che avrà come effetto l’aumento dei pescatori e quindi un ritorno economico maggiore, non solo per le associazioni, ma anche per tutte le altre strutture turistiche locali.

### 6.3. DA MARMORATA A UOVO...

In questa prima parte viene descritto il procedimento con il quale ogni anno vengono prodotte “artificialmente” le uova di trota marmorata.

#### 6.3.1. Il recupero dei riproduttori

Il recupero dei riproduttori va fatto cercando di scegliere il momento migliore, quello in cui la maggior parte dei riproduttori è vicina al momento della deposizione. Questo momento è abbastanza caratteristico per ogni fiume (varia anche in zone diverse dello stesso corso) ed è influenzato in ordine di importanza, dalla luminosità delle giornate, dalla luna e dalla temperatura dell’acqua. Temperature basse e poca luminosità tra fine ottobre e novembre anticipano di 3-5 giorni il momento della deposizione, viceversa le condizioni opposte lo ritardano di altrettanti giorni. Le marmorate tendono a concentrare la frega nell’arco di una ventina di giorni.

C’è da dire che mentre nei primi 3 anni il recupero di riproduttori in alveo era fondamentale, per l’assenza di riproduttori in vasca, ora tali recuperi si concentrano solo sul prelievo di maschi “puri” (circa una decina di esemplari) per il rinsanguamento della specie. La riproduzione a ciclo semichiuso, consente infatti di mitigare gli effetti di “addomesticamento” in vasca, conservando la rusticità e le caratteristiche originarie della specie. Inoltre in questo modo si riducono al minimo gli effetti invasivi del recupero con elettrostorditore.

Le trote recuperate vanno manipolate il meno possibile ed è bene utilizzare guanti lunghi di plastica utili anche per evitare scosse nel caso in cui inavvertitamente sia messa una mano in acqua durante le operazioni di recupero.

Il ricovero provvisorio è una grossa vasca disposta su Pick-Up, dotata di ossigenatore, nella quale le trote possono stare anche una giornata senza troppi stress (è consigliabile guardarle da una fessura senza aprire tutto il portellone per evitare che agitate sbattano contro le pareti della vasca ferendosi).

### 6.3.2. La stabulazione dei riproduttori

Le trote vengono liberate nelle vasche di stabulazione dopo essere state disinfettate con formalina. L'insorgere della muffa su alcuni esemplari dopo una decina di giorni, ma a volte anche meno, è inevitabile e può portare alla morte alcuni riproduttori.

La muffa *Saprolegnia* colpisce maggiormente le trote ferite e i maschi più delle femmine; è l'unica causa di mortalità tra i riproduttori e spesso li colpisce anche durante la frega naturale. Per questo è importante fare periodiche disinfezioni dell'acqua.

I riproduttori recuperati a monte di Villa Rendena vengono messi nella piscicoltura di Spiazzo, che la Associazione ha in concessione da alcuni anni. Le trote vengono poste in un canale di cemento a sezione rettangolare 90x70 cm lungo 15 mi e coperto da pannelli di legno per quasi tutta la sua lunghezza.

La struttura è alimentata direttamente con acqua del Sarca. Nonostante questo, e pur avendo un elevato ricambio di acqua che però è a temperatura variabile, qualche riproduttore inevitabilmente dopo circa 10 giorni porta i segni della *Saprolegnia* e un 5-7% muore.

I riproduttori recuperati a valle di Villa Rendena sono stabulati presso l'incubatoio di Bolbeno dove nonostante il minor spazio a loro disposizione e il minor ricambio di acqua, vengono colpiti molto poco dalla *Saprolegnia*. Questo si pensa sia dovuto al tipo migliore di acqua (di sorgente, quindi a temperatura pressoché costante) nonché alla migliore disinfezione eseguibile.

È molto utile tenere i riproduttori quasi completamente al buio e nutrirli, salvo interrompere tale pratica 2 giorni prima della spremitura, con fario o iridee di taglia 6-9 cm naturalmente vive, che a dispetto delle popolari credenze vengono mangiate con gusto!

### 6.3.3. La spremitura

#### Operatore A

- 1) L'operatore pesca col guadino i riproduttori da saggiare (dopo averli radunati con la rete) dalla vasca dove sono tenuti a digiuno. Se almeno il 5% delle femmine dà uova, si procede alla spremitura. Se la percentuale è inferiore ma alcune femmine sono vicine alla maturazione, queste sono messe in vasca separata e saggiate nuovamente dopo 2-3 giorni. Le altre sono saggiate nuovamente dopo una decina di giorni. Se le vasche hanno fondo naturale, la comparsa delle prime aree di frega è indicativa della raggiunta maturità.
- 2) Immerge i riproduttori in una vasca contenente una sostanza anestetica in soluzione, quindi li porta (pochi esemplari alla volta) al tavolo di spremitura : rispettivamente, le fattrici agli operatori B, i maschi all'operatore C. Se il tavolo è lontano, il trasporto avviene in cassa piena d'acqua, coperta, su carrello.
- 3) Mette le fattrici, una alla volta, in una cassetta foderata di gommapiuma bagnata, accanto agli operatori B, mano a mano che essi le spremono.
- 4) Assicura la continuità del lavoro degli operatori al tavolo spremitura e si prende cura dei pesci saggiati, svuotando regolarmente i contenitori delle fattrici spremute, degli esemplari scartati e delle fattrici non pronte e maschi riutilizzabili, portando i pesci nelle rispettive vasche.
- 5) Si accerta che i pesci non escano dai contenitori, che devono essere mantenuti pieni d'acqua, periodicamente rinnovata, e coperti.

#### Operatore B-1

- 1) L'operatore effettua la spremitura:
  - a) prende una fattrice con entrambe le mani, avendo cura di non farla cadere, e verifica la maturazione delle gonadi, palpando delicatamente il ventre del pesce per sentire lo stato delle uova, con una leggera pressione (sul ventre, non sulla papilla genitale): se le uova non sono emesse, trasferisce l'esemplare nel contenitore delle fattrici non pronte; se invece le uova fuoriescono, procede alla spremitura;
  - b) tenendo il pesce per il peduncolo caudale con una mano, fa scorrere l'altra (incavo fra il pollice e l'indice) lungo il ventre dell'animale, dalle pinne pettorali verso la papilla, delicatamente, alcune volte, finché continuano ad uscire le uova (Fig. 28). Le uova sono raccolte in un contenitore forato, che le trattiene permettendo al liquido ovarico in eccesso di uscire. Tenere il pesce con la schiena appoggiata contro il grembiule indossato dall'operatore,



Fig. 28. Spremitura di una femmina di marmorata

durante la spremitura le uova rimbalzano sul contenitore che le accoglie e presentano colorazione disomogenea o sono idratate (presenza di una macchietta), significa che non sono più fecondabili e le scarta; se invece hanno colorazione omogenea e rimangono raccolte nel punto in cui cadono, passa il contenitore con le uova all'operatore C per la fecondazione.

#### Operatore B-2

Ha le stesse mansioni dell'operatore B-1. Lavorare in coppia in questa fase è consigliabile per contenere i tempi e limitare lo stress dei pesci.

#### Operatore C

1) L'operatore trasferisce le uova fecondate in un contenitore di un colore che contrasti con quello bianco dello sperma, e restituisce il contenitore delle uova all'operatore B.

2) Aggiunge alle uova di ciascuna femmina lo sperma di almeno due maschi (Fig. 29).

3) Mescola delicatamente i gameti e aggiunge un po' d'acqua (quanto basta per coprire le uova): questo è il momento della fecondazione. Il tempo utile per la fecondazione è limitato.

4) Dopo qualche minuto risciacqua delicatamente le uova fecondate, aggiungendo e facendo trascinare più

può facilitare la spremitura. Convieni che gli esemplari più grandi siano maneggiati da due operatori (uno afferra il peduncolo caudale, l'altro stimola la fuoriuscita delle uova come sopra indicato), altrimenti le fattrici possono sfuggire di mano e cadere a terra oppure sulle uova appena emesse.

2) Mette la fattrice spremuta nell'apposito contenitore con acqua, affinché possa riprendersi.

3) Valuta lo stato delle uova emesse: se



Fig. 29. Fecondazione delle uova con sperma di maschio

volte acqua, allontanando con la punta di una penna aviaria eventuali impurità.

5) Dispone le uova sui telaini per l'incubazione possibilmente in un unico strato.

Le operazioni di spremitura delle fattrici non pronte si ripetono ogni 7-10 giorni, fino a completamento.

## 6.4. DA UOVO A MARMORATA

In questa seconda parte viene descritto lo sviluppo dell'uovo fecondato nell'incubatoio di valle (Fig. 30).



Fig. 30. Vista esterna dell'incubatoio di valle a Bolbeno

L'incubatoio di valle è situato ad un'altezza di circa 650 metri, nei pressi dell'abitato di Bolbeno. E' stato ultimato nel mese di aprile del 2008 (anche se dal 2003 era attiva una struttura provvisoria) e i finanziamenti per la sua realizzazione sono pervenuti in parte dai contributi che la Provincia stanziava per il progetto Marmorata in Trentino, e in parte dal budget dell'Associazione Pescatori Alto Sarca. La gestione dell'impianto (per quello che riguarda pulitura vasche, alimentazione pesci, ecc.) è affidata a un dipendente dell'Associazione

Pescatori Alto Sarca che lavora part-time nella struttura, soprattutto nel periodo invernale e primaverile. Si può dire che sia il custode dell'incubatoio in quanto avendo un'azienda orticola a fianco della struttura riesce a svolgere in maniera ottimale tutti i compiti, fungendo anche da vigilante contro le possibili visite di malintenzionati. Nel suo compito viene aiutato dai due Guardapesca ufficiali dell'Associazione, soprattutto per quanto riguarda spostamento di avannotti e immissioni in alveo.

Dell'aspetto biologico si occupa il Dott. Giorgio Valentini, effettuando controlli periodici sullo stato di salute dei pesci, sull'accrescimento degli avannotti e sulla qualità dell'acqua. Si occupa inoltre della scelta dei riproduttori (sia in alveo che in piscicoltura) basandosi su vari fattori di tipo fisico e morfologico.

Nel momento della spremitura, inoltre, vi sono alcuni tecnici della Provincia (di grande esperienza) che seguono tutto il procedimento, assieme ai volontari della Associazione.

Tutti gli aspetti burocratici sono seguiti dal Presidente e dal Segretario dell'Associazione Pescatori Alto Sarca.

#### 6.4.1. La presa d'acqua

L'acqua, proveniente da una sorgente posta poche centinaia di metri a monte della struttura, viene incanalata e convogliata verso la vasca di filtraggio; le dimensioni sono di circa 1,5 m x 3 m e 50 cm di profondità ed è divisa in due parti: la prima parte ospita un filtro a maglie larghe che blocca i residui più grossi come foglie, rametti, sassolini, piccoli insetti, mentre nella seconda zona è alloggiato un filtro a maglia più fine atto a fermare particelle molto piccole come sabbia molto fine e limo, che creerebbero grossi problemi allo sviluppo larvale.

#### 6.4.2. Le vasche di incubazione

Le vasche di incubazione sono poste all'interno di una costruzione in legno, al riparo da intemperie e freddo intenso. La copertura è consigliata, inoltre, per riparare le uova dalla luce diretta, molto dannosa per la sopravvivenza delle stesse. Vi sono una decina di vasche di alluminio delle dimensioni di 50 x 50 x 300 cm (Fig. 31).



Fig. 31. Interno dell'incubatoio con le vasche di incubazione

La temperatura dell'acqua è costantemente attorno ai 6-7 °C e in queste condizioni la schiusa comincia ad avvenire dopo circa 65 giorni. Ogni giorno bisogna provvedere all'eliminazione delle uova morte e settimanalmente alla disinfezione con cloramina (dosaggio di 6 g per vasca) per evitare che si "impacchino". La disinfezione va fatta solo a partire da quando le uova sono embrionate e meglio a settimane alterne per evitare che la sostanza indurisca il guscio delle uova impedendone la schiusa o causando avannotti deformi. Inoltre la cloramina è un ottimo disinfettante preventivo atto ad impedire l'insorgere di malattie branchiali. Le uova prima dell'embrionamento sono molto delicate e se mosse possono facilmente morire, mentre una volta embrionate dopo circa 1 mese dalla fecondazione possono essere maneggiate con delicatezza.

#### 6.4.3. L'accrescimento e il passaggio da un nutrimento all'altro

La temperatura delle vasche durante la prima fase di accrescimento, fino a circa metà aprile, è di 7,5-8,5 °C.

Dopo circa 20-25 giorni dalla schiusa (il periodo varia a seconda della temperatura dell'acqua) e solo quando il sacco vitellino è completamente riassorbito, si comincia l'alimentazione con naupli di *Artemia salina*.

All'interno di queste vengono inseriti dei telaini (fatti di lamiera forata, di solito con fori ellittici ravvicinati da 20 mm x 3), di norma 5 per vasca, atti a contenere le uova fecondate (circa 4500 per telaio). I telaini (Fig. 32) sono posti ad un'altezza di circa 5 cm dal fondo in modo che l'acqua possa scorrere tutt'attorno alle uova, riproducendo il più possibile le condizioni naturali di alveo.



Fig. 32. Telaino atto a contenere le uova fecondate

L'artemia, commercializzata in cisti confezionate sottovuoto (disponibili anche in pacchetti o barattoli da una libbra) va fatta schiudere negli appositi contenitori (schiuditori riscaldati), seguendo le istruzioni del fornitore. Alla fine di ogni ciclo di schiusa, i contenitori devono essere disinfettati con ipoclorito o iodio o altro disinfettante idoneo e risciacquati.

La distribuzione dell'artemia può essere fatta manualmente almeno 4-5 volte al giorno o tramite gocciolatore, molto lentamente ma in modo continuo (da preferirsi). Per i primi 10 giorni l'alimentazione è rappresentata solo da artemia.

Dopo circa dieci giorni si comincia ad abbinare all'artemia lo sfarinato per avannotti (misura 003); la quantità iniziale è di circa ½ cucchiaino per 4.000 avannotti, che va poi calibrata in base a quanto mangime si deposita sul fondo della vasca.

L'artemia abbinata allo sfarinato va somministrata per 20-30 giorni ma questo periodo è indicativo; difatti bisogna guardare come si nutrono gli avannotti. Il primo sintomo di deperimento è la tendenza degli avannotti a portarsi nelle zone in cui la corrente è più debole. Lo sfarinato 003 si distribuisce per circa 2 mesi, poi si passa gradualmente a mangimi con diametro maggiore.

In questo periodo gli avannotti continuano a crescere e le vasche in alluminio risultano troppo anguste; per tale motivo quando raggiungono il peso di circa 500 avannotti/kg vengono spostati nelle vasche esterne in cemento, più grandi e con maggiore ricambio idrico (Fig. 33).



Fig. 33. Vasche esterne per avannotti

Una volta raggiunta la taglia di 6-9 cm gli avannotti seguono due strade: alcuni vengono "seminati" in autunno nel fiume Sarca, mentre altri vengono spostati in vasche sempre più grandi fino a raggiungere la maturità sessuale e quindi contribuire alla nascita di nuovi individui.

La quantità di mangime per riproduttori somministrato è tra lo 0,4% e l'1% del peso corporeo complessivo delle trote stabulate nella vasca. La quantità diminuisce col calare della temperatura e sotto i 5 °C si può non alimentare le trote.

Nella pagina seguente viene riportato uno schema riassuntivo che illustra lo sviluppo da uovo ad avannotto con le varie temperature di acqua riscontrate e l'alimento somministrato.

STADIO EVOLUTIVO	ETA' (GG)	MISURA (CM)	ALIMENTO	T ACQUA (°C)	RICOVERO	FIGURA
UOVO FECONDATO	0-30	0,1-0,3	-	7	TELAINI DI LAMIERA FORATA	
UOVO EMBRIONATO	30-65	0,3-0,6	-	7	TELAINI DI LAMIERA FORATA	
LARVA CON SACCO VITELLINO	65-90	1,5-2,0	AUTONOMO TRAMITE RIASSORBIMENTO SACCO VITELLINO	7,5	VASCHE IN ALLUMINIO	
LARVA A SACCO VITELLINO RIASSORBITO	90-100	2,0-2,5	ARTEMIA SALINA	7,5	VASCHE IN ALLUMINIO	
LARVA	100-120	2,5-3,5	ARTEMIA SALINA E SFARINATO	7,5	VASCHE IN ALLUMINIO	
AVANNOTTO 4-6	120-180	3,5-6	SFARINATO 003	7,5-8	VASCHE IN CEMENTO	
AVANNOTTO 6-9	180-270	6-9	MANGIME PER AVANNOTTI	8	VASCHE IN CEMENTO	

## 6.5. LE IMMISSIONI IN ALVEO

Le immissioni di trota marmorata nel corso del fiume Sarca vengono effettuate con tre metodi ben distinti (uovo, avannotto a sacco riassorbito o trotella 6-9 cm) sia dal punto di vista esecutivo che dei periodi in cui esse vengono fatte.

### 6.5.1. Immissione di uova embrionate

Le uova di trota embrionate a febbraio-marzo, ottenute da riproduttori maturi in autunno e incubate in acqua fredda, possono essere utilizzate per il più efficace dei ripopolamenti, se ben eseguito: quello in scatole Vibert (Fig. 34), collocate nel corso d'acqua sotto la ghiaia. Le scatole Vibert, di forma cilindrica del diametro di 10 cm, contenenti le uova vanno trasportate dall'incubatoio al corso d'acqua avvolte in uno straccio bagnato per esser collocate a dimora.



Fig. 34. Scatola Vibert con 800 uova di marmorata

Per quanto possibile, i posti d'immersione devono presentare le stesse caratteristiche dei luoghi di riproduzione naturali. Nei fiumi di mezza montagna i ripari naturali o i letti di ghiaia utilizzabili per le cassette Vibert sono relativamente abbondanti, non solo sul fiume stesso, ma anche dentro i piccoli affluenti e sorgenti laterali che possono costituire dei luoghi di immersione privilegiati.

Le tecniche di collocamento variano con le caratteristiche dei luoghi d'immersione, ma comunque devono sempre soddisfare le condizioni generali seguenti:

- esistenza di una corrente d'acqua di buona qualità;
- la cassetta deve essere in oscurità totale e, allo scopo, possono bastare 10 cm di ghiaia;
- i letti non devono essere insabbiati o colmi di fango.

I fiumi, le sorgenti e i ruscelli ad acqua limpida e a corrente abbastanza viva costituiscono le migliori zone di immersione. Si entra in acqua con stivali nei posti scelti, si scava un buco nella ghiaia con un piccone e si smuove la ghiaia tanto da permettere che la corrente ne elimini gli elementi fini. Lo scavo deve essere più profondo del livello in cui va posta la

cassetta Vibert. Si scava quindi fino a 40 cm di profondità, se possibile, e si riempie di nuovo il buco con circa 10 cm di ghiaia lavata dalla corrente, poi si piazza la cassetta Vibert sul letto di ghiaia. La cassetta va coperta prima con uno strato di ghiaia grossa, poi con ghiaia fine fino al livello del letto del fiume.

I settori a corrente rapida sono da escludere. Gli avannotti vi nascerebbero normalmente ma all'uscita dai letti di ghiaia vengono trascinati a valle o diverrebbero facilmente preda delle grosse trote e di altri pesci.

I fiumi ad acqua limpida e a debole corrente possono dare buoni risultati se la cassetta viene posta a livello sopraelevato rispetto al fondo.

Il piazzamento del monticello che protegge la cassetta va realizzato, se possibile, in prossimità di un bel cespuglio di crescita o di altre erbe acquatiche, dove gli avannotti possono trovare rifugio e nutrimento.

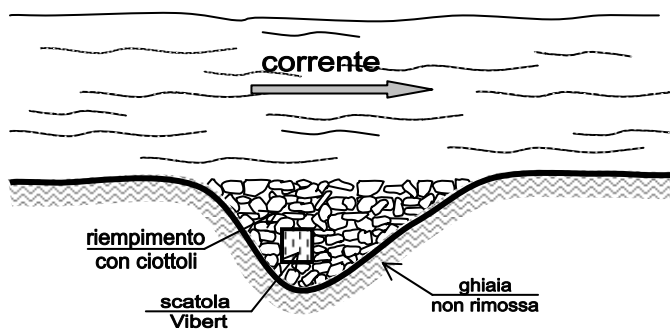
I fiumi ad acqua corrente non limpida comportano per gli avannotti e prima ancora per le uova il rischio di asfissia sotto i depositi di fango o di sabbia. In questo caso si deve dare preferenza a ripopolamenti con trotelle, a meno che si riesca a controllare efficacemente i depositi di fango e di sabbia sui posti in cui sono state sepolte le cassette Vibert.

Il controllo della sedimentazione può essere ottenuto:

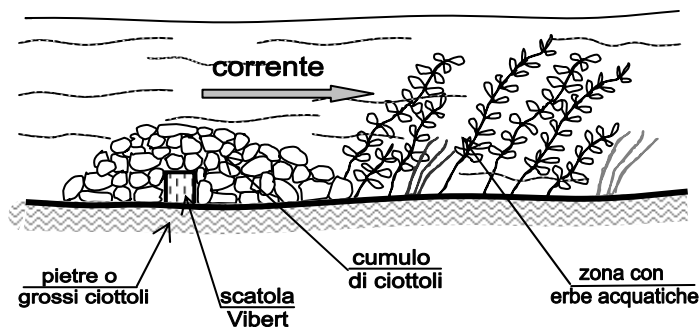
- installando un foglio di carta catramata o di plastica che formi una maschera di protezione e mantenga al disotto di essa una zona di ghiaia pulita dove l'incubazione può proseguire normalmente;
- per mezzo di sopraelevazione della cassetta rispetto al fondo; tenuto conto della corrente, il mucchio di ghiaia come quello realizzato per siti a debole corrente, deve essere realizzato utilizzando un contenitore, tipo un gabbiotto da legumi, una vecchia cassa a lati aperti, dei vecchi mattoni ecc.

I fiumi in piena possono essere sfruttati utilizzando lo stesso sistema, sempre che lo stato di sviluppo delle uova non permetta di attendere un abbassamento delle acque.

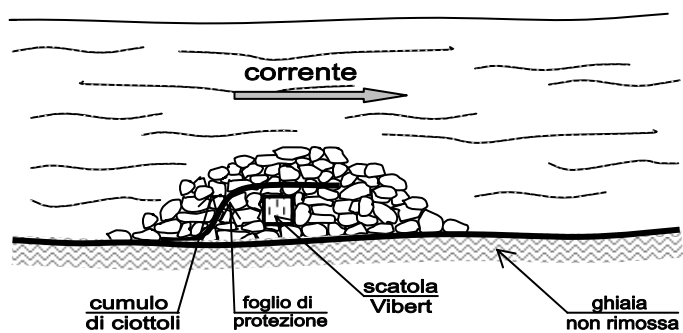
Nella pagina seguente sono schematizzate le tecniche più efficienti di collocamento delle scatole Vibert per le varie situazioni che si possono incontrare in alveo.



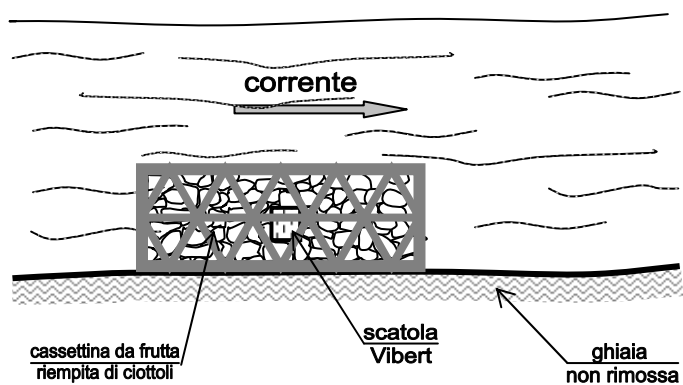
Corretto posizionamento di una scatola Vibert in un corso d'acqua limpida ed a corrente veloce (circa 40 cm/sec)



Corretto posizionamento di una scatola Vibert in un corso d'acqua limpida e a corrente lenta



Corretto posizionamento di una scatola Vibert (con foglio) in un corso d'acqua non limpido



Corretto posizionamento di una scatola Vibert in un corso d'acqua anche non limpida inserita tra i ciottoli trattenuti da una cassetina per ortaggi

### 6.5.2. Immissione di avannotti

Questo tipo di immissione viene fatto in autunno utilizzando avannotti di età inferiore all'anno e con dimensioni comprese tra i 6 e i 9 cm.

Il materiale immesso in alveo presenta già ottime capacità di alimentazione e di nuoto e per tale motivo è meno soggetto a predazione. Con questo metodo non si hanno i problemi di morte per soffocamento, che miete molte vittime negli individui allo stato larvale.

Il trasporto viene fatto su cassone con ossigeno su Pick-Up o, nelle zone non raggiungibili, con sacchi pieni per un quarto d'acqua e tre quarti di ossigeno portati a spalle. Il sacco con 500 trotelle o meno viene rovesciato in un solo punto. L'immissione va fatta in zone possibilmente ricche di rifugi. La maggior parte è portata nel Pick-Up e di volta in volta si sceglie una zona adatta, si riempiono due secchi con 500 trotelle e si distribuiscono in modo abbastanza uniforme su 100-200 m di fiume. Se la temperatura della zona di immissione si discosta molto da quella di allevamento bisogna far adattare progressivamente gli avannotti alla temperatura più rigida. Questa operazione è molto importante per gli avannotti a sacco riassorbito che vengono messi in acque generalmente molto fredde. Questo perché tali immissioni vengono fatte in tarda primavera quando in alveo scorrono acque di nevaio molto fredde (e solitamente torbide).

## 6.6. I NUMERI DEL PROGETTO DAL 2003 A OGGI...

**Autunno 2003:** è cominciata l'attività di salvaguardia e ripopolamento della trota marmorata recuperando dei riproduttori selvatici nel Sarca, che spremuti hanno prodotto circa 30.000 trotelle.

Circa 20.000 sono state liberate una volta riassorbito il sacco vitellino.

L'altra metà è stata nutrita nell'incubatoio sociale e a settembre 2004 ha raggiunto la taglia 6-9 cm; la semina è stata effettuata a fine ottobre. Una piccola parte è rimasta in incubatoio.

**Novembre 2004:** sono stati effettuati nuovamente i recuperi dei riproduttori, dalle cui uova si sono ottenuti circa 40.000 avannotti di marmorata, che sono rimasti ad accrescersi nelle strutture dell'Associazione. Le strutture sono state adeguate ed ingrandite, per poter ospitare un numero via via maggiore di trotelle.

**Novembre 2005:** circa 1000 marmorate di quelle nate nel febbraio 2004 erano presenti nella piscicoltura in gestione, con una taglia media di 16-18 cm e variabile da un minimo di 10 cm a 25 cm.

**Settembre 2006:** le marmorate nate nell'inverno 2005 hanno raggiunto taglia media di 6-11 cm, con una resa del 93% dall'avannotto alla trotella. Hanno dato una produzione di 37.000 trotelle: circa 30.000 sono state seminate ad ottobre-novembre nel Sarca, mentre 5.000 sono state date, come accordo con la Provincia di Trento, all'Associazione Pescatori Basso Sarca.

**Novembre 2006:** come ogni anno sono stati fatti i recuperi dei riproduttori, durante i quali, nella parte a monte di Villa Rendena, si è notato un aumento delle marmorate nelle taglie fino a 31-35 cm, segnale che la riproduzione "assistita" fatta in questi anni comincia a dare i suoi risultati. A valle di Villa sono risultate molto abbondanti, soprattutto nelle aree "No kill", le fario di media e grossa taglia mentre la percentuale di marmorate è risultata sicuramente inferiore che nel tratto alto del fiume. Le cause sono da ricercarsi principalmente nella forte pressione predatoria da parte delle trote più grosse e nella minor presenza di piane e correntine adatte all'accrescimento del novellame.

Le trotelle nate a febbraio 2006 sono state seminate in autunno nel Sarca tra Pinzolo e il Limarò; si tratta di circa 19.000 marmoratine taglia 6-12cm.

Sono inoltre state liberate circa 500 marmorate di taglia 23 - 33 cm (media 27 cm) provenienti dalla selezione fatta in piscicoltura Sociale. Sono state trattenute circa 350 femmine e una cinquantina di maschi fenotipicamente molto puri per l'accrescimento. Nel 2006 alcune femmine di allevamento hanno dato le prime uova per un totale di 10.000 che si sono aggiunte a quelle ricavate dai riproduttori selvatici per un totale di circa 40.000 uova.

In piscicoltura a novembre 2006 erano presenti tre differenti annate di marmorate ovvero: circa 400 marmorate nate a febbraio 2004 di 2 anni e 10 mesi di età selezionate, di queste 350 femmine e 50 maschi (taglia media 27 cm).

Circa 1.000-1.200 marmorate (stima prudenziale) nate a febbraio 2005 di 1 anno e 10 mesi di età non selezionate (taglia media 17 cm).

Circa 2.500 marmorate nate a febbraio 2006 di 10 mesi di età (taglia media 6.12 cm).

La resa in trotella di 6/9 cm da ogni uovo proveniente dalle trote spremute nel 2006 è stata tra il 60-65%, buona anche se non eccezionale. Nel Sarca tra Pinzolo e il Limarò sono state seminate circa 23.000 marmoratine tra luglio e settembre 2007 mentre 2500 sono state tenute in piscicoltura per diventare riproduttori.

**Novembre 2007** E' arrivato il tardo autunno e per il quinto anno consecutivo si è svolta la campagna per la riproduzione della trota marmorata. Quest'anno finalmente abbiamo cominciato a vedere i veri risultati del lavoro svolto fino ad oggi.

E' stato fatto in un'unica mattina il recupero sul Sarca di una quindicina di riproduttori selvatici di marmorata da cui si sono ottenute circa 8.000 uova che serviranno come base di rimonta da allevare in piscicoltura, principalmente allo scopo di mantenere una rusticità molto elevata della specie.

Le prime marmorate allevate hanno raggiunto ormai i 3 anni e 10 mesi di età (3+) con una taglia che va dai 35 cm ai 50 cm di cui la maggior parte si aggira sui 40-45 cm. Dalla prima spremitura sono state ottenute più di 100.000 uova di cui 80.000 dalle marmorate 3+ e 20.000 dalle marmorate 2+. Dalla seconda spremitura sono state ottenute 60.000 uova di cui 40.000 dalle marmorate 3+ e 20.000 dalle marmorate 2+. Vi sono quindi intorno alle 170.000 uova stabulate nel nuovo incubatoio finito giusto in tempo per ospitarle.

<b>Luogo di spremitura</b>	<b>Data e uova prodotte</b>
Spiazzo	21/11/05 prodotte 7.500 uova circa
Spiazzo	26/11/05 prodotte 900 uova circa da 2 esemplari
Spiazzo	05/12/05 prodotte 8.000 uova circa
Spiazzo	29/11/06 prodotte 17.000 uova circa
Bolbeno	29/11/06 prodotte 5.000 uova circa
Bolbeno	11/12/06 prodotte 2.000 uova circa
Spiazzo	11/12/06 prodotte 12.000 uova circa
Spiazzo	18-19/11/07 prodotte 8.000 uova circa da trote selvatiche
Spiazzo	26/11/07 prodotte 140.000 uova da trote allevate
Spiazzo	08/12/07 prodotte 60.000 uova da trote allevate
Spiazzo	22/12/07 prodotte 10.000 uova da trote allevate

## 7. PROPOSTE DI MIGLIORAMENTO E CONCLUSIONI

### 7.1. PASSAGGI PER PESCI

Dal punto di vista ambientale il corso del fiume Sarca, nel suo alto bacino, è sicuramente uno dei più belli e variegati di tutto il panorama nazionale.

Nonostante ciò molto può essere ancora migliorato soprattutto per quel che riguarda la vita degli organismi che in esso trovano l'habitat ideale per vivere. Un grosso problema è sicuramente quello delle briglie per il controllo della portata solida che ostacolano la risalita riproduttiva dei pesci. In questo senso molto si potrebbe fare.

Molti studi tecnici realizzano già progetti per "scale di rimonta", mantenendo inalterata la funzionalità della briglia; sono opere che conciliano un impatto ambientale nullo o quasi con una funzionalità eccellente.

Anche i costi, trattandosi di opere di modeste dimensioni, non sono esorbitanti e potrebbero essere coperti in gran parte dai finanziamenti provinciali che (fortunatamente) in campo di miglioramenti ambientali sono sempre molto cospicui. Gli interventi che possono essere fatti sono fondamentalmente di 2 tipi, ossia "a secco" o con opere in calcestruzzo e massi.

Interventi a secco. Consistono nel traslocare massi di cava al di sotto della briglia creando così una scala di risalita formata da piccoli salti e da buche di "riposo". Nell' eseguire tale intervento è bene spostare (tramite prelievi con elettrostorditore) preventivamente la fauna ittica che popola la buca al di sotto della briglia, al fine di evitare inutili danni o la morte ai pesci stessi. Il difetto di questo tipo di intervento è che i massi possono sprofondare in poco tempo se il letto del fiume non è formato da materiale consistente; inoltre con piene di dimensioni imponenti i massi possono subire ampi spostamenti vanificando il lavoro eseguito. I servizi Provinciali sono ora molto più attenti di un tempo e quando intervengono nell'alveo principale migliorano anche dal punto di vista ambientale la zona d'intervento. Premettendo che le marmorate fregano principalmente e con ottimi risultati anche nel letto principale del Sarca si può dire che il degrado maggiore si ha in tutti i tratti finali degli affluenti laterali medi e piccoli (Flangina, Finale, Folon, Bedù, Duina e diversi altri ruscelli) con problemi quali briglie (Finale Folon e Bedù), inquinamento (Duina e in misura minore Arnò) o portata ridotta a lumicino (un pò tutti). Sono andati quindi persi gran parte degli areali di frega

secondari comunque importanti. Inoltre nei rivi minori spesso i lavori vengono realizzati lasciando più fare alle imprese che non hanno spesso l'interesse ad eseguire buon ripristini.

Un altro problema tra Caderzone e Carisolo è la canalizzazione dell'alveo con assenza quasi totale di massi che sono fondamentali per la differenziazione morfologica del fiume e di conseguenza della vita delle trote selvatiche specie di medie e grosse dimensioni.

Opere in calcestruzzo. Si tratta di creare, senza intaccare il profilo morfologico e naturalistico del corso d'acqua, una corsia preferenziale di risalita per i pesci. Ne possono essere eseguite di vario tipo a seconda del tratto di fiume o torrente interessato.

## 7.2. E GLI ALTRI PESCI?

Sono ormai alcuni anni che il "progetto marmorata" è stato intrapreso e i risultati sembrano dare ragione a un gruppo di persone che con impegno e dedizione porta avanti questa esperienza. Fiore all'occhiello del progetto è l'incubatoio di valle sociale. E' una costruzione molto efficiente che potrebbe ospitare anche altre specie che rischiano l'estinzione o la ibridazione.

Quindi perché non cercare di portare avanti oltre alla riproduzione della marmorata anche quella del bellissimo e delicatissimo salmerino alpino (*Salvelinus alpinus*) o di qualche bel ceppo di trota fario.

Per il primo il problema è nato nel secondo dopoguerra, quando, per incrementare il numero di pesci pescabili nei laghetti alpini, sono state fatte massicce immissioni di trota fario e salmerino di fonte (*Salvelinus fontinalis*), pesci molto più intrepidi e aggressivi del timidissimo salmerino alpino. Il numero di individui si è notevolmente ridotto per la concorrenza al cibo, che in luoghi così poco adatti alla vita di un pesce, può essere l'ago della



19-7-59  
Semina avanotti Val Bona

bilancia tra la sopravvivenza e la morte. Fortunatamente sembrano non esserci fenomeni di ibridazione tra le due specie di salmerino e men che meno con la trota fario, per cui la qualità genetica endemica della specie sembra essere ancora intatta.

Si tratterebbe quindi di effettuare il recupero di alcuni esemplari di salmerino alpino (magari tramite la pesca e non con elettrostorditore che potrebbe creare molti problemi in microhabitat così delicati) e portare avanti una

riproduzione artificiale anche di questa specie. Lo spazio non manca e le tecniche di riproduzione non si discostano di molto da quelle utilizzate per la trota marmorata.

Inoltre l'incubatoio sociale potrebbe diventare anche un struttura di supporto didattico alle scuole locali (soprattutto per il liceo della montagna attivato tre anni fa nella vicinissima scuola superiore di Tione di Trento) diventando un punto di riferimento per lezioni pratiche di biologia ittica.

Spero quindi che queste mie proposte vengano prese in considerazione dall'Associazione Pescatori Alto Sarca per incrementare sempre più la qualità dei pesci delle nostre acque.

### 7.3. CONCLUSIONI

Tirando un po' le somme di questo viaggio nel mondo della trota marmorata, la situazione che ci si prospetta non è sicuramente tragica e irreparabile. Soprattutto a livello zonale, la purezza genetica può essere ancora salvaguardata e migliorata, "sviluppando" avannotti genotipicamente e fenotipicamente sempre più puri, grazie alla riproduzione artificiale e al rinsanguamento. Ci si augura che molte altre Associazioni seguano l'esempio di quelle che già tuttora eseguono la riproduzione artificiale, dotandosi di un impianto ittiogenico finalizzato a questo scopo. Solo una sufficiente disponibilità di uova embrionate e giovani d'annata, prodotti con criteri di massima qualità e controllo genetico e sanitario in tali impianti, infatti, potrà garantire la sostituzione delle deleterie immissioni di trota fario provenienti dalle troticolture commerciali.

Per quanto riguarda il miglioramento delle condizioni di vita di questo Salmonide (che nonostante tutto nel fiume Sarca sono già buone), molto può essere ancora fatto anche se Enti e Associazioni sono ormai improntate verso interventi sempre meno invasivi e riqualificanti la qualità dei vari habitat fluviali. Anche la pesca dilettantistica è stata modificata con leggi appropriate, in modo da proteggere sempre più questo pesce.

Il concatenamento di tutti questi fattori e i primi ottimi risultati del "progetto marmorata" disegnano un quadro che fa ben sperare.

E' chiaro comunque che i risultati tangibili di simili politiche di reintroduzione e ripopolamento ittico non si vedono da un anno all'altro ma richiedono tempi più lunghi e legati allo sforzo complessivo di miglioramento degli habitat e ripopolamento di qualità.

In definitiva si può dire che la trota marmorata ha ancora ottime possibilità di ricolonizzare in modo stabile e duraturo le acque del Trentino e in particolare quelle del fiume Sarca, dove prima dell'arrivo dell'uomo, viveva e regnava indisturbata in acque limpide e profonde.

## BIBLIOGRAFIA

- Bernardi C., 1956. Considerazioni sulla paleodiffusione nelle nostre acque alpine di alcune rare specie di *Salmo* e sulle ragioni che impongono l'adozione di misure protettive idonee ad impedirne il prevedibile prossimo annientamento. Bollettino di Pesca, Piscicoltura e Idrobiologia, 11, (1): 32-57.
- Gandolfi G., Zerunian S., 1987. I pesci delle acque interne italiane: aggiornamento e considerazioni critiche sulla sistematica e la distribuzione. Atti Soc. Ital. Sci. Nat. Museo civ. Storia Nat. Milano, 128 (1-2): 3-56.
- Gandolfi G., Zerunian S., 1987. L'ittiofauna autoctona delle acque interne italiane: problemi aperti nella sistematica. Atti II° Conv. Naz. AIIAD, 1987: 131-145.
- Gandolfi G., Zerunian S., Torricelli P., Marconato A., 1991. I pesci delle acque interne italiane. Istituto poligrafico e Zecca dello stato, Roma, pp. 321.
- Ghittino P., 1983. Tecnologia e patologia in acquacoltura. Vol. 1° -Tecnologia. Tipografia Emilio Bono, Torino, pp. 532.
- Giuffra E., Forneris E., Guyomard R., 1991. Polimorfismo genetico e filogenia delle popolazioni di trota del bacino del Po. Atti IV° Conv. Naz. AIIAD (Riva del Garda, 1991). Prov. Aut. di Trento, Trento: 21-31.
- Jelli F., Duchi A., 1990. Indagini preliminari sulle caratteristiche morfologiche di alcune trote marmorate *Salmo trutta marmoratus* Cuv., pure ed ibride del torrente Avisio (Val di Fiemme, Trento). Riv. Idrobiol., 29, 1:275-280.
- Jelli F., Alessio G., Duchi A., 1991. Biologia della trota marmorata, *Salmo(trutta) marmoratus* Cuv. Atti IV° Conv. Naz. AIIAD (Riva del Garda, 1991). Prov. Aut. di Trento: 47-76.
- Lucarda A.N., 1994. Osservazioni sulla biologia, ecologia e distribuzione di *Salmo (trutta) marmoratus* (Cuvier, 1817) nel fiume Brenta. Tesi di Laurea in Scienze Biologiche. Università di Padova;
- Marconato A., Salviati S., Maio G., Marconato E., 1986. La distribuzione dell'ittiofauna nella Provincia di Vicenza. Prov. di Vicenza, Ass. Pesca, Vicenza.
- Pomini F.P., 1939. Studi sullo sviluppo delle Trote italiane. Stadi larvali e primi stadi post-larvali della Trota del Piave (*Salmo marmoratus* Cuv.). Archivio Zoologico Italiano, Vol. XXVII. Rosenberg e Sellier, Torino, pp. 428.

Provincia Autonoma di Trento, 2007 - Piani di gestione della pesca 2007 - 2011. D.G.P. n. 1468 del 21 luglio 2006 (I stralcio), D.G.P. n. 2934 del 29 dicembre 2006 (II stralcio), D.G.P. n. 1052 del 25 maggio 2007 (III stralcio), D.G.P. n. 2415 del 9 novembre 2007 (IV stralcio).

Sommani E., 1960. Il salmo marmoratus Cuv.: sua origine e distribuzione nell'Italia settentrionale. Bollettino di Pesca, Piscicoltura e Idrobiologia, 15, (1): 40-47.

Tortonese E., 1970. Osteichthyes, parte I. Fauna d'Italia, Vol. X. Calderoni, Bologna, pp. 545.