



PROVINCIA DI BERGAMO
Settore Agricoltura Caccia e Pesca
Servizio Faunistico - Ambientale

STUDIO SULL'ECOLOGIA DEI LAGHI ALPINI DELLA PROVINCIA DI BERGAMO



VERSIONE 17/06/2003 11:02:00

G-R-A-I-A



GRUPPO AZIENDALE REGIONALE
S.p.A. - BERGAMO



PROVINCIA DI BERGAMO
Settore Agricoltura Caccia e Pesca
Servizio Faunistico - Ambientale

Studio sull'ecologia dei laghi alpini della Provincia di Bergamo

A cura di:

GAETANO GENTILI
ANDREA ROMANÒ
ANDREA BUCCHINI
MAURO BARDAZZI

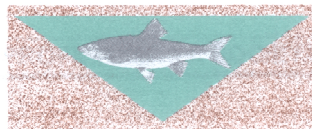
Con il coordinamento di:

ALBERTO TESTA (SERVIZIO FAUNISTICO - AMBIENTALE)

Foto e disegni: GRAIA SRL

Ringraziamenti: LABORATORIO DI IDROCHIMICA DELL'IRSA DI BRUGHERIO (MI) PER LE ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO

G · R · A · I · A



GESTIONE E RICERCA AMBIENTALE
ITTICA ACQUE

INDICE

INTRODUZIONE	4
CENNI DI ECOLOGIA DEI LAGHI ALPINI	5
ORIGINE E MORFOLOGIA	5
CARATTERISTICHE FISICO – CHIMICHE DELLE ACQUE	5
FITOPLANCTON.....	6
ZOOPLANCTON.....	6
MACROINVERTEBRATI	6
PESCI	7
<i>Sanguinerola (Phoxinus phoxinus)</i>	8
<i>Salmerino alpino (Salvelinus alpinus)</i>	9
<i>Salmerino di fonte (Salvelinus fontinalis)</i>	10
<i>Trota fario (Salmo trutta trutta)</i>	11
<i>Trota iridea (Oncorhynchus mykiss)</i>	12
ANFIBI.....	13
<i>Rana rossa di montagna (Rana temporaria)</i>	13
<i>Tritone alpestre (Triturus alpestris)</i>	13
ALTERAZIONI AMBIENTALI	14
<i>Acidificazione delle acque</i>	14
<i>Eutrofizzazione</i>	15
<i>Immissione di pesci alloctoni</i>	16
<i>Effetti della gestione degli invasi artificiali</i>	16
METODOLOGIE UTILIZZATE	17
SCELTA DEI LAGHI DA INDAGARE	17
STUDIO DELLE CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E IDROLOGICHE DEI LAGHI E DEI RISPETTIVI BACINI IMBRIFERI	18
STUDIO DELLA QUALITÀ CHIMICO – FISICA DELLE ACQUE	19
STUDIO DEL FITOPLANCTON	20
STUDIO DELLO ZOOPLANCTON	20
STUDIO DEI PESCI	21
STUDIO DEGLI ANFIBI	21
I LAGHI ALPINI DELLA VAL BREMBANA	22
I LAGHI ALPINI DEL SOTTOBACINO DEL FIUME BREMBO DI CARONA.....	23
<i>Lago Moro</i>	25
<i>Lago Colombo</i>	27
<i>Lago Gemelli</i>	30
<i>Lago Pian Casere</i>	34
<i>Lago Marcio</i>	37
<i>Lago Becco</i>	40
<i>Lago Sardegnana</i>	42
<i>Lago Fregaborgia</i>	46
<i>Lago Rotondo</i>	50
<i>Lago Diavolo</i>	52
GLI INVASI ARTIFICIALI DEL FIUME BREMBO: CARONA E BERNIGOLO	55
<i>Lago Carona</i>	56
<i>Lago Bernigolo</i>	59
GLI INVASI ARTIFICIALI DEL SOTTOBACINO DEL BREMBO DI MEZZOLDO	62
<i>Lago Valmora</i>	63
<i>Lago Cassiglio</i>	65
I LAGHI ALPINI DELLA VAL SERIANA	67
I LAGHI ALPINI DEL SOTTOBACINO DEL TORRENTE VALGOGGIO.....	68
<i>Lago Aviasco</i>	69
<i>Lago Campelli alto</i>	72
<i>Lago Canali</i>	74
<i>Lago Cernello</i>	76
<i>Lago Nero</i>	78

<i>Lago Resentino</i>	82
<i>Lago Sucotto</i>	84
I LAGHI ALPINI DEL SOTTOBACINO DELL'ALTO FIUME SERIO.....	86
<i>Lago Barbellino inferiore</i>	87
<i>Lago Barbellino superiore</i>	90
I LAGHI ALPINI DEL SOTTOBACINO DEL TORRENTE ACQUALINA.....	92
<i>Lago Branchino</i>	93
I LAGHI ALPINI DELLA VAL DI SCALVE	95
I LAGHI ALPINI DEL SOTTOBACINO DELL'ALTA VAL DI SCALVE	96
<i>Lago Asinina superiore</i>	97
<i>Lago Asinina inferiore</i>	99
<i>Lago Valbona</i>	102
<i>Lago delle Valli inferiore</i>	104
<i>Lago delle Valli intermedio</i>	106
<i>Lago delle Valli superiore</i>	108
IL SOTTOBACINO DELLA VALLE DI GLENO	110
<i>Lago Gleno</i>	111
PROPOSTE DI GESTIONE ECOCOMPATIBILE DEI LAGHI ALPINI DELLA PROVINCIA DI BERGAMO	114
GESTIONE DELLA FAUNA ITTICA	115
<i>Definizione della vocazionalità ittica dei laghi alpini della Provincia di Bergamo</i>	115
<i>Proposte di gestione dei ripopolamenti ittici dei laghi alpini</i>	116
<i>Proposte di modifiche sperimentali al regolamento per la pesca nei laghi alpini</i>	119
<i>Bibliografia</i>	120

INTRODUZIONE

La Provincia di Bergamo è particolarmente ricca di laghi alpini, ambienti lacustri assai peculiari per effetto della loro collocazione d'alta quota e che possono essere assai diversi tra loro, comprendendo da modeste pozze di natura temporanea fino ai grossi bacini artificiali. Questo insieme di corpi idrici rappresenta una preziosa risorsa in termini ambientali e di biodiversità in quanto molti di essi sono ecosistemi remoti ed incontaminati colonizzati da fauna e flora peculiari; non di meno i laghi alpini rivestono interesse anche dal punto di vista turistico per il valore paesaggistico, alieutico per la possibilità di ospitare Salmonidi ed economico per lo sfruttamento idroelettrico delle loro acque.

Questa ricerca trae origine dall'interesse ad approfondire la conoscenza ecologica di tali ambienti remoti e poco o per nulla studiati (16 laghi dei 31 considerati in questo studio sono totalmente privi di dati pregressi sulla qualità delle acque) e dalla necessità di tutelarli; le informazioni raccolte oltre a colmare le lacune scientifiche costituiscono un elemento propedeutico per la definizione di linee guida atte alla conciliazione dei diversi utilizzi di cui i laghi sono oggetto e soprattutto per un loro sfruttamento ecocompatibile. Una parte fondamentale di questo studio è dedicata alla stesura di un appropriato piano di gestione della fauna ittica e della pesca nei laghi alpini, in grado da un lato di valorizzare al massimo il potenziale alieutico di tali ambienti e dall'altro di preservare le biocenosi indigene laddove sono ancora presenti.

In considerazione del grande numero di laghi alpini che costellano il territorio montano bergamasco e delle obiettive difficoltà di raggiungimento di molti di essi per la loro collocazione geografica, è stato necessario limitare le indagini di campo ad un campione scelto in modo da essere il più possibile rappresentativo delle diverse tipologie ambientali presenti e ben distribuito all'interno del territorio di studio. Da queste considerazioni è stata selezionata una lista di 31 laghi, 14 in Val Brembana, 10 in Val Seriana e 7 in Val di Scalve, che sono stati oggetto di una campagna di indagini nell'estate 2001, i cui risultati sono presentati nel presente studio.

CENNI DI ECOLOGIA DEI LAGHI ALPINI

In questo capitolo si vuole presentare una rassegna sintetica delle caratteristiche ecologiche dei laghi alpini. Con il termine "lago alpino" in genere si definisce un bacino lacustre situato al di sopra del limite della vegetazione; dal momento però che tale limite può essere spostato artificialmente per effetto degli interventi antropici e che alcuni laghi da noi considerati si situano in prossimità di tale zona, di seguito tale termine sarà utilizzato con una valenza più ampia e come sinonimo di "lago d'alta quota".

ORIGINE E MORFOLOGIA

I laghi alpini possono essere raggruppati in tre ampie categorie sulla base della loro origine:

- Laghi alpini **naturali**, quando la loro esistenza si deve a fenomeni naturali come l'escavazione glaciale
- Laghi alpini **artificiali**, nati ex-novo in seguito alla costruzione di una diga
- Laghi alpini **naturali ampliati**, quando un preesistente lago naturale è stato artificialmente ingrandito con la costruzione di una diga

I laghi alpini di origine naturale sono per lo più originati dall'azione dei ghiacciai, che possono scavare le conche lacustri e/o creare degli sbarramenti di detrito morenico in cui si raccoglie l'acqua; in generale sono di modeste dimensioni e hanno una vita relativamente breve, geologicamente parlando, andando incontro ad interrimento e trasformandosi in zone umide e poi in prateria alpina. I laghi che hanno una forma tondeggiante e sono circondati da pareti scoscese, disposte ad anfiteatro in testa ad una valle, sono detti "laghi di circo" e possono avere profondità importanti. Con il tempo assumono forma sempre più irregolare per effetto della formazione di conoidi deltizi e la profondità si riduce a causa dell'escavazione dell'incile da parte dell'emissario e dell'apporto di sedimenti dal bacino imbrifero. Spesso laddove una valle laterale confluisce in quella principale vi è un dislivello dovuto alla minore forza di erosione del ghiacciaio nella prima, in corrispondenza del quale è presente una soglia rocciosa terminale che funge da sbarramento e consente all'acqua di raccogliersi, dando origine ai "laghi di valli sospese o di sella". Anche lungo l'asse della medesima valle è possibile che per la diversa composizione litologica e inclinazione del fondo il ghiacciaio eserciti una azione erosiva non omogenea; laddove l'escavazione è massima, come a monte e a valle di gradini rocciosi, vengono così a formarsi le conche dei "laghi di doccia".

I laghi alpini artificiali sono serbatoi ottenuti dallo sbarramento di una valle mediante una diga, possono avere dimensioni e profondità rilevanti e in genere hanno una forma allungata e frastagliata. Vengono sfruttati prevalentemente per la produzione di energia idroelettrica e in funzione del loro utilizzo sono soggetti a frequenti e consistenti variazioni di livello che penalizzano fortemente la biocenosi acquatica al loro interno. A ciò si aggiunge il fatto che periodicamente devono essere completamente svuotati per la manutenzione degli scarichi di fondo, azzerando quindi la comunità biologica lacustre e dovendo poi essere ricolonizzati dagli organismi acquatici. Migliore è la situazione nel caso dei laghi naturali ampliati che, pur essendo anch'essi sfruttati a fini idroelettrici, in caso di svuotamento mantengono almeno la conca del preesistente lago naturale.

Nelle caratteristiche di un lago alpino è importante anche il versante di esposizione: i bacini rivolti a Sud usufruiranno infatti di una maggiore insolazione e quindi di temperature e tassi di fotosintesi più elevati, con conseguente maggiore produttività rispetto per esempio a quelli esposti a Nord.

CARATTERISTICHE FISICO – CHIMICHE DELLE ACQUE

Dal punto di vista termico i laghi alpini presentano un periodo relativamente lungo di stratificazione inversa, da fine autunno a fine primavera, in cui la superficie è completamente ghiacciata. Successivamente il progressivo riscaldamento degli strati superficiali porta dapprima ad una situazione di omeotermia su tutta la colonna d'acqua e poi nei mesi più caldi può determinare un gradiente vero e proprio tra superficie, dove nei laghi più grandi la temperatura arriva a 14-15 °C, e fondo, dove arriva a 4-5 °C; nei laghi più piccoli la temperatura superficiale può raggiungere massimi intorno ai 18°C. In autunno il raffreddamento delle acque riporta i laghi in una situazione di omeotermia e poi successivamente riprende la stratificazione inversa con la formazione di ghiaccio in superficie. Nei laghi alpini alle quote più elevate la temperatura superficiale in estate supera di poco i 4°C, senza formare un gradiente vero e proprio tra superficie e fondo; la copertura di ghiaccio permane per la maggior parte dell'anno.

Il tempo di ricambio delle acque può essere assai diverso in relazione alla tipologia di lago; è relativamente lungo nel caso di bacini privi di immissari significativi, oppure estremamente veloce nel caso di serbatoi artificiali di modeste dimensioni sottoposti a pesante sfruttamento idroelettrico.

La chimica delle acque dei laghi alpini è influenzata dalla posizione peculiare di questi ambienti e dalle caratteristiche che ne derivano per i bacini imbriferi; questi in genere sono di piccole dimensioni, composti da rocce cristalline pochi inclini a rilasciare soluti e parzialmente non vegetati o coperti da praterie. Ciò fa sì che la conducibilità delle acque sia piuttosto bassa, a testimonianza della ridotta quantità di soluti disciolti, eccetto nei rari (per il territorio bergamasco) laghi in bacini calcarei. Anche la trofia del lago è profondamente influenzata in quanto vi è uno scarso apporto di nutrienti, necessari a promuovere lo sviluppo del fitoplancton e dei successivi anelli della

catena alimentare; in particolare il fosforo è talvolta presente in quantità ai limiti della rilevabilità strumentale. A differenza di quanto accade nei laghi subalpini e di pianura, dove il carbonio inorganico è sempre abbondante, nei laghi alpini soggetti ad acidificazione anche tale elemento può diventare limitante; i carbonati infatti possono diventare indisponibili per la crescita della biomassa algale (Barbieri & Polli, 1988); in tal senso l'alcalinità delle acque diventa importante, oltre che per il problema dell'acidificazione (trattato in un apposito paragrafo più avanti nel testo), anche come misura delle disponibilità trofiche.

FITOPLANCTON

Il fitoplancton è una comunità biologica acquatica costituita da alghe microscopiche unicellulari che vivono in sospensione nella colonna d'acqua, dove rivestono il ruolo di produttore primario. Gli organismi fitoplanctonici, non essendo attivi nuotatori, presentano diversi adattamenti strutturali (espansioni corporee che aumentano il rapporto superficie / volume; presenza di materiali lipidici e gelatinosi nonché di vescicole di gas che diminuiscono il peso specifico) per mantenere la posizione lungo la verticale.

La localizzazione del fitoplancton lungo la colonna d'acqua varia in funzione di fattori ambientali quali: trasparenza, temperatura, turbolenza, quantità e natura dei soluti presenti, ossigeno disciolto. Negli strati più superficiali la comunità fitoplanctonica è modesta a causa della presenza della radiazione UV, nociva per le alghe; a profondità crescenti il fitoplancton si distribuisce in funzione della capacità di ciascun gruppo algale di utilizzare per la fotosintesi le diverse lunghezze d'onda della radiazione luminosa prevalenti nei diversi strati.

Esiste una differenza di abbondanza e di composizione di fitoplancton anche tra ambiente pelagico e litorale: quest'ultimo presenta normalmente una maggiore disponibilità di nutrienti (per maggiore vicinanza ai sedimenti) e una minore stabilità dell'ambiente (turbolenza dovuta alle onde), potendo quindi esprimere una comunità fitoplanctonica anche molto diversa rispetto a quella pelagica. Il fitoplancton presenta inoltre una diversa composizione in dipendenza della stagione. Ad esempio le Diatomee costituiscono il gruppo predominante all'inizio della primavera, probabilmente per la notevole disponibilità di silice in quel periodo. In seguito divengono più numerose le Crisoficee e soltanto con la stagione calda inizia il dominio delle Cloroficee e dei Dinoflagellati. I Cyanobacteria chiudono la sequenza temporale in tarda estate ed inizio autunno, quando la notevole disponibilità di sostanza organica disciolta ne favorisce la moltiplicazione (Chapman 1992; Reynolds 1992; Allan 1995).

ZOOPLANCTON

Per zooplancton si intende la comunità biologica propria degli ambienti acquatici lentici costituita da invertebrati di piccole dimensioni che vivono perennemente sospesi nella massa d'acqua, alimentandosi di fitoplancton, detrito organico in sospensione, batteri o di altri organismi zooplanctonici. Ne fanno parte, tra gli altri, Protozoi, Rotiferi e Crostacei, questi ultimi rappresentati da Copepodi e Cladoceri. Con il fitoplancton, lo zooplancton costituisce un'entità funzionale autosufficiente sotto il profilo trofico-energetico, il cui metabolismo può regolare il funzionamento delle altre biocenosi acquatiche. Le comunità zooplanctoniche si modificano costantemente, dando luogo ad una caratteristica successione stagionale di popolamenti diversamente strutturati. Alcuni organismi tendono ad essere abbondanti durante l'intero anno (Copepodi); altri sono tipici di determinati momenti stagionali (i Cladoceri e la maggior parte dei Rotiferi si concentrano nella stagione calda). La distribuzione verticale dello zooplancton è determinata da fattori ambientali quali: temperatura, presenza di fitoplancton, turbolenza, luminosità, e può quindi mutare nel tempo su scala sia stagionale sia nictemerale, in dipendenza cioè dell'alternanza giorno / notte.

La densità e la struttura del popolamento zooplanctonico possono risultare notevolmente differenziate nella regione litorale ed in quella propriamente pelagica, più o meno nettamente separate fra loro in dipendenza delle condizioni climatiche (vento, stratificazione termica) ed ambientali (profilo delle sponde, popolamento macrofitico costiero). Le acque litorali, direttamente a contatto con i sedimenti e quindi più ricche di nutrienti, tendono ad essere più favorevoli, sotto il profilo trofico, agli organismi zooplanctonici.

Lo zooplancton costituisce la base alimentare per eccellenza degli stadi giovanili dei pesci. Esso viene inoltre consumato dagli stadi adulti di talune specie ittiche per tale ragione denominate "planctofaghe", di cui può pertanto limitare l'abbondanza ed i processi di accrescimento.

MACROINVERTEBRATI

Con il termine di macroinvertebrati sono designati gli organismi le cui dimensioni, alla fine dello sviluppo larvale o nello stadio immaginale, sono uguali o superiori a 1 mm. Fanno parte di questo gruppo: Insetti, Oligocheti, Crostacei, Irudinei, Molluschi e, più raramente, Platelminiti, Poriferi, Celenterati e Briozoi (Ghetti & Bonazzi 1981).

Tali organismi possono trascorrere nell'ambiente acquatico l'intero ciclo vitale (Irudinei, Coleotteri) o solo la fase larvale (la maggior parte degli insetti, quali: Efemerotteri, Tricotteri, Plecotteri). La durata dello stadio larvale e dello

stadio adulto possono variare considerevolmente in base alla specie: negli Efemerotteri la fase larvale dura alcuni mesi, mentre gli adulti vivono solo il tempo necessario per riprodursi, cioè pochi giorni durante i quali non si alimentano neppure. I macroinvertebrati possono avere cicli riproduttivi con una generazione all'anno (univoltini), più generazioni all'anno (polivoltini) o cicli pluriennali (poliannuali) (Madoni & Ghetti 1985).

La temperatura è il principale fattore fisico che influenza lo sviluppo e la riproduzione dei macroinvertebrati.

A differenza dei macroinvertebrati fluviali, quelli presenti nei laghi possono vivere anche presso la superficie (o addirittura sopra di essa come gli Eterotteri gerridi) o nuotare liberamente lungo la colonna d'acqua, non dovendo contrastare la corrente, come fanno per esempio ditischi (Coleotteri) e notonette (Eterotteri)

In generale un substrato ricco di anfratti e spazi interstiziali come quello costituito da un letto di ciottoli o ghiaia grossolana è favorevole alla vita della comunità dei macroinvertebrati in quanto offre rifugi nei confronti dei predatori e permette un adeguato ricambio d'acqua; inoltre gli elementi grossolani che lo costituiscono offrono un'ampia superficie per la crescita del periphyton di cui molti macroinvertebrati si cibano. Anche le zone ricche di vegetazione acquatica a macrofite sono ottimali per la presenza dei macroinvertebrati, che vi trovano sia rifugio sia alimento.

Nelle zone a substrato soffice la mancanza di interstizi e quindi di un adeguato ricambio d'acqua al suo interno, nonché l'inidoneità ad essere colonizzato dal periphyton, risulta meno ospitale per i macroinvertebrati. Tuttavia alcune specie più tolleranti, quali Chironomidi, Oligocheti, Molluschi bivalvi, colonizzano di preferenza i substrati fini (Minshall 1984; Ward 1992; Allen 1995).

La temperatura fredda e l'elevato tenore di ossigeno che caratterizzano le acque dei laghi alpini fanno sì che questi possano ospitare macroinvertebrati piuttosto sensibili che di norma colonizzano, alle quote inferiori, solo i corsi d'acqua; è quindi possibile rinvenire Plecotteri, Efemerotteri e Tricotteri.

PESCI

I laghi alpini italiani non possiedono naturalmente una propria comunità ittica, in quanto i pesci vi sono stati immessi ad opera dell'uomo già a partire dall'inizio del '900; l'unica eccezione può probabilmente essere rappresentata dal caso di alcuni laghi del Trentino in cui il salmerino alpino (*Salvelinus alpinus*) era la specie indigena. Attualmente numerosi laghi alpini ospitano una comunità ittica del tutto artificiale, essendo molti di essi oggetto di immissioni di trota fario (*Salmo trutta trutta*), trota iridea (*Oncorhynchus mykiss*), salmerino di fonte (*Salvelinus fontinalis*) e, più raramente, salmerino canadese (*Salvelinus namaycush*) e scazzone (*Cottus gobio*). Sebbene le condizioni di spiccata oligotrofia consentano la presenza di specie ittiche esigenti come le trote, ciò di per sé non è sufficiente a garantire che le immissioni di tali pesci portino alla costituzione di popolamenti equilibrati e duraturi; le trote infatti richiedono la presenza di acque correnti per riprodursi, quindi devono avere la disponibilità di immissari o dell'immissario in cui deporre le uova. I salmerini sono invece in grado di riprodursi in acque lacustri, motivo per cui il loro impiego nei laghi alpini sarebbe, in generale, più appropriato di quello delle trote. Esiste poi il problema di un'adeguata disponibilità di risorse trofiche, in particolare alle quote maggiori dove possono sussistere condizioni di ultraoligotrofia; ciò può determinare un ridottissimo accrescimento dei pesci presenti, il fenomeno del "nanismo", per effetto della scarsità di cibo.

Date queste premesse è necessario sottolineare che, con la probabile eccezione del salmerino alpino, non esistono specie autoctone nel senso stretto del termine per i laghi alpini.

SANGUINEROLA (PHOXINUS PHOXINUS)



Sistematica: il genere *Phoxinus* è molto diffuso in Europa e Asia ed è rappresentato da 10 specie, delle quali solo *P. Phoxinus* è presente in Italia.

Forma del corpo: affusolata, si assottiglia nella zona posteriore; scaglie minute, poco visibili.

Dimensioni: di taglia piccola, raggiunge lunghezze intorno ai 10 cm.

Livrea: colore di sfondo olivastro, più scuro sul fondo; i fianchi sono solcati da macchie verticali più scure, sotto le quali si schiariscono fino al ventre argenteo o bianco; una linea sottile biancastra attraversa l'intero corpo dal capo verso la coda. Nel periodo riproduttivo compare un vistoso dimorfismo sessuale, in quanto i maschi si colorano di rosso acceso sul ventre e alla base delle pinne pettorali, ventrali e anale, mentre il dorso e il capo di scuriscono e appaiono i tubercoli nuziali.

Maturità sessuale: è raggiunta al secondo anno d'età e in alcuni casi anche al primo.

Periodo e comportamento riproduttivo: maggio-luglio. La deposizione avviene in acque basse su fondali sabbiosi o pietrosi, con gruppi formati da molti maschi e poche femmine. A 18°C la schiusa avviene in 4-5 giorni.

Numero di uova: 800-1500 per femmina, del diametro di 1-1.5 mm.

Comportamento e alimentazione: spiccatamente gregaria. Si ciba di invertebrati ma anche di zooplancton, alghe e resti vegetali.

Habitat: predilige acque fresche, limpide e ben ossigenate; oltre che nei laghi alpini è presente nei tratti pedemontani dei corsi d'acqua e nelle risorgive. Staziona nella zona litorale, in acque basse o in prossimità di anfratti e vegetazione acquatica in cui trovare rifugio.

Distribuzione: diffusa in vaste regioni dell'Europa e dell'Asia, in Italia è presente nel Nord.

Stato della specie nei laghi alpini della provincia: è presente in numerosi laghi alpini con popolazioni in grado di autosostenersi.

Pesca e gestione della specie nei laghi alpini della provincia: la sanguinerola non è tutelata da misura minima e non è interessata da periodi di divieto di pesca. Non è oggetto di ripopolamenti.

SALMERINO ALPINO (SALVELINUS ALPINUS)



Sistematica: sebbene *S. alpinus* sia caratterizzato da una notevole variabilità tra popolazioni diverse, non esistono sino ad ora i presupposti che confermino l'esistenza di sottospecie.

Forma del corpo: corpo affusolato coperto da scaglie minute, bocca grande. Presente la pinna adiposa tipica dei Salmonidi.

Dimensioni: la taglia è molto variabile in relazione agli ambienti in cui vive; può raggiungere una lunghezza massima di 50-60 cm.

Livrea: la colorazione del dorso, bruno-verdastro, si sfuma fino al ventre bianco; i fianchi sono punteggiati da macchioline bianche e le pinne pettorali, ventrali ed anali sono giallo-arancio bordate di bianco. Nel periodo riproduttivo i maschi assumono una livrea assai spettacolare con il ventre di colore rosso acceso.

Maturità sessuale: è raggiunta tra il 2° e il 3° anno di età.

Periodo e comportamento riproduttivo: da novembre a gennaio. Le uova sono deposte su fondali profondi ghiaiosi.

Numero di uova: una femmina può avere fino a 5.000 uova per kg di peso corporeo.

Comportamento e alimentazione: è una specie gregaria. L'alimentazione si basa su invertebrati bentonici, terrestri e zooplancton. Le popolazioni di salmerino dei laghi alpini dove è minore la disponibilità di alimento, possono essere soggette al fenomeno del "nanismo", cioè manifestare accrescimenti ridottissimi. Può anche accadere che nel medesimo lago si costituiscano due popolazioni di salmerino distinte nell'alimentazione e nell'accrescimento: una che preda sugli invertebrati e una che si ciba di zooplancton (quest'ultima caratterizzata da un accrescimento inferiore alla prima).

Habitat: abita le acque fredde e ossigenate negli strati profondi dei laghi alpini e dei grandi laghi prealpini.

Distribuzione: è presente nelle regioni settentrionali di Europa, Nord America e Asia. In Italia probabilmente è autoctono solo in alcuni laghi alpini del trentino, ed è stato poi introdotto in altri laghi d'alta quota e nei grandi laghi prealpini.

Stato della specie nei laghi alpini della provincia: novellame di salmerino alpino è stato immesso nelle estati 1999 e 2000 nel Lago Colombo in Val Brembana e nell'estate 2000 nel Lago Nero in Val Seriana.

Pesca e gestione della specie nei laghi alpini della provincia: la sua pesca è vietata dalla prima domenica di ottobre al 31 maggio e la misura minima è 22 cm. Non possono essere catturati più di 5 capi al giorno. Sono in corso esperimenti di introduzione nei laghi Colombo e Nero.

SALMERINO DI FONTE (SALVELINUS FONTINALIS)



Sistematica: nelle nostre acque il genere *Salvelinus* è rappresentato oltre che dalla specie *S. alpinus* anche da quella *S. fontinalis*, proveniente dal Nord America.

Forma del corpo: corpo affusolato coperto da scaglie minute, bocca grande. Presente la pinna adiposa tipica dei Salmonidi.

Dimensioni: in genere non supera i 45 cm di lunghezza e 1 kg di peso.

Livrea: colore di fondo grigio-bruno, più scuro sul dorso dove compare una marmoreggiatura verde-giallognola che si estende alla pinna dorsale e a quella caudale. Il ventre è bianco; il corpo è punteggiato di macchioline giallastre o azzurrognole. Le pinne pettorali, ventrali e anale sono gialle o arancio, bordate anteriormente da una linea bianca ed una nera. Nel periodo riproduttivo il ventre dei maschi si tinge di rosso.

Maturità sessuale: è raggiunta a 3 anni.

Periodo e comportamento riproduttivo: ottobre-dicembre. Depone le uova in acque basse con fondo ghiaioso. La schiusa avviene dopo 100 giorni alla temperatura di 5 °C. È accertata la riproduzione anche in Italia.

Numero di uova: 2000-2500 per kg di peso, del diametro di 3.5-5 mm.

Comportamento e alimentazione: conduce vita solitaria. Si ciba di invertebrati, sia acquatici sia terrestri, e al crescere della taglia diventa anche ittiofago.

Habitat: popola corsi d'acqua e laghi freddi e ben ossigenati, anche oltre i 2000 m.

Distribuzione: è originario del Nord America, dal quale è stato introdotto in Europa ed anche in Italia, acclimatandosi in alcuni laghi delle Alpi e degli Appennini settentrionali.

Stato della specie nei laghi alpini della provincia: è presente in modo sporadico in alcuni corsi d'acqua montani ed è presente in numerosi laghi alpini, prevalentemente per effetto di recenti introduzioni. Attualmente è accertata la sua riproduzione spontanea nel Lago di Val Asinina superiore.

Pesca e gestione della specie nei laghi alpini della provincia: la sua pesca è vietata dalla prima domenica di ottobre al 31 maggio e la misura minima è 22 cm. Non possono essere catturati più di 5 capi al giorno. E' oggetto di immissione allo stadio adulto nei bacini artificiali selezionati quali zone di pesca facilitata e da alcuni anni viene introdotto allo stadio di novellame in numerosi laghi alpini.

TROTA FARIO (SALMO TRUTTA TRUTTA)



Sistematica: la trota fario è l'ecotipo di *Salmo (trutta) trutta* adattato alla vita nei torrenti (l'altro ecotipo è la trota lacustre, adattato a vivere nei grandi laghi prealpini), che a sua volta è una semispecie di *Salmo trutta*; è ora distinta in due ceppi, uno "atlantico" ed uno "mediterraneo", dei quali solo il secondo è autoctono per l'Italia.

Forma del corpo: corpo affusolato coperto da scaglie minute, bocca grande. Presente la pinna adiposa tipica dei Salmonidi.

Dimensioni: può raggiungere lunghezze di oltre 60 cm.

Livrea: assai variabile, anche in relazione all'ambiente in cui vive. Nei corsi d'acqua la fario assume generalmente una colorazione verde scuro, che si sfuma dal dorso fino al ventre giallognolo, con la caratteristica punteggiatura rossa lungo i fianchi e una macchia nera tondeggiante sull'opercolo. Nei laghi la varietà "lacustre" può assumere invece il tipico aspetto di specie pelagica, con corpo argenteo, ventre bianco e fianchi punteggiati di macchioline nere a forma di "X".

Maturità sessuale: è raggiunta al secondo anno di età per i maschi ed al terzo per le femmine.

Periodo e comportamento riproduttivo: tra novembre e febbraio; la presenza in natura di individui selezionati artificialmente in allevamento per essere maturi in un arco temporale il più lungo possibile, rende sempre più frequente il ritrovamento di esemplari in fase riproduttiva anche al di fuori del periodo indicato. Al momento della riproduzione la femmina si porta in acque poco profonde, a corrente vivace e fondo ghiaioso, nel quale scava una fossetta con la coda e vi depone le uova; queste sono fecondate dal maschio e successivamente ricoperte di ghiaia dalla femmina.

Numero di uova: ogni femmina depone 1600-2700 uova per kg di peso corporeo.

Comportamento e alimentazione: molto schiva e territoriale, la trota fario predilige tratti con abbondante presenza di tane e anfratti in cui potersi nascondere; gli adulti conducono vita solitaria, difendendo strenuamente il loro territorio dall'intrusione di altri individui. Si nutre di invertebrati e, al crescere delle dimensioni, anche di pesci.

Habitat: la trota fario predilige le acque fredde, ben ossigenate e turbolente dei torrenti e dei tratti superiori dei fiumi pedemontani. È ormai diffusa in tutte le acque correnti e lacustri adatte ad ospitare Salmonidi, in relazione alle massicce immissioni di cui è stata oggetto per incrementare la pesca.

Distribuzione: diffusa in tutta Europa, è stata immessa con successo anche in altre parti del mondo, come Nord America e persino in Nuova Zelanda. In Italia la varietà "mediterranea" è indigena della regione alpina e degli Appennini settentrionali; i ripopolamenti ne hanno espanso notevolmente l'areale originario, sovrapponendolo a quello della trota marmorata nel bacino padano e a quello della trota macrostigma più a Sud e nelle isole, a scapito di tali sottospecie con cui si ibrida facilmente.

Stato della specie nei laghi alpini della provincia: è presente in quasi tutti i laghi alpini vocazionali per la fauna ittica, anche se nella maggior parte di essi non ci sono le condizioni necessarie alla sua riproduzione naturale e quindi il mantenimento di tali popolazioni dipende dai ripopolamenti.

Pesca e gestione della specie nei laghi alpini della provincia: la sua pesca è vietata dalla prima domenica di ottobre al 31 maggio e la misura minima è 22 cm. Non possono essere catturati più di 5 capi al giorno. La specie è supportata mediante immissioni di novellame e, in alcuni bacini artificiali, di esemplari "pronta pesca".

TROTA IRIDEA (ONCORHYNCHUS MYKISS)



Sistematica: un tempo classificata come *Salmo gairdneri*, è stata ridenominata *Oncorhynchus mykiss*, in quanto nativa del versante occidentale del Nord America.

Forma del corpo: fusiforme, muso arrotondato, bocca ampia in posizione mediana e munita di denti. È presenta la tipica pinna adiposa dorsale dei Salmonidi

Dimensioni: in Italia può raggiungere una lunghezza massima di 60-70 cm ed un peso di 4-5 kg.

Livrea: più scura sul dorso, è verdastra nei corsi d'acqua mentre è argentea nei laghi; è solcata longitudinalmente da una caratteristica banda rosa-iridata (da cui il soprannome di trota arcobaleno) e ha il ventre bianco. Su tutto il corpo, e anche sulle pinne (a differenza della trota fario) è presente una punteggiatura nera.

Maturità sessuale: è raggiunta tra il terzo ed il quinto anno di vita.

Periodo e comportamento riproduttivo: in Italia la riproduzione naturale della trota iridea è un evento assai raro ma possibile, a differenza di quanto si riteneva in passato. In Provincia di Bergamo non sono al momento note popolazioni in grado di riprodursi. Il periodo di riproduzione nelle aree di origine va da ottobre a marzo e le modalità di deposizione sono simili a quelle della trota fario.

Numero di uova: 2500 per kg di femmina, del diametro di 3-5 mm.

Comportamento e alimentazione: si nutre di invertebrati per lo più acquatici, e al crescere della taglia anche di pesci.

Habitat: popola sia acque correnti sia lacustri, purché fresche (è meno tollerante della trota fario alle alte temperature) e ben ossigenate.

Distribuzione: indigena del versante pacifico del Nord America, è stata diffusa in tutto il mondo sia negli allevamenti sia nelle acque libere idonee alla sopravvivenza dei Salmonidi. In Italia oltre ad essere presente in molti allevamenti è stata immessa in numerose acque a Salmonidi; solo in pochi casi però si sono formate popolazioni in grado di automantenersi.

Stato della specie nei laghi alpini della provincia: è presente in diversi laghi, in particolare i bacini artificiali dove è immessa allo stadio adulto; non sono note popolazioni in grado di autosostenersi.

Pesca e gestione della specie nei laghi alpini della provincia: la sua pesca è vietata dalla prima domenica di ottobre al 31 maggio e la misura minima è 22 cm. Non possono essere catturati più di 5 capi al giorno. E' stata oggetto di immissione sia allo stadio di novellame che di adulto pronta pesca negli anni passati, attualmente è immessa solo allo stadio adulto nei bacini artificiali destinati alla pesca facilitata.

ANFIBI

I laghi alpini bergamaschi forniscono l'habitat riproduttivo a due specie di anfibi, la rana rossa di montagna (*Rana temporaria*) e il tritone alpestre (*Triturus alpestris*), i cui adulti frequentano le raccolte d'acqua stagnante per deporvi le uova; non è noto invece lo status di *Salamandra atra* (Giovine, 1996), un Urodelo tipico degli ambienti alpini che peraltro non necessita di ambienti acquatici neppure per la riproduzione. Altre specie di anfibi che occupano ambienti ad altitudini minori possono occasionalmente essere rinvenuti in zone d'alta quota, per esempio la salamandra comune (*Salamandra salamandra*), il rospo (*Bufo bufo*), l'ulone (*Bombina variegata*) e la rana rossa (*Rana dalmatina*). La sopravvivenza della rana rossa e del tritone alpino, già naturalmente complicata dalle avversità ambientali, è minacciata dalle introduzioni indiscriminate di pesci nei laghi e negli stagni d'alta quota; questi infatti predano intensamente uova e girini, che generalmente finiscono per scomparire laddove sono stati immessi trote e salmerini, impedendo quindi il successo riproduttivo degli anfibi e condannandoli all'estinzione.

RANA ROSSA DI MONTAGNA (RANA TEMPORARIA)

La rana temporaria vive a quote variabili tra 0 e 3000 metri negli ambienti più diversi. La si ritrova in tutto l'arco alpino, prevalentemente in collina ed in montagna. Gli adulti conducono una vita pressoché terrestre e si recano all'acqua solo durante il periodo riproduttivo, che cambia in funzione dell'ambiente e può oscillare tra dicembre e luglio. L'inverno viene superato sia in acqua che sottoterra. L'accoppiamento di regola avviene in pozze, stagni, laghetti e corsi d'acqua a debole corrente; possono essere usate anche modestissime raccolte d'acqua



temporanee, e questo in genere consente alla specie di sopravvivere anche nelle zone in cui i bacini principali sono oggetto di immissioni di pesci. Le femmine depongono diverse centinaia di uova (900-4000) che, dopo 2-3 settimane, si schiudono dando origine a girini di colore scuro che compiono la metamorfosi dopo circa 2-3 mesi. In ambienti particolarmente ostili dal punto di vista climatico (es. in montagna) la metamorfosi è effettuata molto più tardi. Le giovani rane sono piuttosto piccole (11-15 mm) e raggiungono la maturità al terzo anno di età. Questa specie ha una notevole abilità sia nel nuoto e che nel movimento sul terreno. Gli adulti si nutrono di invertebrati, i girini sono onnivori. L'adulto è predato da uccelli e mammiferi, mentre le larve sono insidiate da numerosi invertebrati e vertebrati acquatici.

Stato della specie nei laghi alpini della provincia: ampiamente diffusa, anche se Giovine (1996) ne segnala un lento declino (sorte comune ad altre specie anfibie delle zone montuose a quote minori, come *Rana dalmatina*, *Bufo bufo* e *Triturus vulgaris*).

TRITONE ALPESTRE (TRITURUS ALPESTRIS)

Il tritone alpestre è la specie del genere *Triturus* che colonizza gli ambienti più in quota, spingendosi nelle Alpi sino a 3000 metri. Nel Sud d'Italia è però possibile trovarlo in corsi d'acqua freschi ed incassati a quote prossime al livello del mare. Durante il periodo acquatico si ritrova in stagni, laghetti e pozze anche stagionali, purché con vegetazione acquatica. Durante il periodo terrestre raramente è presente in superficie (durante le notti piovose e/o durante la migrazione verso l'acqua), ma vive frequentemente più sottoterra sino ad un metro di profondità, tanto nei boschi quanto nelle aree aperte. Le popolazioni montane di *Triturus alpestris* hanno, contrariamente alle forme presenti a quote più basse, un ciclo biennale e ciò fa sì che soltanto una parte degli individui che la compongono vada negli stagni a riprodursi. A volte l'andamento stagionale può fortemente disturbare il periodo riproduttivo, dando luogo ad interruzioni anche lunghe. La riproduzione ha luogo in acqua ed è caratterizzata da una parata nuziale eseguita dal maschio; essa consiste nell'esibire alla femmina i caratteri sessuali secondari e nello spingerla nell'acqua, ove la presenza di particolari sostanze disciolte la inducono all'atto riproduttivo. Le uova, deposte dopo la fecondazione, vengono attaccate singolarmente a foglie opportunamente ripiegate. La deposizione si protrae anche per diverse settimane e una femmina depone da 50 a 700 uova per stagione. Dopo 15-30 giorni le uova si schiudono e ne fuoriescono i girini, che divengono adulti dopo circa 3 mesi. Talora si verificano ritardi per le condizioni climatiche e a volte si manifesta il fenomeno della neotenia. La maturità sessuale viene raggiunta dopo 2-3 anni di vita. Le larve di tritone si alimentano di macrobenton (Oligocheti, Artropodi e Molluschi), mentre gli adulti possono cibarsi anche di invertebrati terrestri, avannotti, uova e talora di larve di anfibi, dando luogo a volte a fenomeni di cannibalismo. In acqua essi sono a loro volta predati da vertebrati (pesci, uccelli, rettili ecc.), mentre gli stadi giovanili possono essere vittime di macroinvertebrati predatori. A terra possono entrare a far parte della dieta di piccoli mammiferi, uccelli e serpenti.

Stato della specie nei laghi alpini della provincia: a rischio d'estinzione, non è più segnalato dal 1985 (Giovine, 1996).

ALTERAZIONI AMBIENTALI

Anche se l'ubicazione remota dei laghi alpini ne riduce la vulnerabilità ai numerosi impatti negativi che la presenza antropica esercita sui laghi a quote inferiori, essi non possono comunque essere ritenuti esenti da rischio di alterazioni indotte dall'attività dell'uomo. Di seguito si riporta una breve rassegna dei principali fattori di degrado ambientale che possono perturbare un lago d'alta quota.

ACIDIFICAZIONE DELLE ACQUE

Gli acidi nitrici e solforici diluiti originati dall'uso di combustibili fossili una volta immessi in atmosfera inducono un abbassamento del pH della pioggia e della neve dal valore naturale pari a circa 6 unità, a valori anche inferiori alle 4 unità, dando luogo al cosiddetto fenomeno delle "piogge acide". Dal momento che tali inquinanti sono trasportati dal vento in aree talvolta molto distanti da quelle di produzione, le piogge acide che ne derivano possono inquinare luoghi assai remoti; è quanto accade nel caso delle emissioni generate nelle zone industriali della pianura Padana che, per effetto delle correnti atmosferiche, raggiungono la catena alpina e si depositano nei laghi d'alta quota.

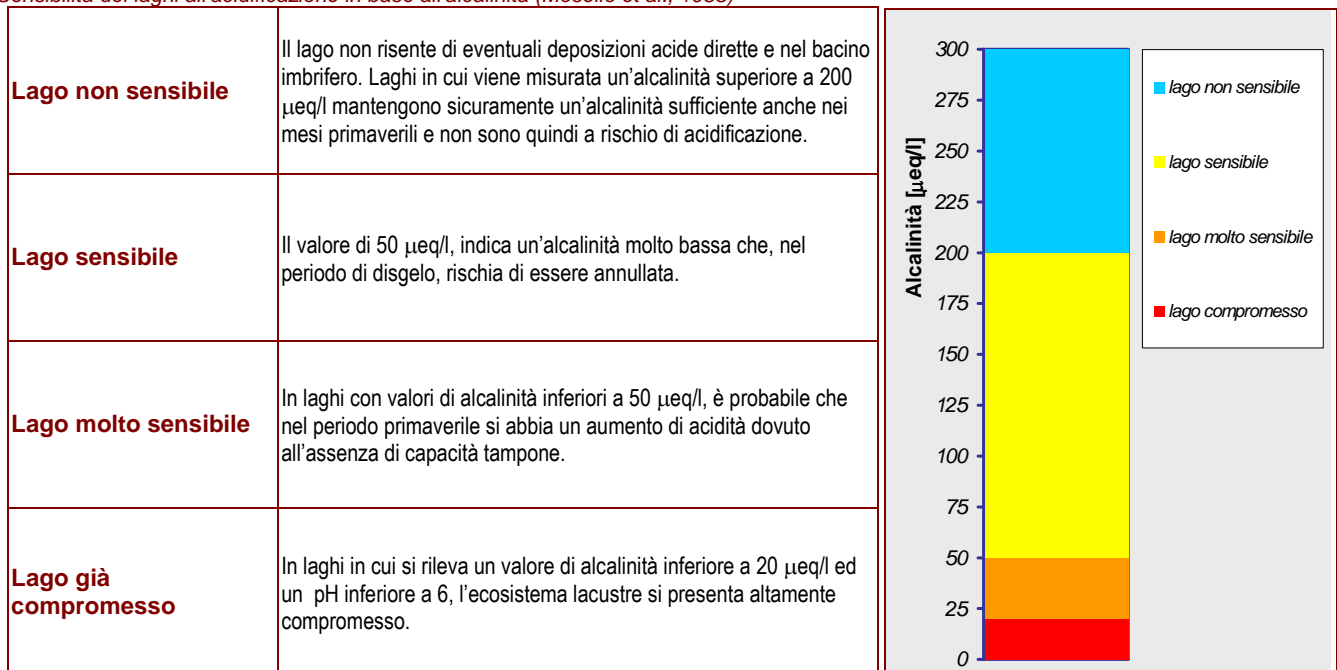
Gli effetti delle piogge acide sull'ambiente lacustre non sono appariscenti come quelli di altri tipi di inquinamento, in quanto i composti in esse presenti sono inodori ed incolori. Un lago acidificato, a differenza di un lago eutrofizzato che appare spesso sgradevole alla vista e maleodorante, è solitamente limpidissimo, con una colorazione spostata dal verde verso l'azzurro, a causa della scarsa presenza di alghe.

L'acidificazione altera innanzi tutto gli equilibri chimici delle acque lacustri, provocandone un abbassamento del pH; ciò si ripercuote però non soltanto sulle loro caratteristiche idrochimiche, ma coinvolge anche, in maniera più o meno diretta, le comunità biologiche, a tutti i livelli trofici: dalle alghe alle macrofite, ai micro e macroinvertebrati, ai pesci. I pesci che vivono in laghi acidificati sono soggette a forte stress le cui manifestazioni più frequenti sono: rallentamento della crescita, calo di natalità e modificazioni della struttura della popolazione, fino all'estinzione nei casi più gravi.

Non tutti i laghi però manifestano le stesse reazioni al fenomeno delle piogge acide; in tal senso un ruolo fondamentale è giocato dalla natura delle rocce che costituiscono il bacino imbrifero del lago: se esse hanno un elevato contenuto di calcare, gli apporti acidi vengono tamponati prima ancora di raggiungere il lago e non riescono ad alterare l'equilibrio chimico delle sue acque. I laghi circondati da un bacino di rocce cristalline invece non godono di questa capacità naturale di neutralizzare l'acidità delle piogge e subiscono un abbassamento di pH.

Questa resistenza di un lago all'acidificazione viene valutata attraverso la misura della sua alcalinità, espressione dei sali (carbonati) disciolti nelle sue acque in grado di tamponare l'acidità: un lago con elevata alcalinità (superiore a 0,2 meq/l) non è sensibile all'acidificazione, uno con bassa alcalinità (inferiore a 0,05 meq/l) è molto sensibile all'acidificazione (Mosello *et al.*, 1988).

Sensibilità dei laghi all'acidificazione in base all'alcalinità (Mosello et al., 1988)



Valori ridotti di pH e alcalinità delle acque favoriscono anche il processo di bioaccumulo di metalli pesanti nei pesci; è stato accertato che in laghi alpini acidi e con scarsa alcalinità, la concentrazione di cadmio e piombo nel fegato dei salmerini alpini in essi presenti era comparabile con quella di trote in acque soggette a scarichi industriali (Köck *et al.*, 1995).

I laghi alpini, a causa della scarsa quantità di sali disciolti nelle loro acque, sono caratterizzati da valori medi di alcalinità piuttosto bassi e, di conseguenza, sono particolarmente vulnerabili ai fenomeni di acidificazione. Da un recente studio condotto da IRSA e CNR su 59 laghi della Lombardia (Tartari *et al.*, 2000), è emerso che ci sono 3 laghi molto sensibili all'acidificazione (alcalinità inferiore a 0,05 meq/l) ed altri 15 semplicemente sensibili.

EUTROFIZZAZIONE

Il fenomeno dell'eutrofizzazione è la "risposta" delle acque ad un eccessivo apporto di nutrienti, in genere fosforo e azoto, che genera una proliferazione abnorme di alghe e una serie di conseguenze negative per l'intero ecosistema lacustre; in assenza di adeguate misure di controllo, tale fenomeno procede molto velocemente e a tutt'oggi costituisce una delle tipologie più frequenti d'inquinamento dei laghi (OCSE, 1982).

Le acque eutrofizzate presentano le seguenti caratteristiche:

- produttività biologica elevata;
- acque profonde aventi preoccupanti deficit di ossigeno nel periodo di stratificazione termica (fine estate);
- ridotta diversità di piante ed animali acquatici, con forte dominanza di poche specie molto tolleranti;
- acque che presentano una qualità non idonea ad usi pregiati della risorsa idrica (uso potabile, balneazione, pesca).

Le categorie trofiche possono essere individuate in funzione di contenuto di nutrienti e capacità produttiva, secondo i criteri illustrati nella tabella di seguito.

Classificazione trofica a valori fissi (OECD, 1982)

Classe trofica	Fosforo totale - media annua [$\mu\text{gP/l}$]	Contenuto di nutrienti	Capacità produttiva
ultraoligotrofia	<4	Molto basso	Bassa
oligotrofia	4 - 10	Basso	Bassa
mesotrofia	10 - 35	Medio	Medio-alta
eutrofia	35 - 100	Alto	Alta
ipertrofia	>100	Elevatissimo	Molto alta

Scarichi domestici, effluenti industriali e zootecnici e dilavamento di terreni intensamente fertilizzati sono i principali responsabili dell'incremento delle concentrazioni di nutrienti rilevate in corrispondenza di zone ad elevata presenza di attività antropiche. Nei laghi eutrofizzati, durante il periodo di stratificazione termica, è probabile l'instaurarsi di condizioni anossiche (totale assenza di ossigeno) nelle acque profonde. Ciò è causato dal fatto che l'enorme massa di alghe che si sviluppa e al termine del ciclo vitale muore e sedimenta sul fondo; lì viene decomposta dai batteri, con il consumo di elevate quantità di ossigeno, che non riescono ad essere rimpiazzate fino al periodo di piena circolazione delle acque. La scarsità di ossigeno nei laghi eutrofici determina condizioni di vita non idonee per specie ittiche esigenti come i Salmonidi e, nei casi più gravi consente la presenza solo di Ciprinidi molto tolleranti, come scardole e carassi, con morie massive nei periodi di anossia più intensa. Un'altra caratteristica dei laghi eutrofici è quella per cui le alghe riducono la penetrazione di luce nell'acqua, al punto tale che in occasione di fioriture algali particolarmente la trasparenza può ridursi a poche decine di centimetri dalla superficie; questo impedisce alle macrofite acquatiche sommerse di colonizzare il fondo dei bacini eutrofici in quanto non vi è sufficiente luce per la fotosintesi.

I laghi alpini, grazie alla loro ubicazione remota, sono generalmente immuni da questo problema; talvolta anch'essi possono però essere soggetti ad un apporto di nutrienti, come nel caso in cui ricevano le acque di scarico di rifugi o di stalle, oppure quando il bacino imbrifero è sede di un'intensa attività zootecnica. Trattandosi di ambienti naturalmente oligotrofici o ultraoligotrofici, anche un limitato apporto di nutrienti può alterare l'equilibrio di questi ecosistemi, senza necessariamente produrre effetti vistosi come morie ittiche o fioriture evidenti; al contrario, un moderato aumento di trofia nei laghi alpini può avere dei benefici sulla fauna ittica, che si trova a disporre di maggiori disponibilità trofiche, ma questo potrebbe avvenire a scapito di altre biocenosi indigene che si sono specializzate in condizioni di oligotrofia spinta.

IMMISSIONE DI PESCI ALLOCTONI

L'immissione di specie ittiche non originariamente presenti in un lago deve essere considerata a tutti gli effetti una forma di alterazione ambientale, in quanto può stravolgere gli equilibri tra le diverse biocenosi che compongono l'ecosistema acquatico; ciò è ancora più vero nel caso dei laghi d'alta quota, la maggior parte dei quali non possiede una fauna ittica nativa e quindi è colonizzata da organismi (alghe, zooplancton, anfibi, ecc.) che si sono evoluti in assenza di pesci. L'immissione di pesci in quest'ultimo tipo di ambienti determina frequentemente una rapida e drastica riduzione in termini di abbondanza e biodiversità degli anfibi e degli organismi invertebrati, eccetto quelli di minori dimensioni come i crostacei zooplanctonti <1 mm e i rotiferi crostacei zooplanctonti <0.2 mm; sospendendo le immissioni di pesci ed eliminando quelli presenti, può comunque essere possibile, nell'arco di 11-20 anni, riportare un lago nelle condizioni precedenti all'introduzione dei pesci (Matthews *et al.*, 1999; Knapp *et al.*, 2001).

Un ulteriore rischio dovuto all'introduzione di specie ittiche alloctone nei laghi è costituito dalla possibilità che queste si diffondano nei corsi d'acqua ad essi collegati, a dispetto degli ostacoli naturali tipici delle zone montane, andando a competere con i pesci autoctoni; ad esempio è stata constatata la dispersione verso valle di salmerini di fonte attraverso tratti con pendenze dell'80% e cascate di 18 m d'altezza (Adams *et al.*, 2001).

EFFETTI DELLA GESTIONE DEGLI INVASI ARTIFICIALI

Gli invasi artificiali sono soggetti a oscillazioni di livello con frequenza e entità molto superiori a quanto avviene nei laghi naturali, in quanto regolati in funzione delle necessità di produzione di energia idroelettrica (l'uso prevalente lungo l'arco alpino). Le modalità di sfruttamento dei laghi artificiali idroelettrici fanno sì che vi siano fluttuazioni nel breve periodo in funzione della differente richiesta energetica tra giorno e notte e tra giorni feriali e week end; nel lungo periodo invece vi sono importanti differenze tra la stagione primaverile – estiva, quando i serbatoi sono riempiti al massimo della capacità, e quella invernale, in cui sono mantenuti al livello minimo. L'oscillazione di livello ha importanti effetti sulla zona litorale, che essendo alternativamente sommersa ed esposta all'aria, non può essere colonizzata in modo né della vegetazione acquatica né da quella terrestre; anche invertebrati e pesci non possono colonizzare tale ambiente in modo stabile, sebbene gli effetti delle fluttuazioni possano avere risvolti sia negativi che positivi. Per le specie a deposizione litorale su ghiaia e ciottoli le zone di sponda sommerse da breve tempo presentano condizioni ideali per la deposizione delle uova, in quanto il substrato è libero dal periphyton; d'altro canto però se le acque scendono di livello prima che sia avvenuta la schiusa si verifica il rischio di una loro messa in asciutta. Nelle situazioni caratterizzate da frequenti oscillazioni la riproduzione naturale delle specie ittiche a frega naturale in acque basse è quindi compromessa; nel complesso è penalizzata anche la produttività ittica globale in quanto l'instabilità dell'area litorale riduce lo sviluppo di macrofite e macroinvertebrati acquatici che sono particolarmente abbondanti in tale zona. Per quanto riguarda il periodo di minimo invaso invernale, accade talvolta che la superficie del lago si riduca a meno del 5% di quella estiva, con una evidente contrazione dello spazio vitale a disposizione della biocenosi; si può però supporre che le particolari condizioni climatiche dei laghi alpini, con inverni rigidi e prolungati, riducano almeno parzialmente gli effetti del "sovraffollamento" temporaneo di organismi relativamente alla competizione per cibo, habitat e consumo di ossigeno, in quanto il loro metabolismo è assai basso in funzione delle temperature fredde.

Molto più drammatico è invece l'effetto degli svasi, cioè le operazioni che con frequenza pluriennale determinano l'apertura degli scarichi di fondo e lo svuotamento del bacino; tali manovre comportano la riduzione del lago al solo bacino naturale nel caso di un lago ampliato, mentre nel caso di invasi completamente artificiali si ha la scomparsa completa del lago. E' evidente che le conseguenze sono assai differenti in funzione dell'esistenza e delle dimensioni di un bacino naturale; esso funge infatti da "zona rifugio" per gli organismi acquatici dell'invaso, consentendo la sopravvivenza almeno di una parte di essi nei periodi di svuotamento e favorendo la successiva ricolonizzazione a riempimento compiuto. Quando l'invaso svasato è totalmente artificiale l'intera biocenosi lacustre viene azzerata e il processo di ricolonizzazione sarà più lento, richiedendo (almeno per i pesci) un intervento di supporto tramite ripopolamenti.

METODOLOGIE UTILIZZATE

In questo capitolo sono presentati i metodi di studio delle varie componenti degli ecosistemi lacustri.

SCelta DEI LAGHI DA INDAGARE

La scelta dei laghi in cui effettuare le indagini di campo è stato il primo passo della ricerca; non essendo possibile estendere le attività di campo a tutti i laghi alpini della provincia in ragione del loro numero elevato e della difficoltà di raggiungere buona parte di essi è stato infatti necessario selezionare un sottocampione di bacini utilizzando come criteri:

- La rappresentatività del maggior numero possibile delle tipologia ambientali, dal piccolo bacino naturale al grande serbatoio artificiale.
- La copertura il più possibile omogenea dei territori da indagare.
- La raggiungibilità del lago tenendo conto della necessità di trasportare l'attrezzatura scientifica necessaria.

Sulla base di questi criteri e attraverso una consultazione con il Servizio faunistico – ambientale della Provincia è stata stilata una lista di 31 laghi distribuiti tra Val Brembana (14), Val Seriana (10) e Val di Scalve (7):

Elenco dei laghi oggetto di indagine nella presente ricerca

Nome lago	Valle
Asinina inferiore	Scalve
Asinina superiore	Scalve
Aviasco	Seriana
Barbellino inferiore	Seriana
Barbellino superiore	Seriana
Becco	Brembana
Branchino	Seriana
Campelli alto	Seriana
Canali	Seriana
Carona	Brembana
Cassiglio	Brembana
Cernello	Seriana
Colombo	Brembana
Diavolo	Brembana
Fregaborgia	Brembana
Gemelli	Brembana
Gleno	Scalve
Marcio	Brembana
Bernigolo	Brembana
Moro	Brembana
Nero	Seriana
Pian Casere	Brembana
Resentino	Seriana
Rotondo	Brembana
Sardeggnana	Brembana
Sucotto	Seriana
Valbona	Scalve
Valli inferiore	Scalve
Valli intermedio	Scalve
Valli superiore	Scalve
Valmora	Brembana

Rispetto alle ipotesi iniziali è stato eliminato il bacino di Ponte dell'Acqua essendo vuoto al momento di inizio delle indagini, mentre sono stati inseriti i laghi Branchino, Resentino, Asinina Inferiore e Canali.

Tre invasi artificiali (Carona, Cassiglio e Bernigolo), pur non rientrando a tutti gli effetti nella definizione di laghi alpini per la quota relativamente modesta in cui si collocano, sono stati comunque inclusi nella ricerca in quanto alcune caratteristiche (temperature basse e dimensioni contenute) li accomunano, almeno parzialmente, ai laghi d'alta quota.

STUDIO DELLE CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E IDROLOGICHE DEI LAGHI E DEI RISPETTIVI BACINI IMBRIFERI

Le caratteristiche relative alla geomorfologia e all'idrologia dei laghi e dei rispettivi bacini imbriferi (incluso i diversi tipi di uso del suolo e le potenziali fonti di inquinamento) sono state raccolte innanzi tutto attraverso una fase di ricerca bibliografica e presso enti gestori dei bacini artificiali. Le informazioni geografiche mancanti sono state completate attraverso rilevamenti sul campo, rilevando per esempio tramite ricevitore satellitare di posizione di coordinate e altitudine o mediante analisi della cartografia informatizzata mediante software Arc-View

Sono state considerate le seguenti voci:

- **Tipo:** naturale, naturale ampliato, artificiale.
- **Altitudine** [m s.l.m], **Latitudine**[N] e **Longitudine** [E].
- **Comune** di appartenenza.
- **Superficie lago** [ha] – nei laghi artificiali è riportata sia per la quota di massimo invaso che di minimo invaso.
- **Lunghezza** [m] – intesa come la lunghezza della linea che congiunge (all'interno dello specchio lacustre) i due punti più distanti sul perimetro del lago.
- **Larghezza** [m] – intesa come la larghezza massima del lago perpendicolare alla linea della lunghezza
- **Lunghezza della costa** [m]
- **Profondità massima** [m]
- **Superficie bacino imbrifero** [ha]
- **Rapporto areale bacino / lago**
- **Versante di esposizione del lago** [N, S, E, O]

Per quanto riguarda l'uso del suolo sono state raccolte informazioni sulla presenza di rifugi, alpeggi ed eventuali altre attività o insediamenti antropici.

STUDIO DELLA QUALITÀ CHIMICO – FISICA DELLE ACQUE

La qualità delle acque relativamente ai principali parametri chimico-fisici (temperatura, ossigeno disciolto, pH, conducibilità e potenziale redox) è stata valutata rilevando direttamente in campo, nel punto di maggiore profondità e lungo l'intera colonna d'acqua, mediante polisonda *Hydrolab* collegata a computer portatile per immagazzinare i dati e in grado di rilevare la profondità di misura. Dove non è stato possibile utilizzare imbarcazioni, i parametri sono stati rilevati da riva tramite sonde portatili:

- La temperatura e l'ossigeno disciolto sono stati misurati mediante ossimetro portatile, modello *Hanna Instruments HI 9143* con compensazione per la salinità e l'altitudine.
- La conducibilità elettrica specifica è stata misurata mediante conducimetro portatile, modello *WTW LF 90*.
- La determinazione del pH è stata effettuata mediante pHmetro portatile, modello *Hanna Instruments HD 9023*.



Polisonda multiparametrica e bottiglia di profondità per i prelievi a centro lago (a sinistra) e sonde per i rilievi da riva (a destra)

Oltre alle misure svolte direttamente in campo sono stati eseguiti prelievi di campioni d'acqua successivamente analizzati nel laboratorio IRSA di Brugherio. Tali campioni sono stati prelevati nell'epilimnio, metalimnio e ipolimnio con bottiglia di profondità tipo *Ruttner* nei laghi in cui si è operato con imbarcazione, in superficie presso riva o all'emissario nei restanti laghi. Dopo la raccolta i campioni, conservati nei loro contenitori in PVC, sono stati posti non appena possibile in frigorifero e portati in laboratorio per le analisi entro 48 ore dove sono state effettuate, utilizzando le metodiche I.R.S.A. (1994), le analisi relative ai seguenti parametri:

- Azoto totale (N_{tot})
- Fosforo totale (P_{tot})
- Alcalinità

STUDIO DEL FITOPLANCTON

Il campionamento di fitoplancton è stato eseguito mediante retino conico lungo 100 cm, con un diametro di 50 cm e maglie di 40 μ m di apertura. L'utilizzo di questo retino permette di raccogliere una quantità adeguata di organismi algali in un tempo breve anche dove le densità sono piuttosto ridotte, come normalmente accade nei laghi alpini. Utilizzando un'imbarcazione, la raccolta è avvenuta calando e ritirando ripetutamente il retino attraverso la zona eufotica e integrando i campioni così raccolti, in modo da raggiungere una quantità di materiale sufficiente per un successivo esame in laboratorio. Dove non è stato possibile utilizzare un'imbarcazione, il retino è stato lanciato ripetutamente da riva in prossimità delle zone di maggiore profondità o dalla diga nel caso dei bacini artificiali.

Ciascun campione è stato raccolto in doppio e immediatamente fissato con due diversi conservanti: la soluzione di Lugol e la formaldeide.

La soluzione di Lugol (iodio, ioduro di potassio, acido acetico glaciale e acqua distillata), il conservante migliore per il fitoplancton, è stato aggiunto nella quantità di 0.3 ml per 100 ml di campione, successivamente conservato al buio. Essendo tale soluzione acida, non è adatta alla conservazione del rivestimento siliceo delle Diatomee; per questo motivo si è raccolto un secondo campione che è stato fissato con formaldeide tamponata (1 l di formaldeide al 37% addizionato di borato di sodio) nella misura di 40 ml per litro di campione.

Prima di procedere all'analisi del campione, è stato necessario concentrare gli organismi presenti mediante sedimentazione in apposita camera del volume di 25 ml.

Per ogni campione sono state identificate le specie fitoplanctoniche presenti e la relativa abbondanza. Per l'identificazione ci si è avvalsi di apposite guide (Huber-Pestalozzi 1955; Streble-Krauter 1984; Germain 1981). Non in tutti i casi è stato possibile identificare le forme algali sino al livello di specie a causa di diversi fattori quali: stadio di crescita, periodo di campionamento, esiguità del materiale presente nel campione.

Per l'identificazione è stato utilizzato un microscopio invertito *Utermohl Zeiss Axiovert 10*.

STUDIO DELLO ZOOPLANCTON

Il campionamento dello zooplancton è stato effettuato con le medesime procedure utilizzate per il campionamento del fitoplancton, utilizzando peraltro un retino a maglie più grandi (larghe 75 μ m). I campioni sono stati fissati con formaldeide tamponata (1 l di formaldeide al 37% addizionato di borato di sodio) nella misura di 40 ml per litro di campione.

Per la classificazione dello zooplancton ci si è avvalsi sia dei manuali del CNR (Stella 1982; Margaritora 1983; Braioni & Gelmini 1983) sia di alcuni testi specialistici per i diversi gruppi (Dussart 1967 e 1969; Kiefer 1978). L'esame dei campioni di zooplancton è stato eseguito su subcampioni di 1 ml ciascuno, per ognuno dei quali sono state identificate le specie presenti e valutata l'abbondanza di queste, utilizzando a tal fine un microscopio ottico a trasmissione *Nikon Alphaphot2 YS2*.

STUDIO DEI PESCI

La raccolta di dati sulla fauna ittica è stata condotta tramite:

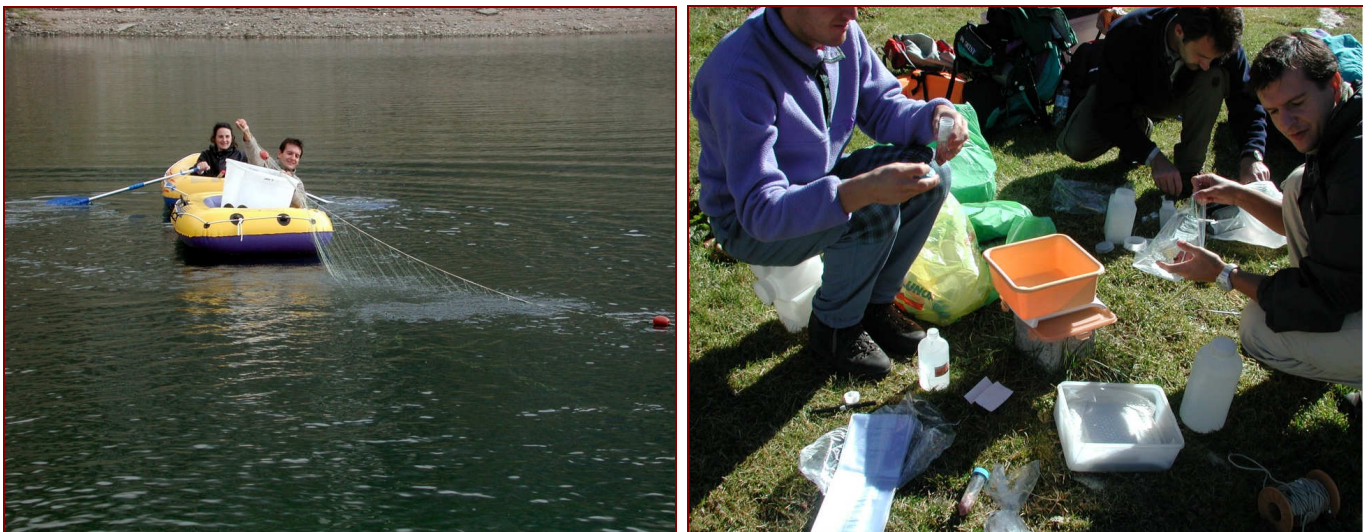
- Osservazione diretta da riva per identificare le specie presenti nella zona litorale
- Apposite pescate con rete multimaglia
- Esemplari messi a disposizione da pescatori dilettanti

Le pescate con rete multimaglia sono state realizzate posando le reti nei pressi della riva in zone ricche di anfratti o presso la foce di immissari con l'ausilio di un canotto; le reti utilizzate erano di tipo galleggiante con maglie di 12 mm, 26 mm, 40 mm e 60 mm per catturare il più ampio spettro di taglie possibili. La posa è avvenuta il pomeriggio e le reti sono successivamente state salpate il mattino seguente.

Sui pesci catturati con le reti o resi disponibili dai pescatori dilettanti sono stati eseguiti i seguenti rilievi:

- Misura di lunghezza totale tramite ittiometro, con precisione + 1 mm.
- Misura del peso tramite bilancia digitale, con precisione + 1 g.
- Prelievo di scaglie per la determinazione dell'età in laboratorio. Le scaglie, in attesa del montaggio su vetrino per l'esame al microscopio, sono state stoccate in provettine contenenti una soluzione di KOH allo 0.5% per ripulirle dai frammenti di epidermide. Le osservazioni sono state condotte con stereomicroscopio Nikon SMZ1 collegato ad un monitor.
- Prelievo del contenuto gastrico per lo studio dell'alimentazione; i campioni sono stati fissati in formalina e successivamente esaminati in laboratorio.
- Determinazione del sesso attraverso l'esame delle gonadi.

Sono inoltre state rilevate informazioni sulla presenza della fauna ittica dalle testimonianze degli agenti di vigilanza e dei pescatori ritenuti attendibili, oltre ad essere stati raccolti i dati sulle immissioni di pesci pregresse.



Posa delle reti (a sinistra) e rilievi ittologici (a destra) sul Lago Gemelli

STUDIO DEGLI ANFIBI

Lo studio degli anfibi ha riguardato l'accertamento della presenza di adulti, girini o habitat idonei alla riproduzione delle specie tipiche d'alta quota come il tritone alpino e la rana temporaria; ciò è avvenuto sia per osservazione diretta durante sopralluoghi notturni che raccogliendo le testimonianze di persone in loco, che hanno permesso di ricostruire la frequentazione degli anfibi nelle zone studiate anche al di fuori del periodo in cui si è svolta la campagna. Le informazioni raccolte sono riportate a livello di sottobacino, in quanto la mobilità degli anfibi rende poco significativo trattare singolarmente diversi specchi lacustri appartenenti ad un'area omogenea in cui tali animali possono spostarsi liberamente.

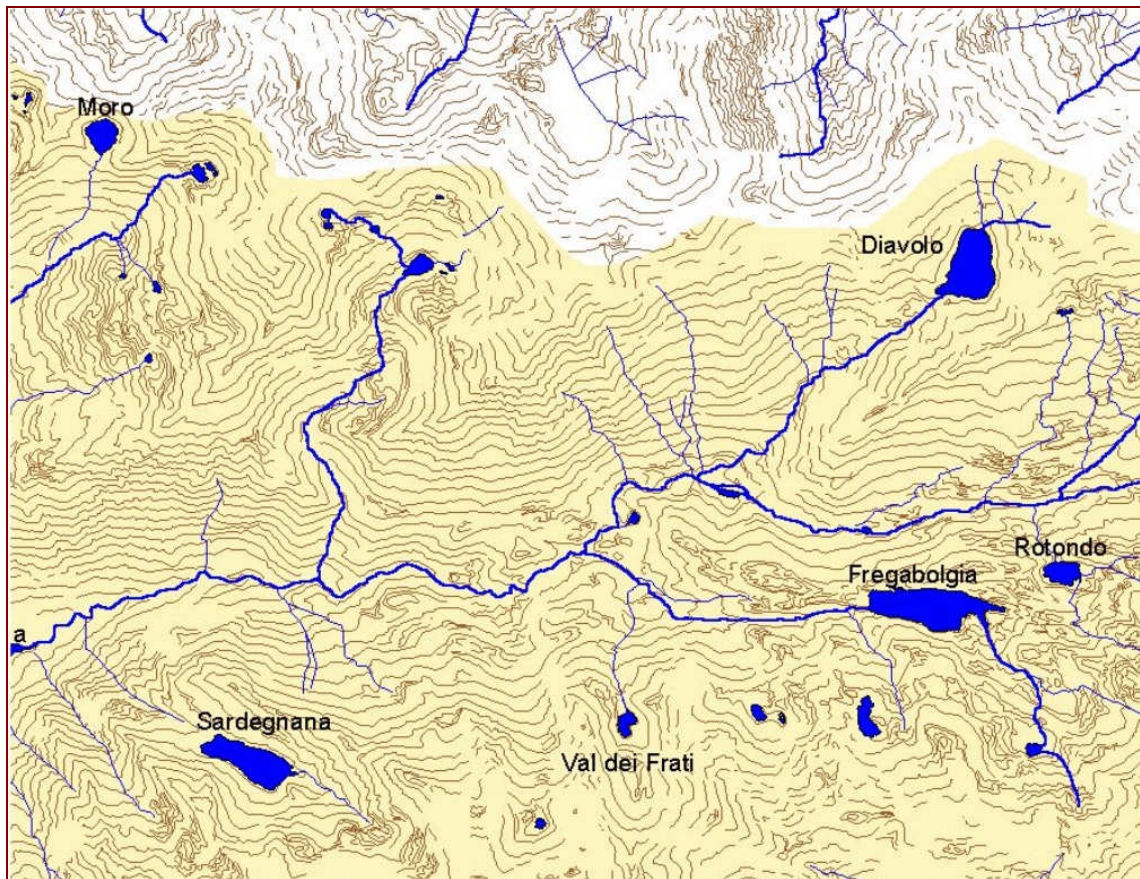
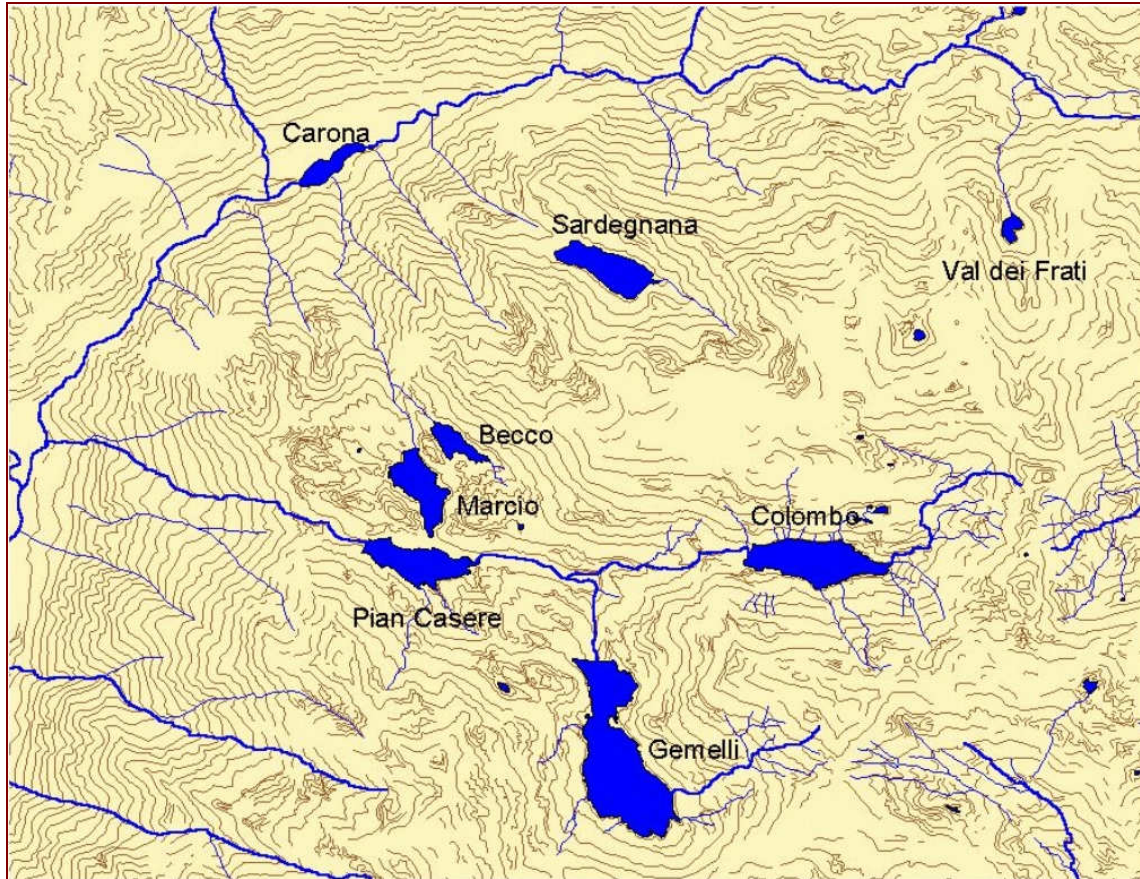
I LAGHI ALPINI DELLA VAL BREMBANA

La Val Brembana è letteralmente costellata di laghi alpini, alcuni naturali, la maggior parte artificiali. Il gruppo più numeroso si trova nella parte alta della valle, sulla sinistra idrografica del Brembo di Carona, dove spiccano per dimensioni il Lago Gemelli e il Lago Fregaborgia. Sui rilievi che circondano il Brembo di Mezzoldo i laghi sono meno numerosi ed il più importante è l'invaso artificiale di Valmora. Nel fondovalle due sbarramenti lungo il Brembo danno origine ad altrettanti invasi artificiali, Carona e Bernigolo, assai simili a laghi alpini eccetto che per la quota; procedendo verso la foce sono presenti altre traverse che però non formano veri e propri bacini.

Di seguito è riportato l'elenco dei laghi della Val Brembana che sono stati oggetto di indagini nella presente ricerca.

Nome lago	Sottobacino
Becco	Brembo di Carona
Carona	Brembo di Carona
Cassiglio	Brembo di Mezzoldo
Colombo	Brembo di Carona
Diavolo	Brembo di Carona
Fregaborgia	Brembo di Carona
Gemelli	Brembo di Carona
Marcio	Brembo di Carona
Bernigolo	Brembo di Carona e Foppolo
Moro	Brembo di Carona
Pian Casere	Brembo di Carona
Rotondo	Brembo di Carona
Sardeggnana	Brembo di Carona
Valmora	Brembo di Mezzoldo

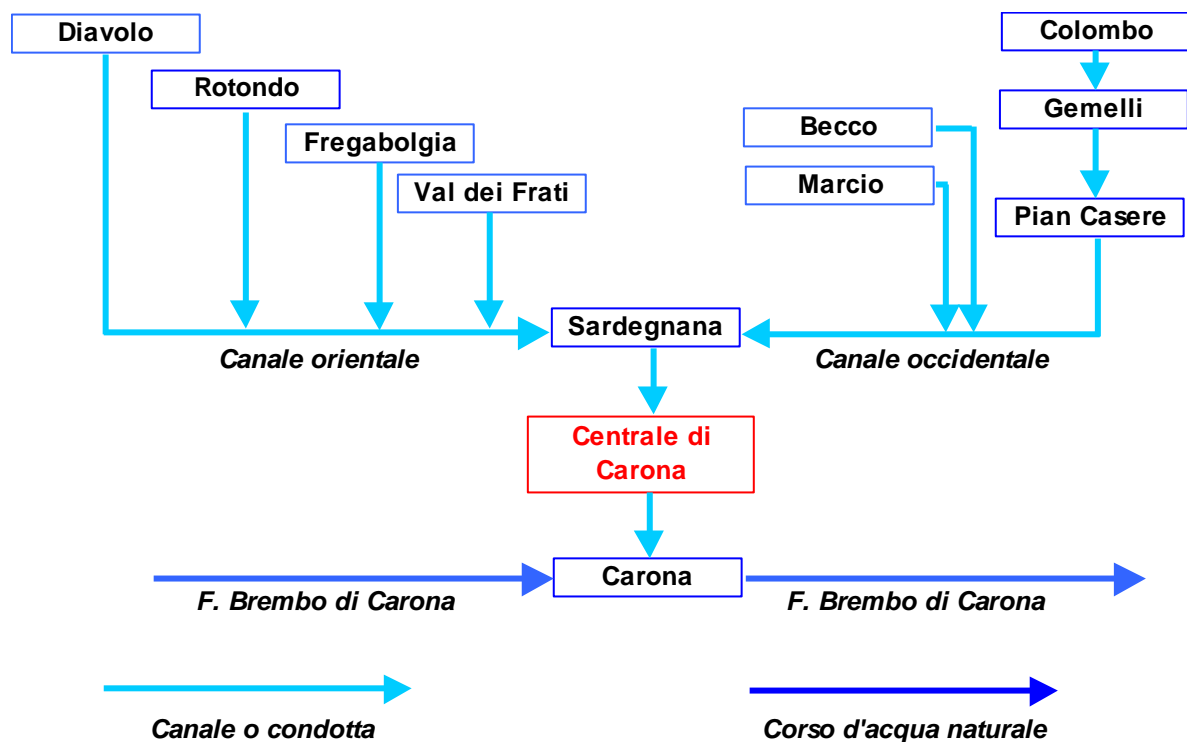
I LAGHI ALPINI DEL SOTTOBACINO DEL FIUME BREMBO DI CARONA



Il sottobacino del Brembo di Carona è quello più ricco di laghi della Val Brembana e forse dell'intero reticolo montano bergamasco. E' costituito, da un punto di vista della collocazione spaziale, da due gruppi principali di laghi: uno facente capo al Lago Gemelli e l'altro al lago Fregabolgia, la quasi totalità dei quali sono sfruttati a fini idroelettrici e collegati da canali di gronda. Il sistema del Lago Gemelli comprende anche i laghi Colombo, Becco, Marcio, Pian Casere; il sistema del Lago Fregabolgia comprende anche i laghi Rotondo, Val dei Frati ed altri di importanza minore. Sulla sponda opposta della valle sono presenti il Lago Diavolo, uno dei maggiori bacini naturali delle Orobie bergamasche prima del suo ampliamento artificiale e, più a ovest, il Lago Moro, uno dei pochi di dimensioni significative rimasti naturali. Le acque dei laghi sfruttati per la produzione dell'energia elettrica sono convogliate attraverso due canali di gronda (uno orientale lungo 4486 m ed uno occidentale lungo 2237 m) al Lago Sardegnana e da questo, attraverso una condotta forzata, sono portate alla centrale di Carona dove vengono turbinate e restituite nel Lago omonimo. Dall'invaso di Carona le acque vengono nuovamente captate per essere turbinate alla centrale di Bordogna ed essere restituite nel Brembo poco prima del bacino Bernigolo.

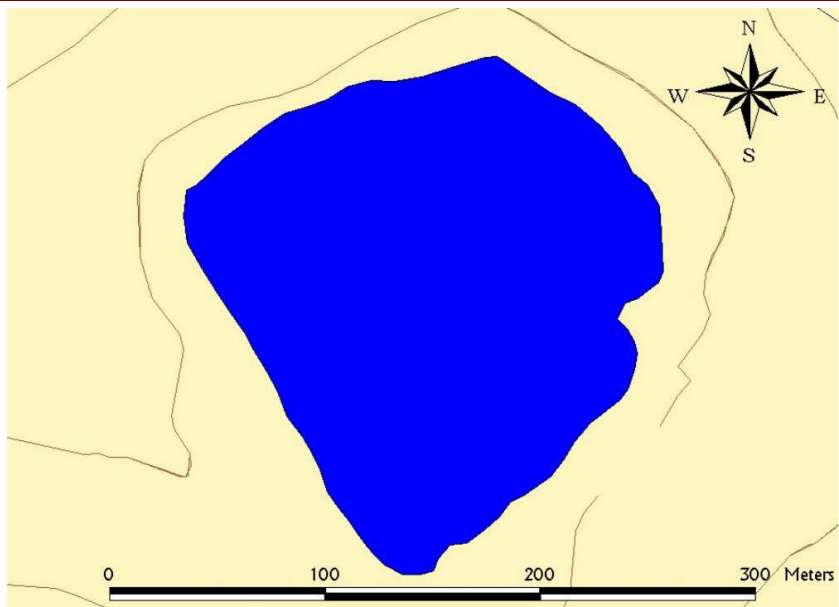
Di seguito si riporta uno schema del percorso delle acque captate nei laghi oggetto di sfruttamento a scopo idroelettrico nel sottobacino del Brembo di Carona. Il Lago Rotondo non è captato direttamente, in quanto sono derivate le acque dell'emissario a valle dello stesso.

Schema dei trasferimenti delle acque tra i laghi sfruttati per la produzione idroelettrica nel sottobacino del Brembo di Carona



LAGO MORO

Comune:	
Foppolo	
Tipo:	
naturale	
Altitudine [m s.l.m.]	
2235	
Latitudine [N]	
46° 02' 55"	
Longitudine [E]	
09° 48' 24"	

Superficie lago [ha]	3.1	
Lunghezza [m]	240	
Larghezza [m]	220	
Lunghezza della costa [m]	715	
Profondità massima [m]	>5	
Superficie bacino imbrifero [ha]	20.5	
Rapporto areale bacino / lago	6.6	

Il Lago Moro ha la tipica forma tondeggiante del lago di circo glaciale; privo di immissari, presumibilmente è alimentato da sorgenti sotterranee. Le sue acque sono utilizzate come potenziale riserva idrica dal Comune di Foppolo, ma normalmente non vi sono oscillazioni artificiali di livello, che si mantiene piuttosto costante. L'incile è stato innalzato con un piccolo manufatto, ma sostanzialmente si può definire ancora un bacino naturale. La profondità esatta non è nota, ma con tutta probabilità è tutt'altro che trascurabile. Il bacino imbrifero è modesto e coperto da pietrame e prateria alpina. Il substrato di fondo è composto da materiale di natura grossolana, pietre e massi.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Moro in data 27-9-01 (campione di acqua superficiale da riva)

Temperatura	Ossigeno disciolto	Saturazione di ossigeno	pH	Conducibilità elettrica	Fosforo totale	Azoto totale	Alcalinità
°C	mg/l	%	u	µS/cm (20°C)	µgP/l	µgN/l	meq/l
6.7	8.9	96	7.47	16	5	330	0.05

Per quanto riguarda le caratteristiche chimico – fisiche delle sue acque si rileva un'alcalinità assai ridotta, che indica colloca il lago in relazione al rischio di acidità tra la categoria “sensibile” e “molto sensibile”; nonostante ciò il pH risulta leggermente alcalino. La concentrazione di fosforo totale situa il lago tra quelli “ultraoligotrofi”, con condizioni prossime all’oligotrofia, come atteso dalla tipologia di bacino imbrifero. Non sono disponibili dati pregressi per confronti.

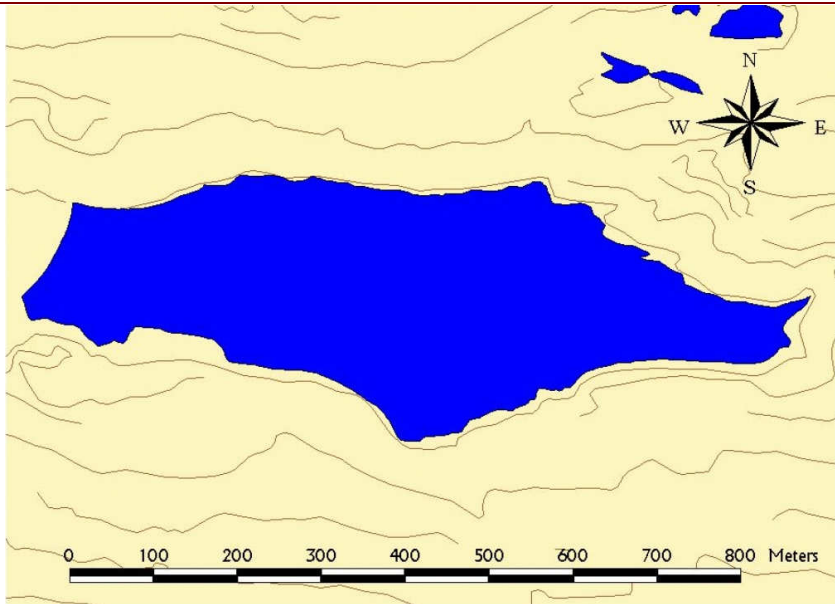
Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Coelastrum reticulatum</i>	abbondante
Chlorophyceae	<i>Crucigenia quadrata</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Elakatothrix sp.</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Oocystis sp.</i>	comune
Chlorophyceae	<i>Pediastrum sp.</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	comune
Chryptophyceae	<i>Chryptomonas erosa</i>	presente
Chrysophyceae	Cisti	abbondante
Chrysophyceae	<i>Dinobryon divergens</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium bioculatum</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium botrytis</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Gonatozygon monotenium</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Spirogyra sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum puntulatum</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus sp.</i>	comune
Cyanophyceae	<i>Merismopedia spp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Amphora sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Cyclotella comensis</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Navicula sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Pinnularia sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Surirella sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Synedra acus</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Tabellaria flocculosa</i>	presente

La comunità ittica, sulla base delle testimonianze raccolte, è composta da trota fario e sanguinerola, con presenza sporadica del salmerino di fonte. La popolazione di trota fario deve essere supportata da ripopolamenti in quanto non sono presenti corsi d’acqua idonei alla sua riproduzione naturale, mentre il salmerino è presente per effetto delle immissioni di materiale pronta pesca.

LAGO COLOMBO

Comune:	
Branzi	
Tipo:	
Naturale ampliato	
Altitudine [m s.l.m.]	
2057	
Latitudine [N]	
45° 59' 50"	
Longitudine [E]	
9° 49' 07"	

Foto Calegari S.

Superficie lago [ha] (max/min)	16 / 3	
Lunghezza [m]	935	
Larghezza [m]	310	
Lunghezza della costa [m]	1.6	
Profondità massima [m]	30	
Superficie bacino imbrifero [ha]	250	
Rapporto areale bacino / lago	15.6	

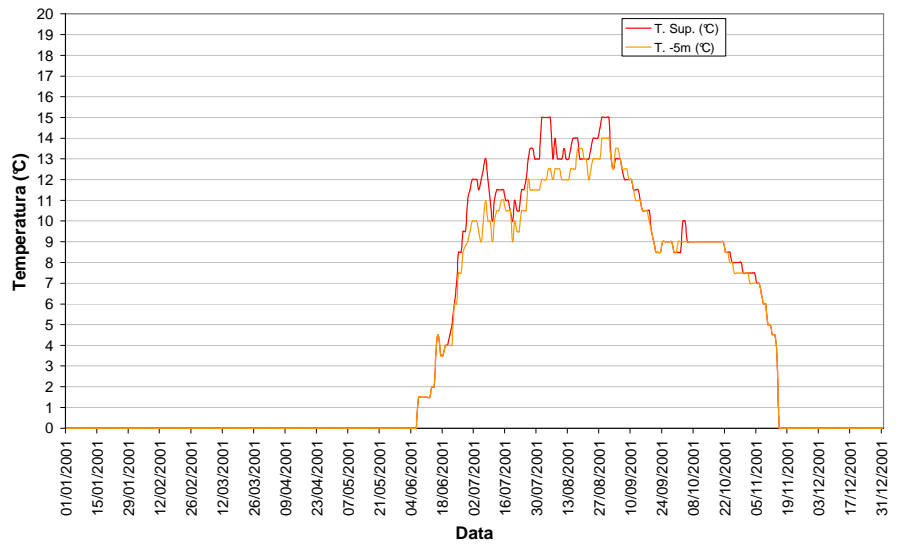
Caratteristiche strutturali del Lago Colombo (Dati forniti da Enel SpA)

Altezza diga (m)	Altezza di max ritenuta (m)	Altitudine di max invaso (m s.l.m.)	Altitudine di min invaso (m s.l.m.)	Volume (m³)	Periodo pieno
32	26	2057	2031	2.500.000	Fine inverno – metà autunno

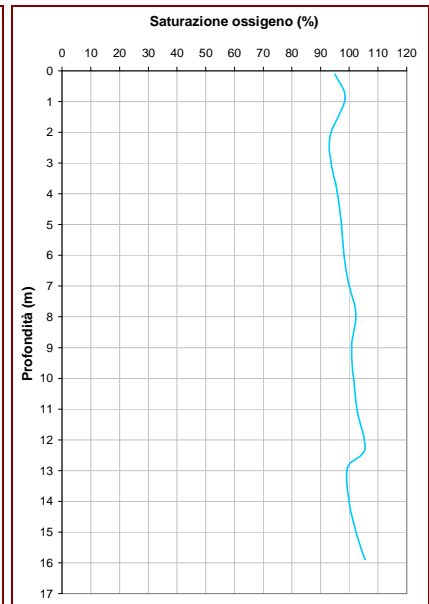
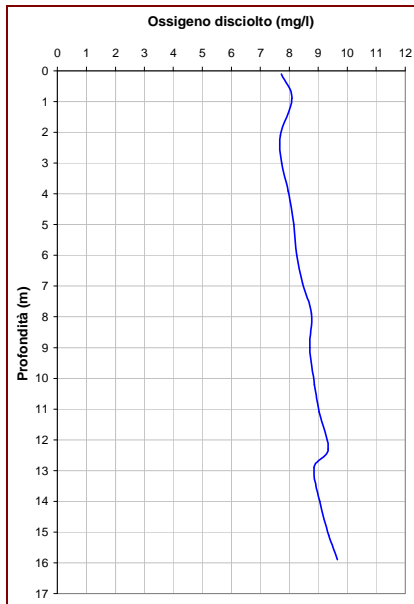
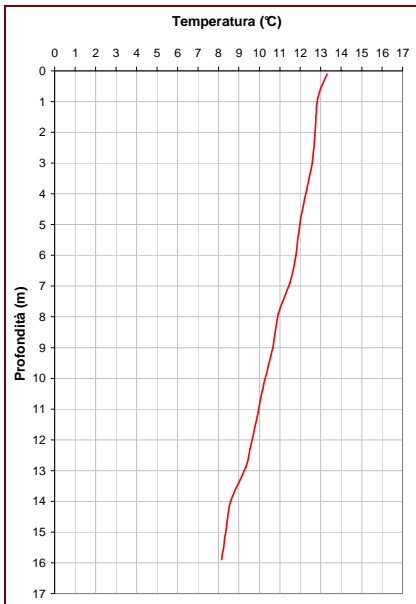
Il Lago Colombo è un bacino di discrete dimensioni e profondità, dalla forma allungata irregolare, derivante dall'ampliamento di un preesistente lago naturale nel 1929 mediante la costruzione di una diga a gravità massiccia. Il suo bacino imbrifero è formato da prateria alpina e zone rocciose; appartiene alla zona di pascolo di un alpeggio (Gemelli2), sebbene le sponde ripide e piuttosto rocciose che circondano il lago presumibilmente sono meno attraenti per il bestiame rispetto alle zone a valle. E' privo di immissari significativi; le acque vengono recapitate tramite un canale nel sottostante Lago Gemelli. Durante la stagione invernale rimane solo il preesistente lago naturale, profondo comunque circa 10-15 m.

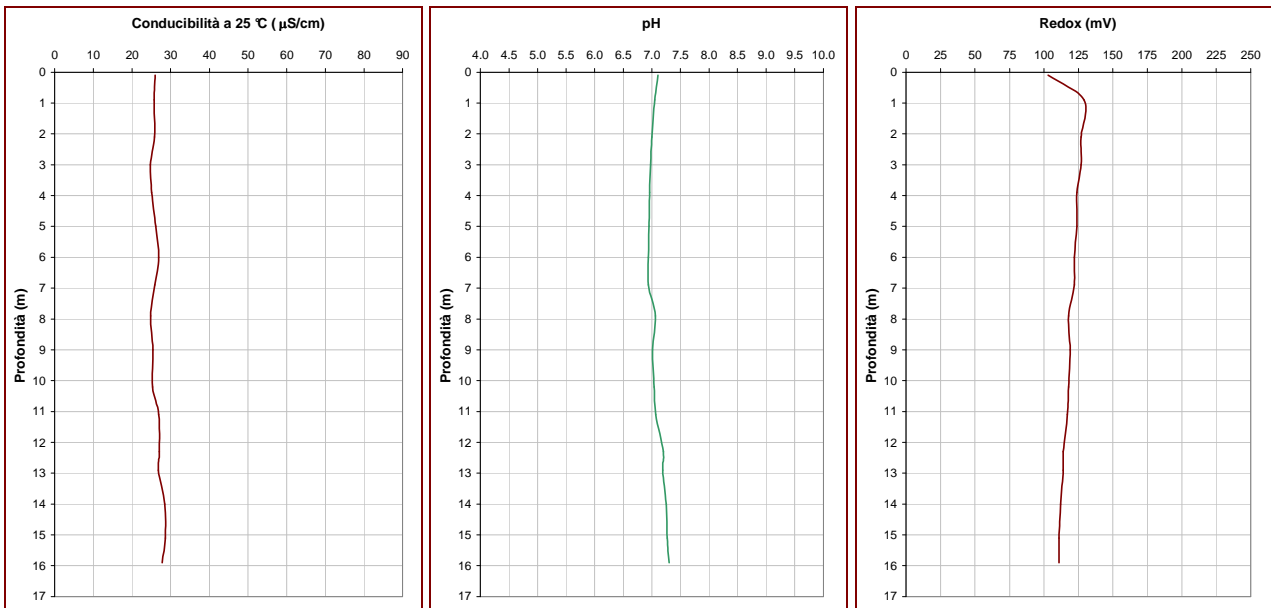
Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Colombo in data 22-8-01 (campione di acqua prelevato da natante)

Profondità	m	0	4	15
Temperatura	°C	13.3	12.3	8.3
Ossigeno disciolto	mg/l	7.7	8.0	9.4
Saturazione di ossigeno	%	95	96	103
pH	u	7.1	7.0	7.3
Potenziale redox	mV	103	194	111
Conducibilità elettrica	μS/cm (20°C)	26	25	29
Fosforo totale	μgP/l	4	4	3
Azoto totale	μgN/l	340	430	340
Alcalinità	meq/l	0.23	0.27	0.31



Andamento della temperatura nell'anno 2001 (dati ENEL SpA)





Per quanto riguarda le caratteristiche termiche il lago rimane ghiacciato in superficie da metà novembre circa all'inizio di giugno e le temperature massime superficiali non superano mai i 15 °C; si osserva al momento del campionamento un gradiente termico di 5 °C tra la superficie e il fondo (situato a circa -15 m, nel punto campionato) con andamento privo di un vero e proprio termoclinio, mentre i restanti parametri sono piuttosto omogenei lungo la colonna d'acqua. L'ossigeno è ottimale in tutti gli strati. La conducibilità elettrica è bassa, indicando una scarsità di soluti nel bacino. La concentrazione di fosforo totale, assai modesta, situa il lago tra quelli "ultraoligotrofi", come atteso dalla tipologia di bacino imbrifero. L'alcalinità è sufficiente a escludere eventuali rischi di acidificazione e il pH è molto prossimo alla neutralità. La trasparenza è risultata pari a 15.5 m. Rispetto ai dati pregressi, disponibili per un campione superficiale nell'anno 1999 (Tartari *et al.*, 2000), non ci sono differenze degne di nota eccetto per la concentrazione di azoto totale, che da 810 µgN/l si è più che dimezzata.

Comunità fitoplanctonica del Lago Colombo in data 22-8-01 (campione prelevato da natante)

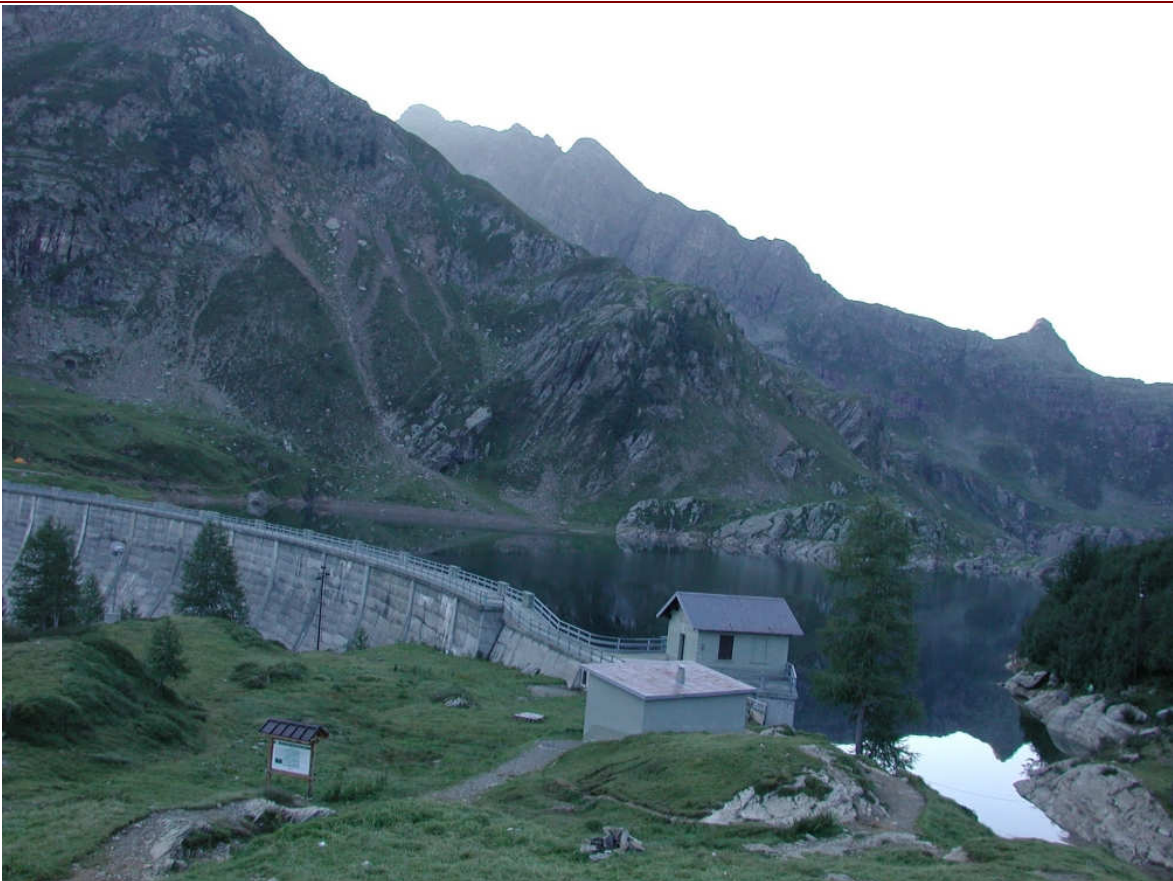
Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	presente
Chrysophyceae	<i>Dinobryon sp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum sp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus sp.</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Cyclotella sp.</i>	raro
Dinophyceae	<i>Peridinium sp.</i>	comune

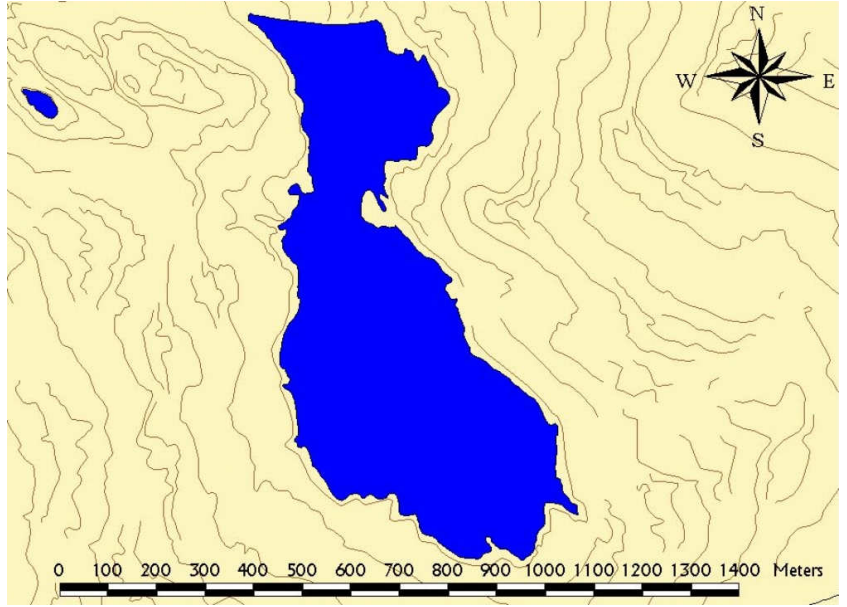
Comunità zooplanctonica del Lago Colombo in data 22-8-01 (campione prelevato da natante)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	<i>Arctodiaptomus alpinus</i>	raro
Copepoda	Ciclopoidi	-	raro
Cladocera	-	<i>Daphnia hyalina</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Asplanchna priodonta</i>	abbonante
Rotifera	Monogononta	<i>Synchaeta gr. tremula - oblonga</i>	abbonante

La comunità ittica, sulla base delle osservazioni da riva e delle testimonianze raccolte, è composta da trota fario, salmerino alpino e sanguinerola. La popolazione di trota fario deve essere supportata da ripopolamenti in quanto non sono presenti corsi d'acqua idonei alla sua riproduzione naturale. Il salmerino alpino è stato immesso in via sperimentale una prima volta nell'estate dell'anno 1999 con 3000 individui 4-6 cm frutto di riproduzione artificiale di esemplari catturati nel Lago d'Iseo; un quantitativo analogo, di identica provenienza, è stato immesso nell'estate 2000.

LAGO GEMELLI

Comune:	
Branzi	
Tipo:	
Naturale ampliato	
Altitudine [m s.l.m.]	
1953	
Latitudine [N]	
45° 59' 11"	
Longitudine [E]	
09° 48' 23"	

Superficie lago [ha] (max/min)	36.5/8.8	
Lunghezza [m]	1250	
Larghezza [m]	400	
Lunghezza della costa [m]	3500	
Profondità massima [m]	36	
Superficie bacino imbrifero [ha]	350	
Rapporto areale bacino / lago	9.6	

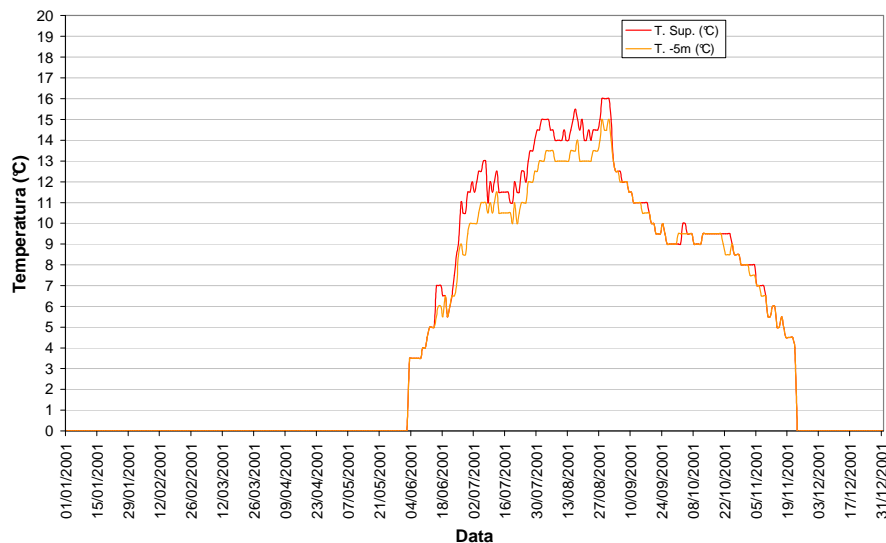
Caratteristiche strutturali del Lago Gemelli (Dati forniti da Enel SpA)

Altezza diga (m)	Altezza di max ritenuta (m)	Altitudine di max invaso (m s.l.m.)	Altitudine di min invaso (m s.l.m.)	Volume (m³)	Periodo pieno
39	29	1953	1922	6,990,000	Fine inverno – metà autunno

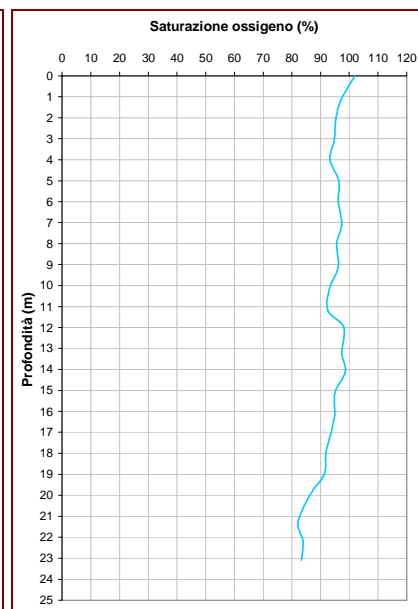
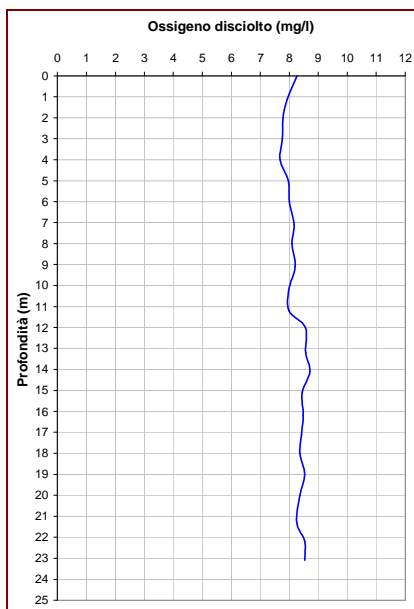
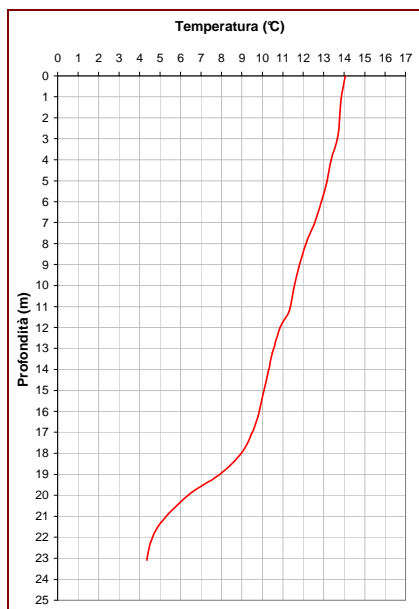
Il Lago Gemelli è un bacino di dimensioni importanti e di rilevante profondità, la cui forma ne ricorda le origini; esso infatti è nato dalla costruzione di una diga a gravità massiccia nel 1932 che, innalzando il livello di uno dei due preesistenti laghi naturali, ha determinato la formazione di un solo bacino strozzato a metà da un istmo. Per sfruttare al massimo la capacità d'invaso, è stato poi realizzato un canale sotterraneo per mettere in comunicazione i due laghi anche quando il livello scende sotto quello dell'istmo, per consentirne un migliore sfruttamento delle acque del bacino più lontano dalla diga. Non si dispongono di dati certi sulla profondità massima di quest'ultimo, che a detta delle testimonianze parrebbe piuttosto elevata. Dal lago Gemelli l'acqua viene recapitata al sottostante Lago Pian Casere. Il Lago Gemelli è privo di immissari importanti, fatta eccezione per le acque che provengono da Lago Colombo tramite un canale che sfocia sul lato destro del Lago nella zona in prossimità della diga. Il bacino imbrifero, che comprende quello del Lago Colombo, è formato in prevalenza da prateria alpina; al suo interno ospita il rifugio Gemelli e i pascoli di due alpeggi (Gemelli1 e Gemelli2).

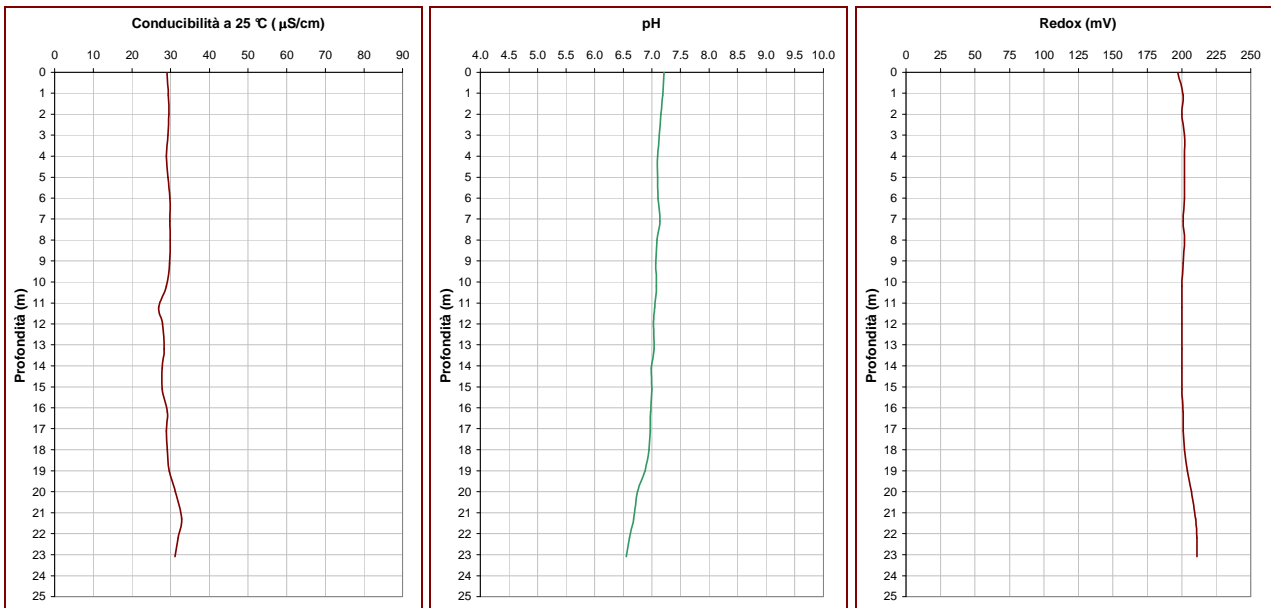
Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Gemelli in data 22-8-01 (campione di acqua prelevato da natante)

Profondità	m	0	10	22
Temperatura	°C	14.1	11.5	4.6
Ossigeno disciolto	mg/l	8.3	8.0	8.5
Saturazione di ossigeno	%	102	93	84
pH	u	7.2	7.1	6.6
Potenziale redox	mV	197	200	211
Conducibilità elettrica	µS/cm (20°C)	29	29	32
Fosforo totale	µgP/l	4	4	4
Azoto totale	µgN/l	380	420	490
Alcalinità	meq/l	0.26	0.31	0.34



Andamento della temperatura nell'anno 2001 (dati ENEL SpA)





Per quanto riguarda le caratteristiche termiche delle sue acque si osserva che il lago resta ghiacciato da metà novembre a inizio giugno e le temperature massime toccano i 16 °C per alcuni giorni a fine agosto; al momento del campionamento era presente un gradiente termico di quasi 10 °C tra la superficie e il fondo (posto a circa -23 m nel punto campionato), con una riduzione che diventa più marcata negli ultimi 5 m. L'ossigeno mostra concentrazioni ottimali e un andamento piuttosto omogeneo lungo la colonna d'acqua. La conducibilità elettrica è modesta, indicando una scarsità di soluti nel bacino, con un aumento irrisorio (da 29 a 32 µS/cm) dalla superficie al fondo. La ridottissima concentrazione di fosforo totale situa il lago tra quelli "ultraoligotrofi", nonostante la presenza di un rifugio e degli alpeggi. L'alcalinità è tale da escludere eventuali rischi di acidificazione e aumenta dalla superficie verso il fondo. Il pH è debolmente alcalino negli strati superficiali, e diventa leggermente acido presso il fondo. La trasparenza è risultata pari a 12 m. Rispetto ai dati pregressi, disponibili per un campione superficiale negli anni 1981 e 1999 (Tartari *et al.*, 2000), conducibilità, alcalinità e fosforo totale restano pressoché identiche; il pH è leggermente acido (6.7) nel 1981 e alcalino (7.4) nel 1999, mentre l'azoto totale scende da 600 µgN/l del 191 a concentrazioni simili nel 1999 e nel 2001, rispettivamente di 380 e 420 µgN/l.

Comunità fitoplanctonica del Lago Gemelli in data 22-8-01 (campione prelevato da natante)

Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Coelastrum reticulatum</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Crucigenia quadrata</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Oocystis lacustris</i>	comune
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	comune
Chrysophyceae	<i>Dinobryon divergens</i>	comune
Chrysophyceae	<i>Mallomonas sp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Gonatozygon sp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Spirogyra sp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum gracile</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus connatus</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus dickiei</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Cyclotella sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Diatoma sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Fragilaria construens</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Fragilaria crotonensis</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Synedra acus</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Synedra sp.</i>	raro
Dinophyceae	<i>Peridinium sp.</i>	abbondante

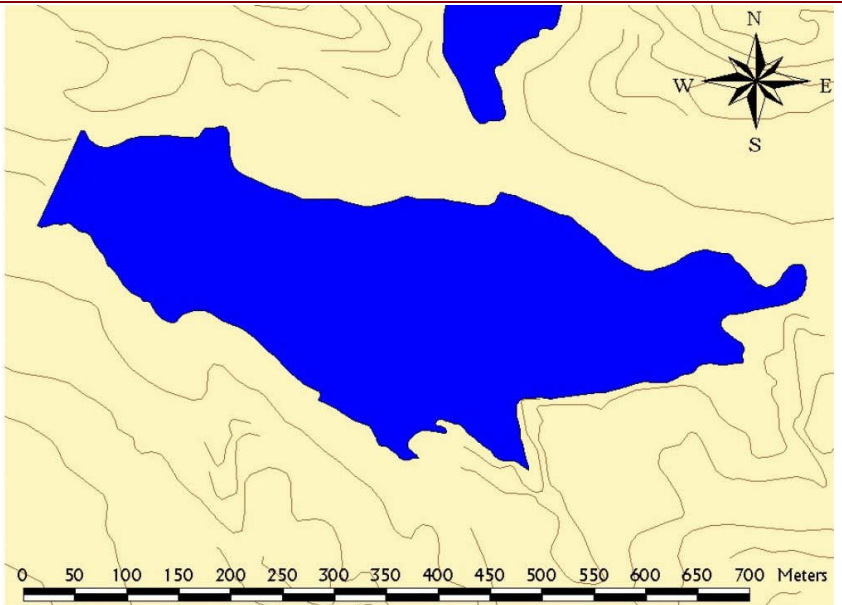
Comunità zooplanctonica del Lago Gemelli in data 22-8-01 (campione prelevato da natante)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	Naupli e copepoditi	raro
Cladocera	-	<i>Chydorus sphaericus</i>	raro
Cladocera	-	<i>Daphnia longispina</i>	comune
Rotifera	Monogononta	<i>Kellicottia longispina</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Polyarthra gr.vulgaris - dolicoptera</i>	comune

La comunità ittica, sulla base di una pescata con reti, di osservazioni da riva e delle testimonianze raccolte, è composta da trota fario, salmerino di fonte e sanguinerola. La popolazione di trota fario deve essere supportata da ripopolamenti in quanto non sono presenti corsi d'acqua idonei alla sua riproduzione naturale. Il salmerino di fonte è stato immesso di recente sotto forma di novellame 4-6 cm.

LAGO PIAN CASERE

Comune:	
Branzi	
Tipo:	
Artificiale	
Altitudine [m s.l.m.]	
1817	
Latitudine [N]	
45° 59' 54"	
Longitudine [E]	
09° 47' 25"	

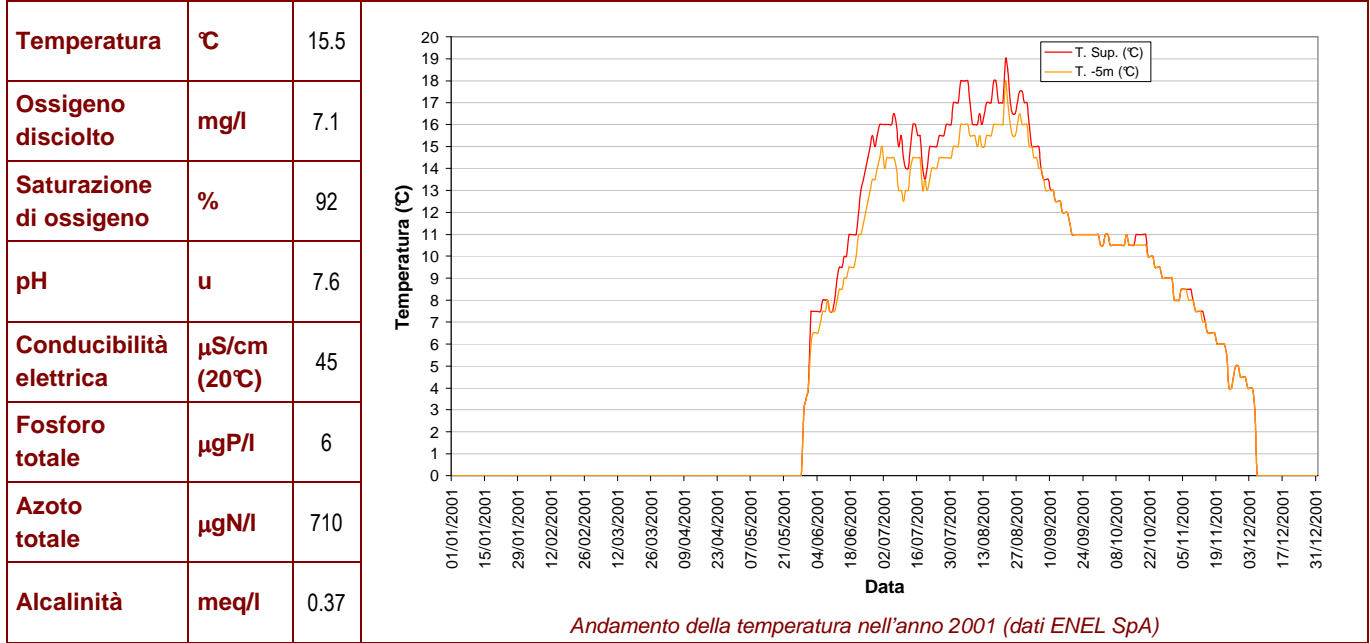
Superficie lago [ha] (max/min)	12.3/0.6	
Lunghezza [m]	740	
Larghezza [m]	260	
Lunghezza della costa [m]	2030	
Profondità massima [m]	36.9	
Superficie bacino imbrifero [ha]	960	
Rapporto areale bacino / lago	78	

Caratteristiche strutturali del Lago Pian Casere (Dati forniti da Enel SpA)

Altezza diga (m)	Altezza di max ritenuta (m)	Altitudine di max invaso (m s.l.m.)	Altitudine di min invaso (m s.l.m.)	Volume (m³)	Periodo pieno
46.6	36.9	1817	1781.13	2,600,000	Fine inverno – metà autunno

Il Lago Pian Casere è un bacino artificiale ottenuto dallo sbarramento di un pianoro acquitrinoso con una diga a gravità massiccia ultimata nel 1946. Di discrete dimensioni e profondità, riceve l'acqua da un immissario principale (il Torrente Borleggia) e dal canale proveniente dal Lago Gemelli; le sue acque sono convogliate in un canale di gronda che le recapita al Lago Sardegnana. Il bacino imbrifero comprende quello dei laghi Colombo e Gemelli e su di esso insiste una parte del pascolo dell'Alpe Valle Oscura; nelle adiacenze del lago oltre alla prateria alpina vi sono gruppi di larici.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Pian Casere in data 23-8-01 (campione di acqua superficiale da riva)



Le proprietà termiche del lago mostrano una temperatura superficiale piuttosto mite in estate, con picchi di 19 °C in agosto e superiore a 11 °C da metà giugno a fine settembre; il ghiaccio è presente da inizio dicembre a fine maggio. Per quanto riguarda le caratteristiche chimico – fisiche delle sue acque si rileva una discreta conducibilità (in relazione alla tipologia ambientale) e un'alcalinità che pone il lago al riparo dal rischio di acidificazione; il pH risulta alcalino. La concentrazione di fosforo totale, modesta, situa il lago tra quelli "oligotrofi". Non sono disponibili dati pregressi per confronti.

Comunità fitoplanctonica del Lago Pian Casere in data 23-8-01 (campione prelevato da riva)


Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Coelastrum reticulatum</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	abbondante
Chlorophyceae	<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	comune
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Cyclotella sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Melosira sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Nitzschia sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Synedra sp.</i>	presente
Dinophyceae	<i>Peridinium sp.</i>	raro

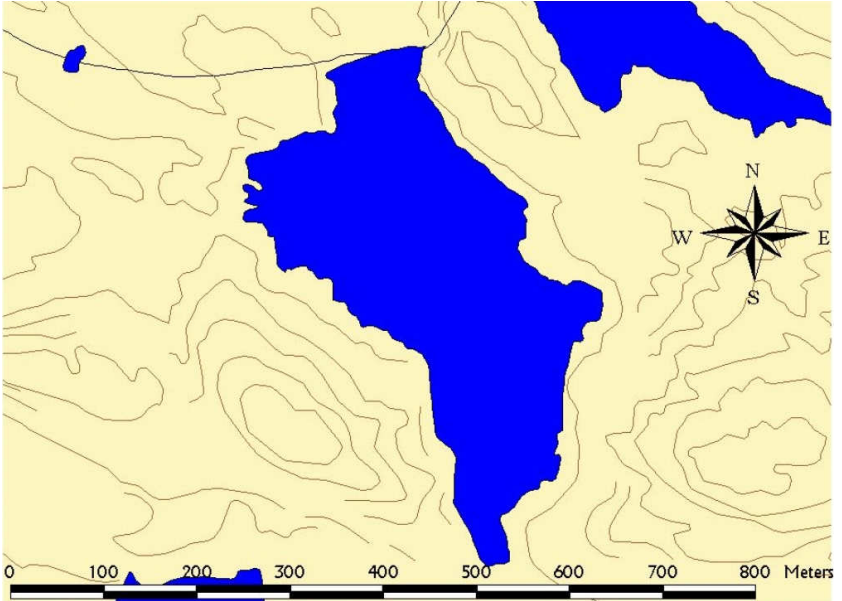
Comunità zooplanctonica del Lago Pian Casere in data 23-8-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	-	comune
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	Naupli e copepoditi	raro
Cladocera	-	<i>Chydorus ovalis</i>	comune
Cladocera	-	<i>Daphnia rosea</i>	comune
Rotifera	Monogononta	<i>Asplanchna priodonta</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella quadrata</i>	comune

La comunità ittica, sulla base di una pescata con reti, di osservazioni da riva e delle testimonianze raccolte, è composta da trota fario, trota iridea, salmerino di fonte e sanguinerola. La popolazione di trota fario deve essere supportata da ripopolamenti in quanto l'unico immissario degno di nota per la riproduzione naturale non è accessibile ai pesci per l'elevata pendenza presso la foce. Il salmerino di fonte è stato immesso di recente sotto forma di novellame 4-6 cm.

LAGO MARCIO

Comune:	
Branzi	
Tipo:	
Naturale ampliato	
Altitudine [m s.l.m.]	
1841	
Latitudine [N]	
45° 59' 34"	
Longitudine [E]	
09° 47' 26"	

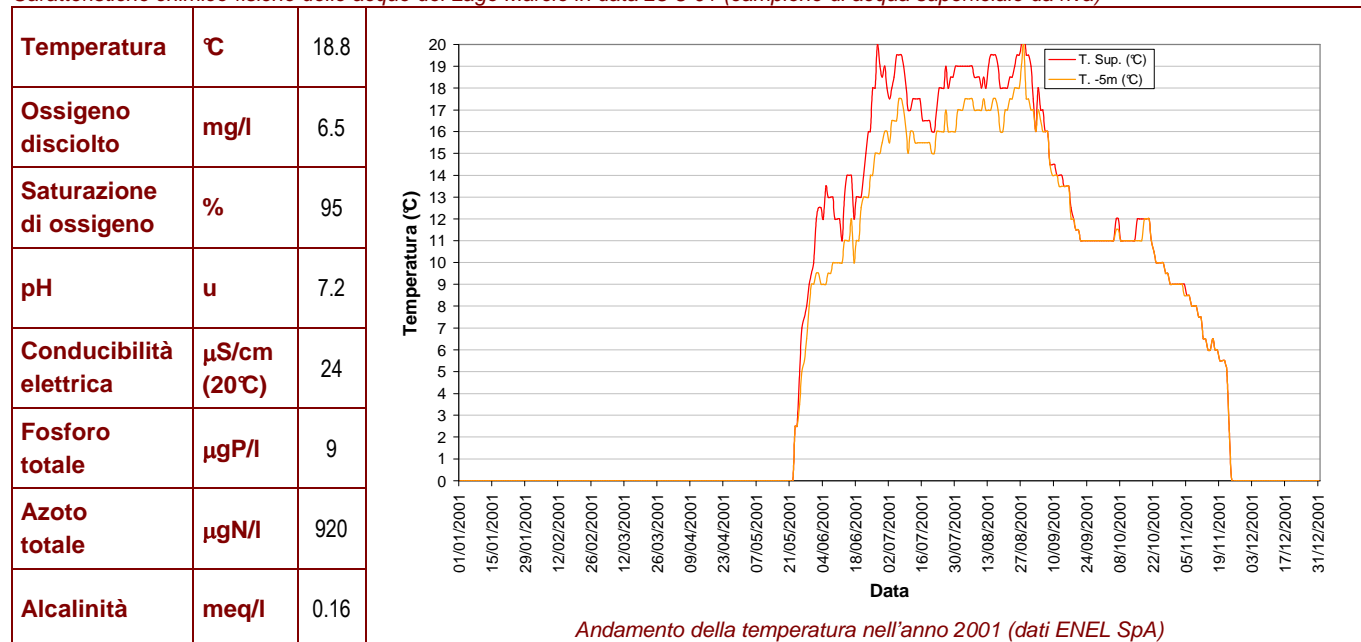
Superficie lago [ha] (max/min)	9.8/0.6	
Lunghezza [m]	560	
Larghezza [m]	220	
Lunghezza della costa [m]	1740	
Profondità massima [m]	16.7	
Superficie bacino imbrifero [ha]	80	
Rapporto areale bacino / lago	8.2	

Caratteristiche strutturali del Lago Marcio (Dati forniti da Enel SpA)

Altezza diga (m)	Altezza di max ritenuta (m)	Altitudine di max invaso (m s.l.m.)	Altitudine di min invaso (m s.l.m.)	Volume (m ³)	Periodo pieno
18	16.7	1841.2	1827.3	870,000	Fine inverno – metà autunno

Il Lago Marcio deriva dall'ampliamento di un preesistente lago di sella prossimo all'interrimento, con l'erezione di una diga a gravità massiccia nel 1925. Di forma irregolare e discrete dimensioni, le sue acque hanno una colorazione opaca che ricorda maggiormente uno stagno piuttosto che un limpido specchio alpino d'alta quota. E' privo di immissari veri e propri e le sue acque sono recapitate nel canale di gronda che si immette nel Lago Sardegnana. Il bacino imbrifero è abbastanza modesto ed è coperto da prateria alpina e vegetazione arborea ad aglifoglie (larici); in sponda sinistra c'è una zona umida torbosa.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Marcio in data 23-8-01 (campione di acqua superficiale da riva)



Per quanto riguarda le caratteristiche termiche delle sue acque si rileva una temperatura relativamente alta, che tocca i 19 °C in diversi giorni nel periodo tra fine maggio e fine agosto; la copertura di ghiaccio è presente da fine novembre a fine maggio. La concentrazione di fosforo (9 µgP/l) che, pur rientrando nell'intervallo dei laghi oligotrofi, è prossima alla soglia di quelli mesotrofi; queste caratteristiche favoriscono lo sviluppo della biocenosi lacustre e quindi della fauna ittica. La conducibilità invece non è particolarmente elevata e l'alcalinità colloca in lago tra quelli potenzialmente a rischio di acidificazione; il pH risulta debolmente alcalino. Rispetto agli unici dati pregressi esistenti, riferiti all'ottobre 1981 (Giussani *et al.*, 1986), si registra un leggero aumento della conducibilità da 16 a 24 µS/cm e il raddoppio dell'alcalinità, che passa da 0.08 a 0.16 meq/l.

Comunità fitoplanctonica del Lago Marcio in data 23-8-01 (campione prelevato da riva)


Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Ankistrodesmus sp.</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Coelastrum reticulatum</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	comune
Chlorophyceae	<i>Dactylothece sp.</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Scenedesmus sp.</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	abbondante
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium sp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Mougeotia sp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Cyclotella sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Melosira sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Navicula sp.</i>	raro

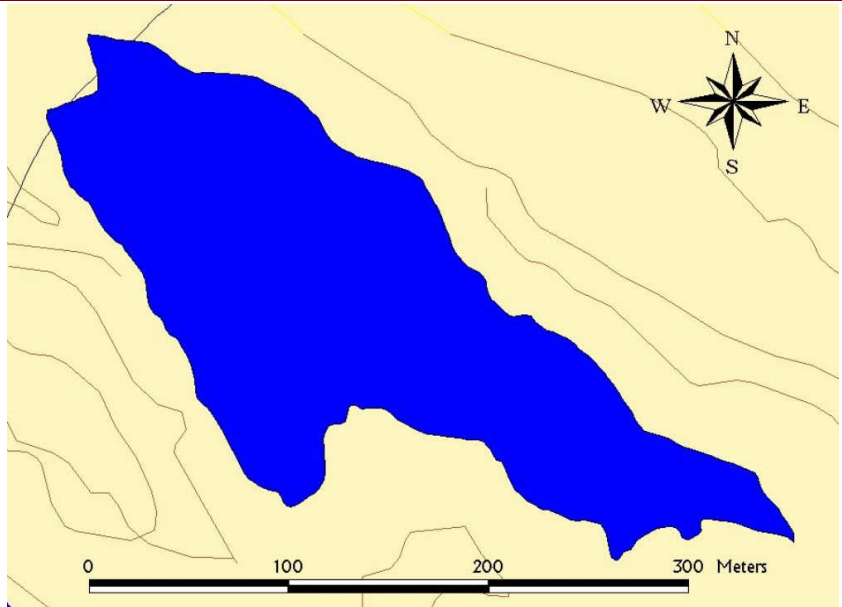
Comunità zooplanctonica del Lago Marcio in data 23-8-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	Naupli e copepoditi	raro
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	<i>Arctodiaptomus alpinus</i>	raro
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	<i>Acanthodiaptomus denticornis</i>	raro
Copepoda	Ciclopoidi	-	raro
Cladocera	-	<i>Bosmina longirostris</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Asplanchna priodonta</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella quadrata</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Synchaeta gr. tremula - oblonga</i>	abbondante

La comunità ittica, sulla base di una pescata con reti, di osservazioni da riva e delle testimonianze raccolte, è composta da trota fario, salmerino di fonte e sanguinerola. La popolazione di trota fario deve essere supportata da ripopolamenti in quanto non vi sono corsi d'acqua fruibili da parte di tale specie per la riproduzione naturale. Il salmerino di fonte è stato immesso di recente sotto forma di novellame 4-6 cm.

LAGO BECCO

Comune:	
Branzi	
Tipo:	
Naturale ampliato	
Altitudine [m s.l.m.]	
1872	
Latitudine [N]	
46° 01' 19"	
Longitudine [E]	09° 27' 34"

Superficie lago [ha] (max/min)	3.9/0.1	
Lunghezza [m]	435	
Larghezza [m]	150	
Lunghezza della costa [m]	1110	
Profondità massima [m]	13.8	
Superficie bacino imbrifero [ha]	60	
Rapporto areale bacino / lago	15.4	

Caratteristiche strutturali del Lago Becco (Dati forniti da Enel SpA)

Altezza diga (m)	Altezza di max ritenuta (m)	Altitudine di max invaso (m s.l.m.)	Altitudine di min invaso (m s.l.m.)	Volume (m³)	Periodo pieno
16	13.8	1871.7	1860.5	230,000	Fine inverno – metà autunno

Come il vicino Lago Marcio, anche il Lago Becco deriva dall'ampliamento di un preesistente lago naturale prossimo all'estinzione, con la realizzazione di una diga completata nel 1932. Di forma ovale, più allargata nella metà prossima allo sbarramento, ha discrete dimensioni e profondità. Privo di immissari significativi, il suo bacino imbrifero è modesto e ricoperto per lo più da larici, pini mughi e ginepro.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Becco in data 23-8-01 (campione di acqua superficiale da riva)

Temperatura	Ossigeno disciolto	Saturazione di ossigeno	pH	Conducibilità elettrica	Fosforo totale	Azoto totale	Alcalinità
°C	mg/l	%	u	µS/cm (20°C)	µgP/l	µgN/l	meq/l
17.3	6.4	87	7.1	23	7	420	0.21

Per quanto riguarda le caratteristiche chimico – fisiche delle sue acque si rileva una temperatura abbastanza alta, superiore ai 17 °C al momento del campionamento; da i dati ENEL disponibili per il 2001 si sono registrati massimi superficiali di 19 °C già a fine giugno. La concentrazione di fosforo rientra pienamente nell'intervallo dei laghi oligotrofi. La conducibilità non è particolarmente elevata e l'alcalinità colloca il lago, sia pure di poco, tra quelli esenti dal rischio di acidificazione; il pH risulta debolmente alcalino, quasi neutrale. Non esistono dati pregressi esistenti per eventuali confronti.

Comunità fitoplanctonica del Lago Becco in data 23-8-01 (campione prelevato da riva)


Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Coelastrum reticulatum</i>	comune
Chlorophyceae	<i>Crucigenia quadrata</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Oocystis lacustris</i>	abbondante
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	comune
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Closterium sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium bioculatum</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium sp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum furcigerum</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus connatus</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus dickiei</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus sp.</i>	comune
Cyanophyceae	<i>Merismopedia sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Navicula sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Tabellaria flocculosa</i>	presente
Dinophyceae	<i>Peridinium sp.</i>	presente

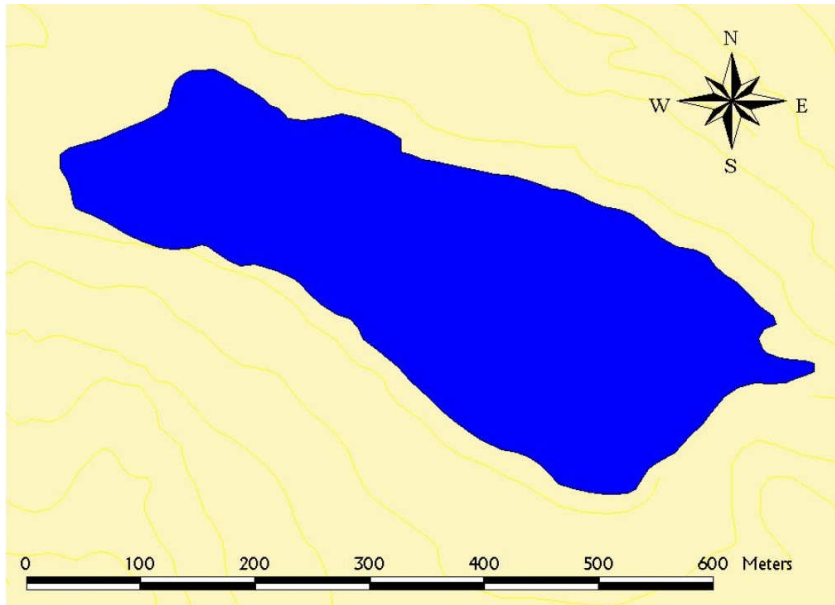
Comunità fitoplanctonica del Lago Becco in data 23-8-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	Naupli e copepoditi	raro
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	<i>Arctodiaptomus alpinus</i>	raro
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	<i>Acanthodiaptomus denticornis</i>	raro
Copepoda	Ciclopoidi	Naupli e copepoditi	raro
Cladocera	-	<i>Bosmina longirostris</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Asplanchna priodonta</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella quadrata</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Synchaeta gr. tremula - oblonga</i>	abbondante

La comunità ittica, sulla base delle osservazioni da riva e delle testimonianze raccolte, è composta da trota fario, salmerino di fonte e sanguinerola. La popolazione di trota fario deve essere supportata da ripopolamenti in quanto non sono presenti corsi d'acqua idonei alla sua riproduzione naturale.

LAGO SARDEGNANA

Comune:	
Carona	
Tipo:	
Naturale ampliato	
Altitudine [m s.l.m.]	
1739	
Latitudine [N]	
46°00' 50"	
Longitudine [E]	
09°48' 25"	

Superficie lago [ha] (max/min)	11.3/3.2	
Lunghezza [m]	680	
Larghezza [m]	230	
Lunghezza della costa [m]	1640	
Profondità massima [m]	34.55	
Superficie bacino imbrifero [ha]	190	
Rapporto areale bacino / lago	16.8	

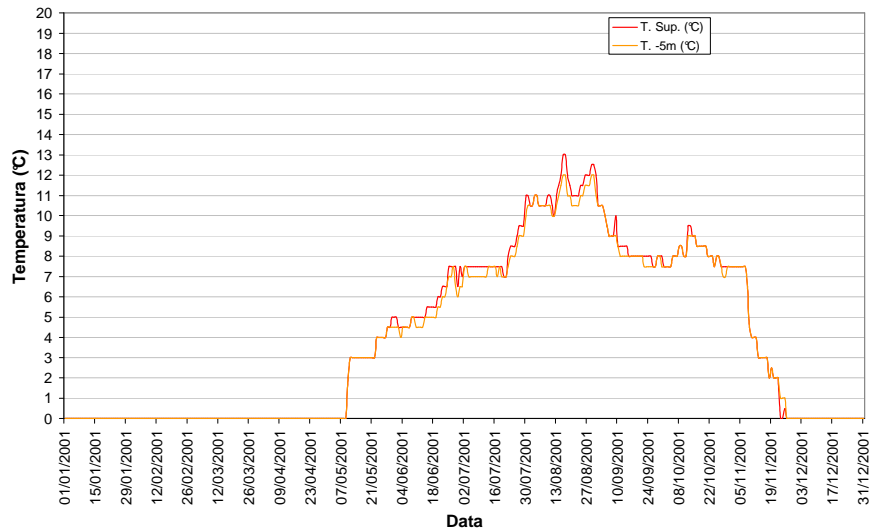
Caratteristiche strutturali del Lago Sardegnana (Dati forniti da Enel SpA)

Altezza diga (m)	Altezza di max ritenuta (m)	Altitudine di max invaso (m s.l.m.)	Altitudine di min invaso (m s.l.m.)	Volume (m³)	Periodo pieno
38.1	34.55	1738.55	1707.5	2,350,000	Fine inverno – metà autunno

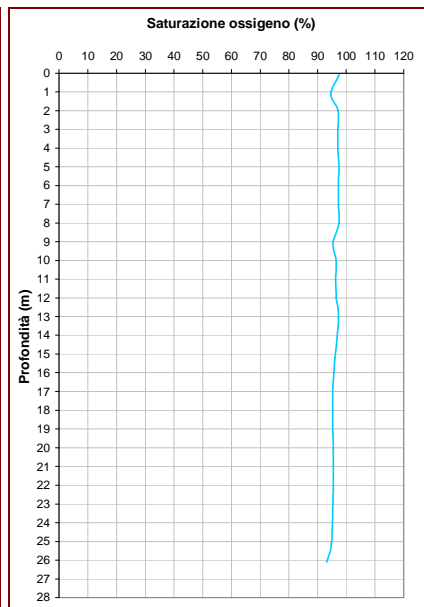
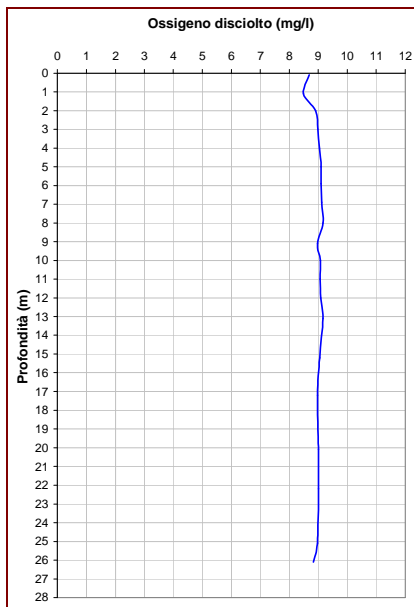
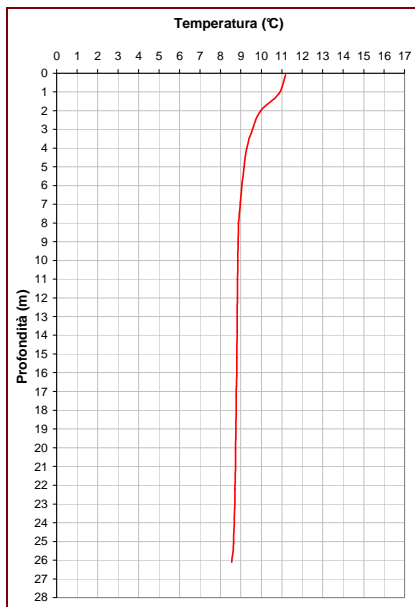
Il Lago Sardegnana è un bacino naturale ampliato dalla costruzione di una diga nel 1930 e ha una importanza particolare nel sistema idrico dell'alta Val Brembana in quanto attraverso due canali di gronda vi sono recapitate tutte le acque provenienti dal sistema di laghi Gemelli e Fregaborgia; dal Sardegnana parte la condotta forzata che convoglia l'acqua raccolta alla centrale di Carona, che dopo essere stata turbinata, viene immessa nell'invaso omonimo. Questa sua peculiare situazione fa sì che il lago funzioni da vasca di carico e che il suo livello sia sottoposto a forti fluttuazioni, situazione tutt'altro che ottimale per la biocenosi acquatica. La conca lacustre, piuttosto incassata nella valle, ha discrete dimensioni e una forma vagamente rettangolare; non vi sono immissari rilevanti (gli apporti idrici dai canali sono assai più importanti di quelli dal bacino imbrifero naturale). Le sponde, ripide, sono ricoperte da vegetazione arborea ad aghifoglie; il bacino imbrifero è parte del pascolo dell'Alpe Sardignana.

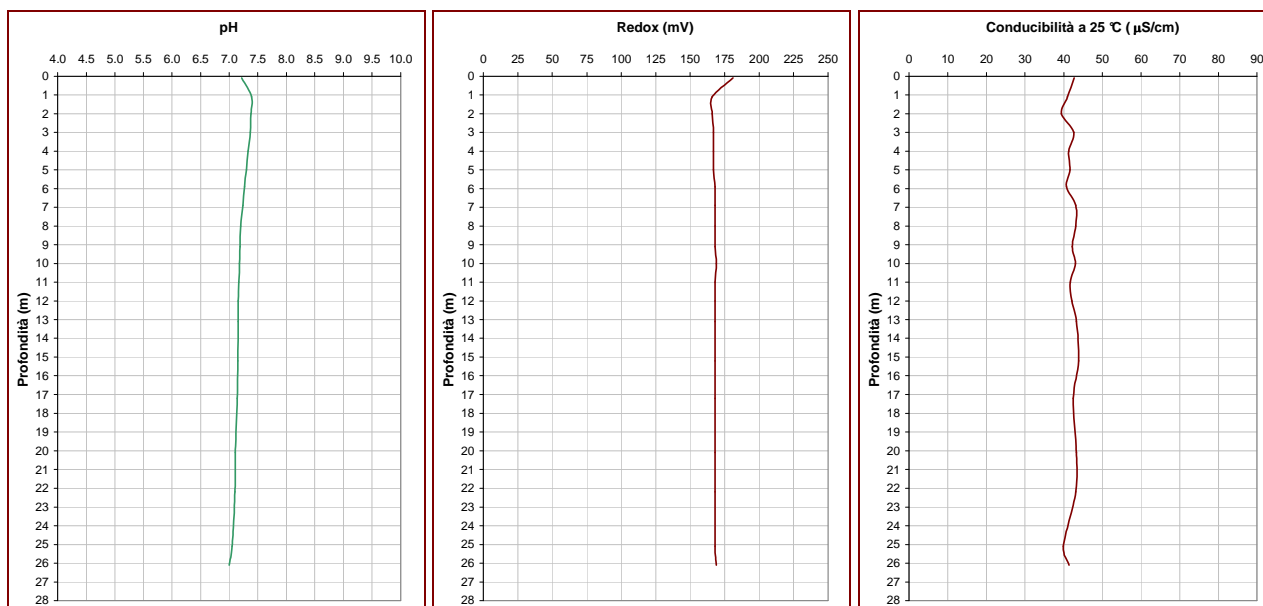
Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Sardegnana in data 23-8-01 (campione di acqua prelevato da natante)

Profondità	m	0	3	25
Temperatura	°C	11.2	9.6	8.6
Ossigeno disciolto	mg/l	8.7	9.0	9.0
Saturazione di ossigeno	%	97	97	95
pH	u	7.2	7.4	7.1
Potenziale redox	mV	181	167	168
Conducibilità elettrica	µS/cm (20°C)	43	43	40
Fosforo totale	µgP/l	6	5	3
Azoto totale	µgN/l	470	500	450
Alcalinità	meq/l	0.46	0.45	0.43



Andamento della temperatura nell'anno 2001 (dati ENEL SpA)





Si può presumere che le caratteristiche chimico – fisiche delle acque di questo lago non siano determinate dal bacino imbrifero naturale, ma piuttosto da quelle delle acque che vi sono recapitate dai canali di gronda. Le temperature superficiali sono piuttosto rigide, in quanto sono superati i 10 °C solo da fine luglio a inizio settembre, con picchi non superiori ai 13 °C. Al momento del campionamento il lago presentava una moderata stratificazione termica, con un accenno di termoclino in prossimità degli strati superficiali; è importante ricordare che l'invaso era rimasto vuoto (escluso il preesistente laghetto naturale) fino a metà agosto. L'ossigeno è presente lungo tutta la colonna con concentrazioni ottimali. La conducibilità, l'alcalinità e i nutrienti mostrano una appena accennata riduzione dalla superficie al fondo. La concentrazione di fosforo totale pone il lago nella categoria degli "oligotrofi" e l'alcalinità è ben al di sopra della soglia minima per scongiurare il rischio di acidificazione. Il pH è leggermente alcalino in superficie e prossimo alla neutralità presso il fondo. La trasparenza è risultata pari a 9.5 m. Non sono disponibili dati pregressi per confronti.

Comunità fitoplanctonica del Lago Sardo in data 23-8-01 (campione prelevato da natante)

Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Elakatothrix sp.</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Oocystis sp.</i>	comune
Chlorophyceae	<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Scenedesmus sp.</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	comune
Chrysophyceae	<i>Dinobryon divergens</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Closterium sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium sp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Mougeotia sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum furcigerum</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Stauroidesmus connatus</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Stauroidesmus sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Ceratoneis arcus</i>	abbondante
Diatomophyceae	<i>Cymbella cistula</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Diatoma vulgare</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Fragilaria crotonensis</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Gomphonema constrictum</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Meridion circolare</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Synedra acus</i>	abbondante
Diatomophyceae	<i>Synedra ulna</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Tabellaria flocculosa</i>	presente
Dinophyceae	<i>Peridinium sp.</i>	raro

Comunità zooplanctonica del Lago Sardegnana in data 23-8-01 (campione prelevato da natante)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	-	presente
Copepoda	Ciclopoidi	-	presente
Copepoda	Ciclopoidi	Naupli e copepoditi	raro
Cladocera	-	<i>Bosmina longirostris</i>	presente
Cladocera	-	<i>Chydorus sphaericus</i>	presente
Cladocera	-	<i>Daphnia hyalina</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Asplanchna girodi</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Asplanchna priodonta</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella quadrata</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Notholca squamula</i>	presente
Rotifera	Monogononta	<i>Synchaeta sp</i>	raro

La comunità ittica, sulla base delle osservazioni da riva e delle testimonianze raccolte, è composta da trota fario, e sanguinerola. La popolazione di trota fario deve essere supportata da ripopolamenti in quanto non sono presenti corsi d'acqua idonei alla sua riproduzione naturale.

LAGO FREGABOLGIA

Comune:	
Carona	
Tipo:	
Naturale ampliato	
Altitudine [m s.l.m.]	
1958	
Latitudine [N]	
46° 01' 21"	
Longitudine [E]	
09° 52' 03"	

Superficie lago [ha]	16.7	
Lunghezza [m]	915	
Larghezza [m]	285	
Lunghezza della costa [m]	2470	
Profondità massima [m]	60	
Superficie bacino imbrifero [ha]	240	
Rapporto areale bacino / lago	14.4	

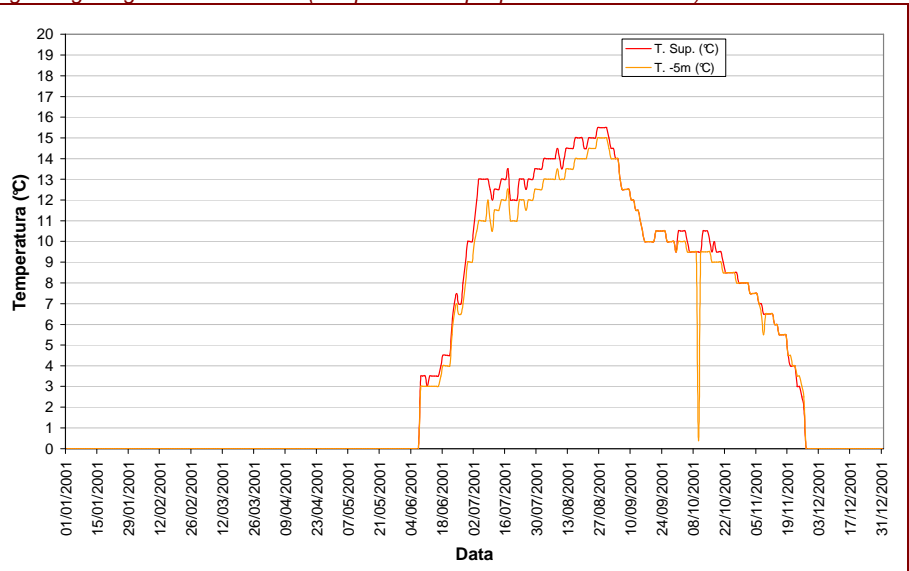
Caratteristiche strutturali del Lago Fregaborgia (Dati forniti da Enel SpA)

Altezza diga (m)	Altezza di max ritenuta (m)	Altitudine di max invaso (m s.l.m.)	Altitudine di min invaso (m s.l.m.)	Volume (m ³)	Periodo pieno
63	55	1958	1906.5	4,850,000	Fine inverno – metà autunno

Il Lago Fregaborgia sorge su una preesistente piana acquitrinosa dove un torrente formava un modesto laghetto nella zona terminale; la diga è stata completata nel 1953. Di forma allungata, è il terzo lago alpino per estensione della Provincia di Bergamo ed ha una profondità considerevole. Riceve le acque da due immissari, il più importante dei quali proveniente dal sovrastante Lago dei Curiosi, dal lato opposto alla diga. Le sue acque vengono recapitate al Lago Sardegnana attraverso un canale di gronda. Le rive sono piuttosto scoscese, il bacino imbrifero ha rade zone di conifere, essendo per lo più prateria e rocce, e al suo interno è presente il rifugio Calvi; esso fa inoltre parte del pascolo dell'Alpe Fregaborgia.

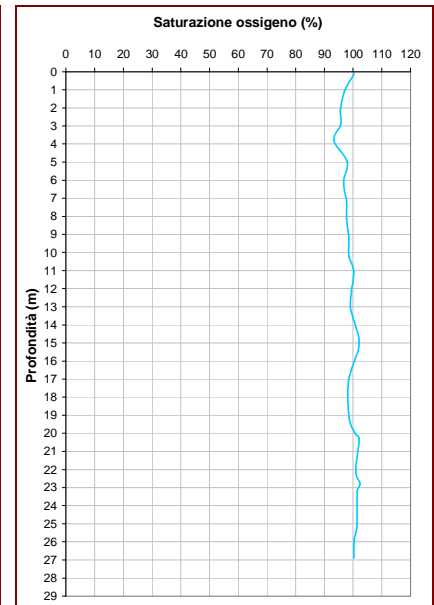
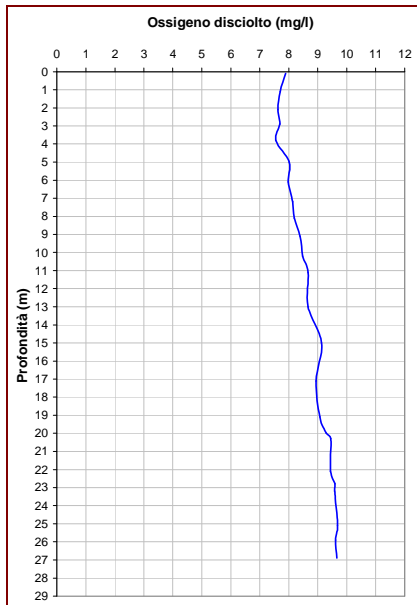
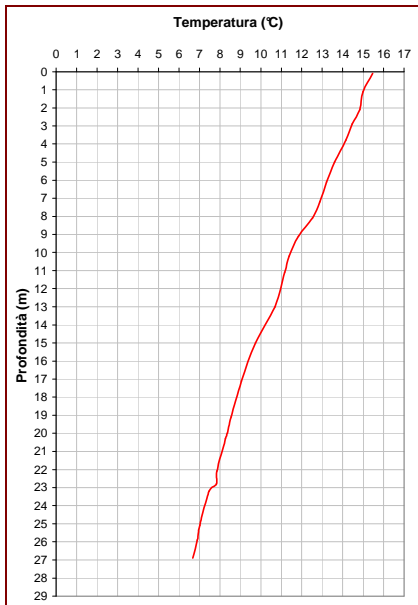
Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Fregaborgia in data 24-8-01 (campione di acqua prelevato da natante)

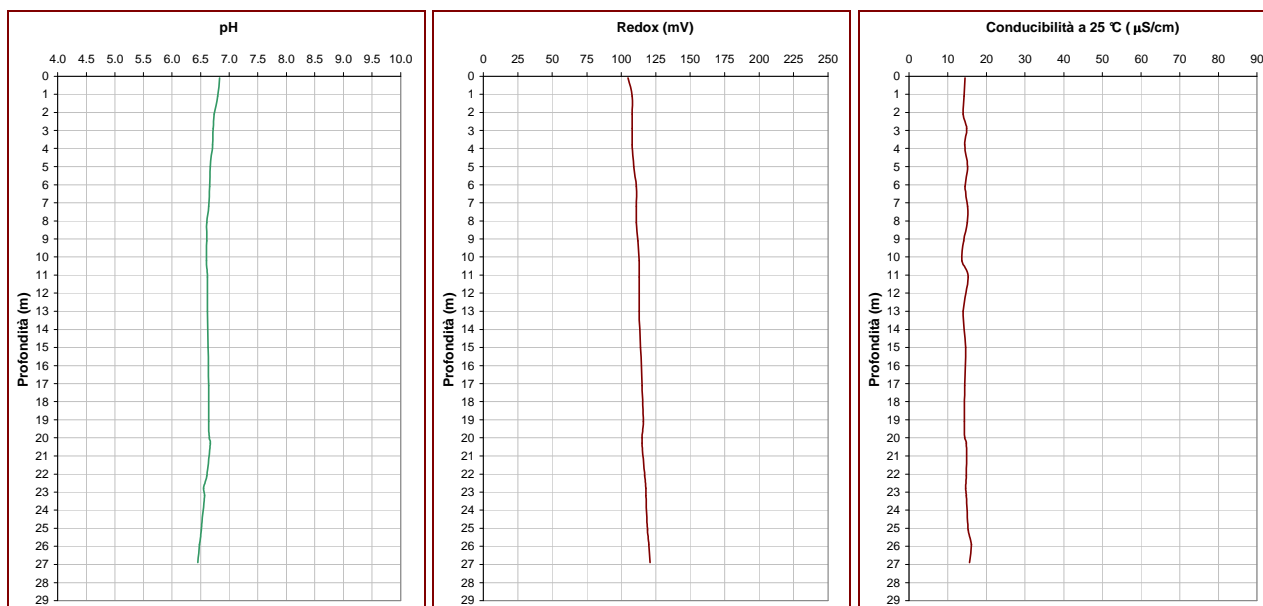
Profondità	m	0	7	26
Temperatura	°C	15.5	12.9	6.9
Ossigeno disciolto	mg/l	7.9	8.1	9.6
Saturazione di ossigeno	%	100	98	100
pH	u	6.8	6.6	6.5
Potenziale redox	mV	105	111	120
Conducibilità elettrica	µS/cm (20°C)	15	15	16
Fosforo totale	µgP/l	7	4	10
Azoto totale	µgN/l	450	420	420
Alcalinità	meq/l	110	160	170



Andamento della temperatura nell'anno 2001 (dati ENEL SpA)

Relativamente alla termica il lago presenta una copertura di ghiaccio da fine novembre ai primi di giugno e raggiunge temperature superficiali massime di 15.5 °C; da fine giugno a inizio ottobre ha temperature superiori ai 10 °C. Al momento del campionamento era presente un'a differenza di oltre 8 °C tra la temperatura superficiale e quella presso il fondo, con un gradiente piuttosto costante lungo la colonna.





L'ossigeno disciolto è caratterizzato da una concentrazione maggiore in prossimità del fondo, senza variazioni però rispetto alla saturazione che è intorno al 100% lungo tutta la colonna. I restanti parametri sono relativamente costanti, eccetto il fosforo totale che si riduce negli strati intermedi e aumenta presso il fondo; nel complesso il lago può essere definito "oligotrofo". La conducibilità è piuttosto bassa e l'alcalinità è ridotta, al punto che il lago si situa tra quelli "sensibili" all'acidificazione; il pH è moderatamente acido. La trasparenza è risultata pari a 17 m. Per quanto riguarda i dati pregressi, le informazioni disponibili sono relative a campioni di acqua superficiale nell'agosto 1981 (*Giussani et al.*, 1986) e nel giugno 1999 (*Tartari et al.*, 2000); rispetto a tali date non si rilevano differenze importanti. Il fosforo totale aveva una concentrazione di 4 µgP/l nel 1981, mentre sia nel 1999 sia nel 2001 è passato a 7 µgP/l. Il pH è risultato acido nel 1981 con un valore di 6.2, alcalino nel 1999 (7.4) e leggermente acido nel 2001 (6.8). Anche l'alcalinità ha subito variazioni lievi (in accordo con quelle del pH), passando da 0.08 meq/l nel 1981 a 0.14 meq/l nel 1999 e 0.11 meq/l nel 2001.

Comunità fitoplanctonica del Lago Fregaboldgia in data 24-8-01 (campione prelevato da natante)

Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	raro
Chrysophyceae	<i>Dinobryon sociale</i>	abbondante
Chrysophyceae	<i>Mallomonas sp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Cyclotella sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Diatoma sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Fragilaria crotonensis</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Pinnularia sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Synedra spp.</i>	presente
Dinophyceae	<i>Gymnodium sp.</i>	presente
Dinophyceae	<i>Peridinium sp.</i>	abbondante

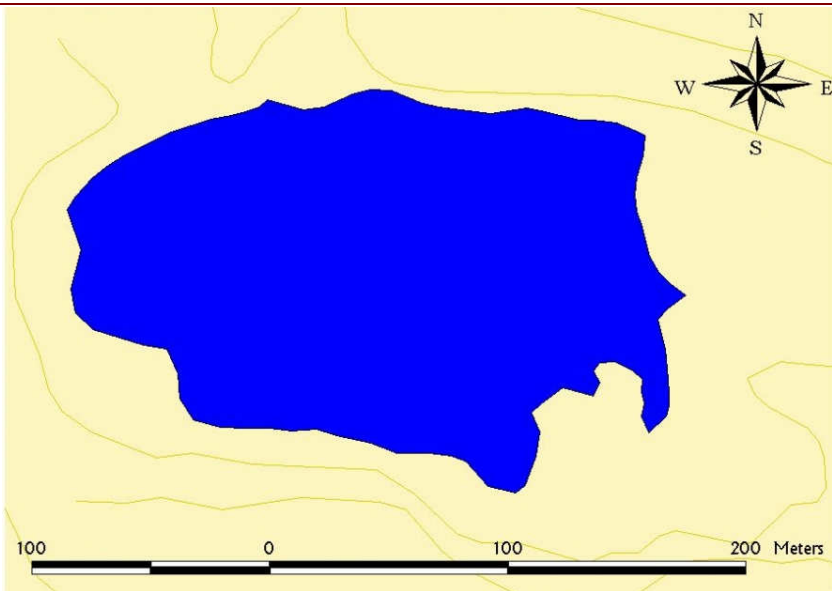
Comunità zooplanctonica del Lago Fregaboldgia in data 24-8-01 (campione prelevato da natante)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	Naupli e copepoditi	raro
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	<i>Eudiaptomus padanus</i>	raro
Copepoda	Ciclopoidi	Naupli e copepoditi	raro
Cladocera	-	<i>Chydorus sphaericus</i>	presente
Cladocera	-	<i>Daphnia hyalina</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Asplanchna girodi</i>	comune
Rotifera	Monogononta	<i>Asplanchna priodonta</i>	abbondante
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella hiemalis</i>	presente
Rotifera	Monogononta	<i>Notholca squamula</i>	presente
Rotifera	Monogononta	<i>Polyarthra gr. vulgaris - dolicoptera</i>	comune

La comunità ittica, sulla base delle osservazioni da riva e delle testimonianze raccolte, è composta da trota fario, e sanguinerola. La popolazione di trota fario deve essere supportata da ripopolamenti in quanto non sono presenti corsi d'acqua idonei alla sua riproduzione naturale.

LAGO ROTONDO

Comune:	
Carona	
Tipo:	
Naturale	
Altitudine [m s.l.m]	
1979	
Latitudine [N]	
46°01' 33"	
Longitudine [E]	
09°52' 36"	

Superficie lago [ha]	2	
Lunghezza [m]	260	
Larghezza [m]	160	
Lunghezza della costa [m]	795	
Profondità massima [m]	25	
Superficie bacino imbrifero [ha]	127	
Rapporto areale bacino / lago	63.5	

Il Lago Rotondo è un bacino naturale, il cui incile è stato innalzato attraverso una piccola diga alta 3 m; le acque dell'emissario sono captate e inviate al canale di gronda che le porta al Lago Sardegnana. Di forma ovale, posto in una conca sotto il rifugio Calvi, ha una profondità notevole in rapporto alle dimensioni. E' alimentato da piccoli riali che si immettono dal lato est, il maggiore dei quali proviene dai laghetti del Poris. Il suo bacino fa parte del pascolo dell'Alpe Fregabolgia ed è costituito per lo più da prateria alpina.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Rotondo in data 24-8-01 (campione di acqua superficiale da riva)

Temperatura	Ossigeno disciolto	Saturazione di ossigeno	pH	Conducibilità elettrica	Fosforo totale	Azoto totale	Alcalinità
°C	mg/l	%	u	µS/cm (20°C)	µgP/l	µgN/l	meq/l
17	7.3	96	6.9	23	11	540	0.17

Per quanto riguarda le caratteristiche chimico – fisiche delle sue acque si rileva una temperatura superficiale mite, 17 °C; la concentrazione di fosforo è relativamente elevata e colloca il lago all'estremo inferiore dell'intervallo dei laghi mesotrofi. La conducibilità non è particolarmente elevata e l'alcalinità colloca il lago, sia pure di poco, tra quelli a rischio di acidificazione; il pH risulta debolmente acido. Gli unici dati pregressi disponibili sono relativi ai mesi di luglio e agosto del 1981; rispetto a tali date si osserva un aumento del fosforo totale da 5 e 6 µgP/l (corrispondenti ad uno stato di oligotrofia), rispettivamente per luglio e agosto 1981, ad 11 µgP/l e dell'alcalinità da 0.07 meq/l a 0.17 meq/l. La conducibilità aumenta leggermente, passando da 15 e 18 µS/cm rispettivamente per luglio e agosto 1981, a 23 µS/cm.

Comunità fitoplanctonica del Lago Rotondo in data 24-8-01 (campione da riva)


Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Planktosphaeria sp.</i>	abbondante
Chrysophyceae	<i>Dinobryon sociale</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium spp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Gonatozygon sp.</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Spirogyra sp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum furcigerum</i>	abbondante
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum spp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus connatus</i>	abbondante
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus cuspidatus</i>	abbondante
Cyanophyceae	<i>Merismopedia sp.</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Gyrosigma sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Pinnularia sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Surirella robusta</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Tabellaria flocculosa</i>	comune

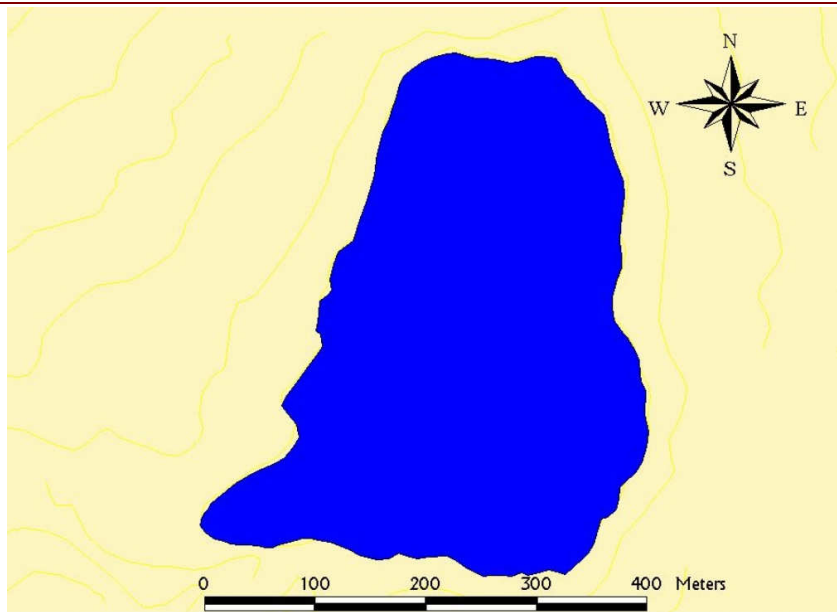
Comunità zooplanctonica del Lago Rotondo in data 24-8-01 (campione da riva)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	-	raro
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	Naupli e copepoditi	raro
Cladocera	-	<i>Biapertura affinis</i>	raro
Cladocera	-	<i>Daphnia longispina</i>	raro
Cladocera	-	<i>Daphnia rosea</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Polyarthra</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Synchaeta</i>	raro

Per quanto riguarda la fauna ittica, sono stati osservati presso riva alcuni giovani di salmerino di fonte recentemente immessi e le sanguinerole. Sulla base dei dati dei ripopolamenti si presume inoltre presente la trota fario, che peraltro non ha possibilità di riprodursi, mancando idonei corsi d'acqua.

LAGO DIAVOLO

Comune:	
Carona	
Tipo:	
Naturale ampliato	
Altitudine [m s.l.m.]	
2142	
Latitudine [N]	
46° 02' 32"	
Longitudine [E]	
09°52' 04"	

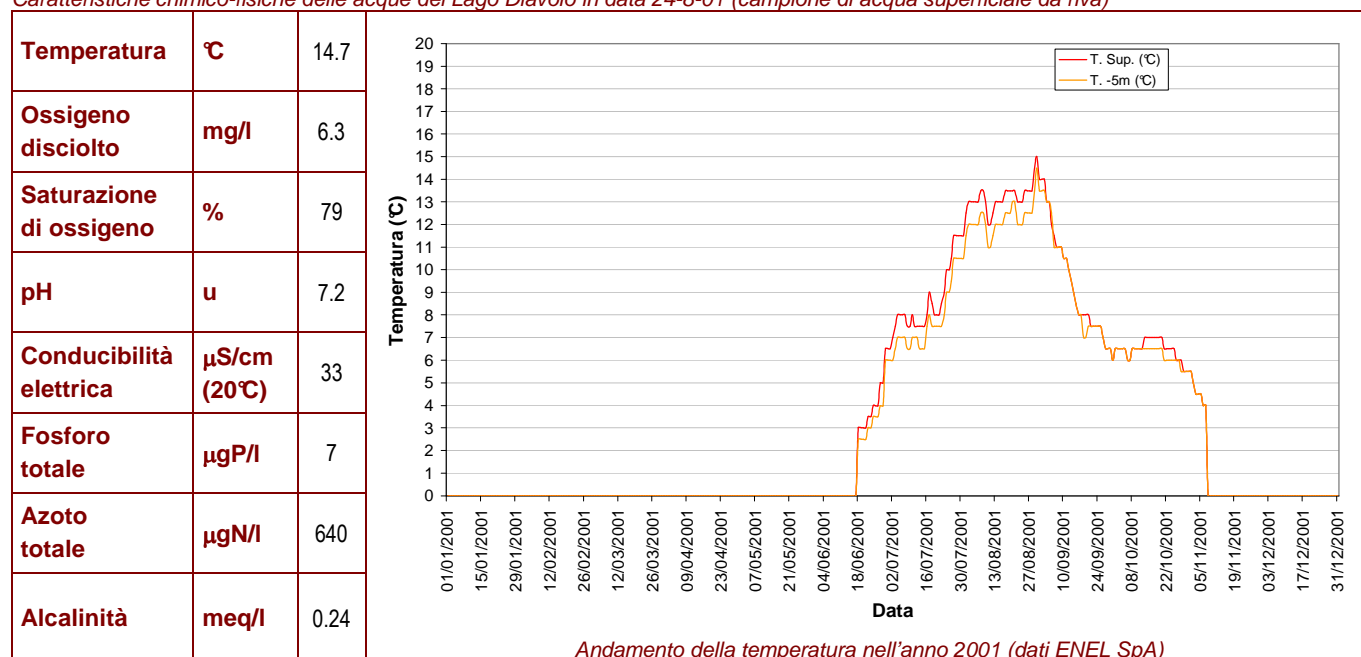
Superficie lago [ha] (max/min)	13.5/1.8	
Lunghezza [m]	530	
Larghezza [m]	315	
Lunghezza della costa [km]	1510	
Profondità massima [m]	23	
Superficie bacino imbrifero [ha]	100	
Rapporto areale bacino / lago	7.4	

Caratteristiche strutturali del Lago Diavolo (Dati forniti da Enel SpA)

Altezza diga (m)	Altezza di max ritenuta (m)	Altitudine di max invaso (m s.l.m.)	Altitudine di min invaso (m s.l.m.)	Volume (m ³)	Periodo pieno
26	23	2142.8	2106.8	2,620,000	Fine inverno – metà autunno

Il Lago del Diavolo deriva dall'ampliamento di un bacino naturale preesistente (già piuttosto grande) con la costruzione di una diga ultimata nel 1933. Ha una forma trapezoidale e le sue rive sono estremamente scoscese; non sono presenti immissari significativi e le sue acque sono inviate al Lago Sardegnana tramite un canale di gronda. Il bacino imbrifero è modesto e composto da zone rocciose e di prateria alpina; non sono presenti zone di pascolo di bestiame o rifugi.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Diavolo in data 24-8-01 (campione di acqua superficiale da riva)



Dal punto di vista termico il lago presenta temperature piuttosto rigide; è ghiacciato da inizio novembre a metà giugno e in supera i 10 °C in superficie da metà luglio a metà settembre, con massime intorno a 15 °C. Per quanto riguarda le caratteristiche fisico – chimiche si osserva una concentrazione di fosforo totale che pone in lago in una situazione di oligotrofia, nonostante l'assenza di carico zootecnico e antropico nel bacino facesse ritenere più probabile un caso di ultraoligotrofia. Dal punto di vista dell'acidità non si rilevano problemi, essendo il pH leggermente alcalino e l'alcalinità sufficientemente elevata da escludere rischi di acidificazione. Non esistono dati pregressi per verificare l'andamento storico dei parametri.

Comunità fitoplanctonica del Lago Diavolo in data 24-8-01 (campione prelevato da riva)

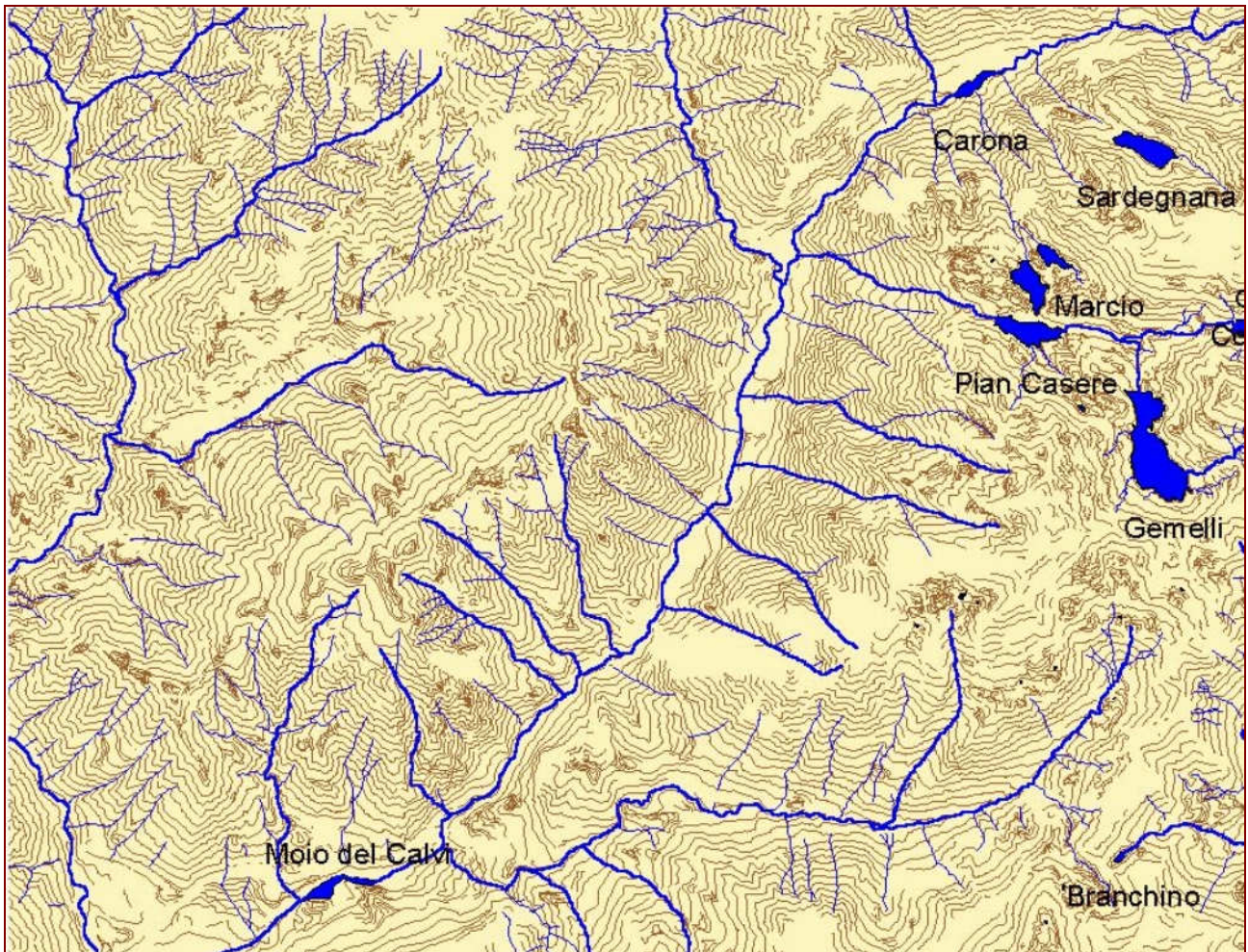
Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Oocystis sp.</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	presente
Chrysophyceae	<i>Mallomonas sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Ceratoneis arcus</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Cyclotella comnta</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Cyclotella sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Fragilaria crotonensis</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Navicula sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Synedra acus</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Synedra ulna</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Tabellaria sp.</i>	presente

Comunità zooplanctonica del Lago Diavolo in data 24-8-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	-	raro
Cladocera	-	<i>Daphnia rosea</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Aspachna priodonta</i>	comune
Rotifera	Monogononta	<i>Bdelloidei</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella cochlearis</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella quadrata</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Synchaeta gr. tremula - oblonga</i>	raro

La comunità ittica, sulla base delle osservazioni da riva e delle testimonianze raccolte, è composta da trota fario, salmerino di fonte e sanguinerola. La popolazione di trota fario deve essere supportata da ripopolamenti in quanto non sono presenti corsi d'acqua idonei alla sua riproduzione naturale. Il salmerino di fonte è stato immesso sia sotto forma di novellame che di adulto.

GLI INVASI ARTIFICIALI DEL FIUME BREMBO: CARONA E BERNIGOLO

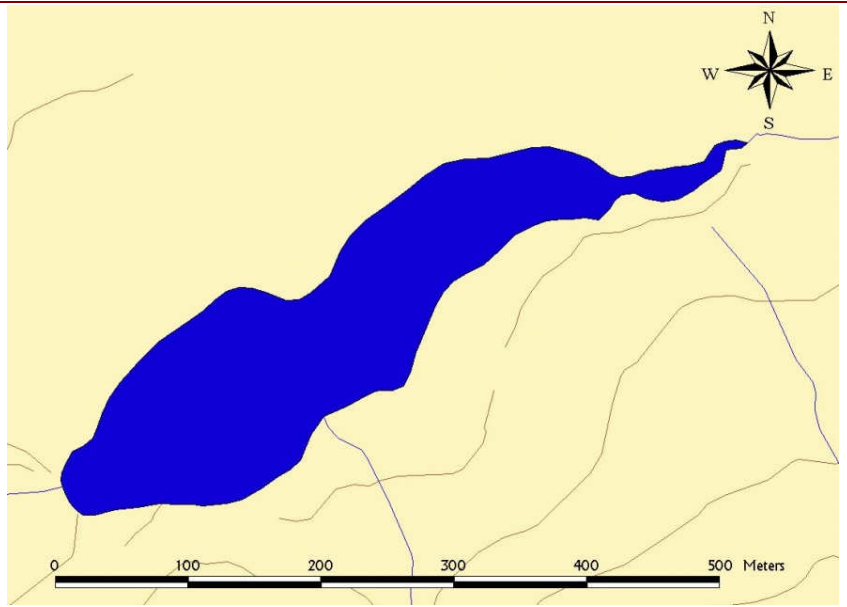


Lungo l'asta principale del Fiume Brembo ci sono numerose captazioni idrolettriche con le relative traverse; in alta valle due di esse, Carona e Bernigolo, formano degli invasi artificiali di dimensioni non trascurabili che possono essere equiparati ad acque lacustri. Si tratta di ambienti relativamente instabili rispetto ai laghi veri e propri, avendo un tempo di ricambio piuttosto rapido con ampie escursioni di livello ed elevato tasso di interrimento che ne richiede frequenti svasi. Nonostante la quota modesta hanno temperature piuttosto fredde in quanto alimentati da acque provenienti da altitudini elevate. La situazione "artificiale" in cui si trovano, insieme alla loro posizione che li rende facilmente accessibili e prossimi a località turistiche, rende tali ambienti particolarmente interessanti in funzione della pesca facilitata con immissioni di pesci adulti.

Per quanto riguarda la situazione idrologica dei due bacini, si ricorda che in quello di Carona confluiscono le acque del Brembo e quelle della centrale provenienti dal Lago Sardegnana; da tale bacino escono le acque previste per il deflusso minimo vitale nel Brembo e quelle che sono convogliate con una condotta alla centrale di Bordogna, che le reimmette nel Brembo poco prima della suo sbocco nel Lago Bernigolo. Da quest'ultimo fuoriesce il deflusso minimo che garantisce la continuità idrica del Brembo e sono captate le acque che vengono inviate alla centrale che le scarica nuovamente nel Brembo poco prima della traversa di Lenna.

LAGO CARONA

Comune:	
Carona	
Tipo:	
Artificiale	
Altitudine [m s.l.m.]	
1100	
Latitudine [N]	
46° 01' 13"	
Longitudine [E]	
09° 47' 00"	

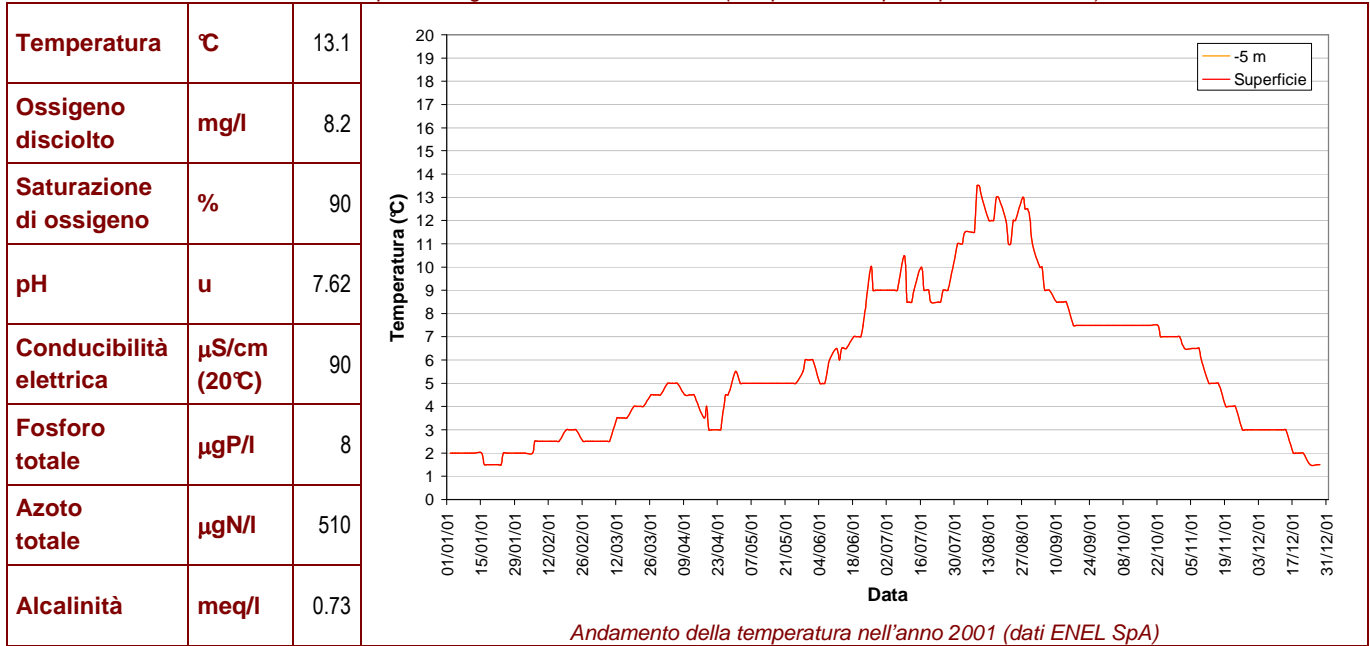
Superficie lago [ha] (max/min)	5.9/1.5	
Lunghezza [m]	475	
Larghezza [m]	140	
Lunghezza della costa [m]	1310	
Profondità massima [m]	22.5	
Superficie bacino imbrifero [ha]	3930	
Rapporto areale bacino / lago	666.1	

Caratteristiche strutturali del Lago Carona (Dati forniti da Enel SpA)

Altezza diga (m)	Altezza di max ritenuta (m)	Altitudine di max invaso (m s.l.m.)	Altitudine di min invaso (m s.l.m.)	Volume (m ³)	Periodo pieno
34.5	22.5	1100.5	1087.5	530,000	Sempre

Il Lago di Carona è un serbatoio completamente artificiale ottenuto con lo sbarramento del Fiume Brembo nel 1931. Questo bacino, oltre a raccogliere le acque del Brembo di Carona, è il recettore dello scarico della centrale omonima, cui afferiscono le acque del Lago Sardegnana e quindi dei relativi bacini ad esso collegati dai canali di gronda. A loro volta le acque del Lago di Carona, eccetto la quota di deflusso minimo vitale, sono inviate alla Centrale di Bordogna, dove vengono turbinate e restituite al Brembo poco prima del suo ingresso nel Lago di Bernigolo. Posto ad un'altitudine di 1100 m s.l.m. non è in realtà un vero lago alpino dal punto di vista geografico ma è assimilabile alla categoria in quanto la parte più cospicua delle acque che riceve provengono da alta quota. Il suo bacino imbrifero è piuttosto vasto sia per l'ubicazione di fondo valle, sia per il suo ampliamento artificiale con il sistema dei canali di gronda; sulla sponda destra è presente l'abitato di Carona, mentre a sinistra il versante è naturale e coperto da conifere. Poco dopo le indagini di campo, nel mese di novembre 2001, il bacino è stato svuotato interamente per consentire lavori di manutenzione delle paratoie ed è stato nuovamente riempito nel mese di maggio 2002.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Carona in data 23-8-01 (campione di acqua superficiale da riva)



La temperatura superficiale è abbastanza fredda, presumibilmente per il fatto che il lago riceve attraverso la condotta della centrale le acque ipolimniche dei bacini sovrastanti; anche in piena estate non sono superati i 14 °C. Il contenuto di soluti è discreto e non ci sono rischi di acidificazione grazie all'elevata alcalinità; il pH è alcalino. Il fosforo totale è presente con una concentrazione tipica di laghi oligotrofi. Non sono disponibili dati pregressi per confronti.

Comunità fitoplanctonica del Lago Carona in data 23-8-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Oocystis lacustris</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	comune
Chrysophyceae	<i>Dinobryon sp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Gonatozygon monotenium</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Spirogyra sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus connatus</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus spp.</i>	raro
Cyanophyceae	<i>Merismopedia major</i>	presente
Cyanophyceae	<i>Oscillatoria rubescens</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Achnantes (brevipes)</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Amphora sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Asterionella formosa</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Ceratoneis arcus</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Cocconeis sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Cymbella naviculiformis</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Cymbella tumida</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Cymbella ventricosa</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Diatoma elongatum</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Diatoma hiemale var. mesodon</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Diatoma vulgare</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Didimosphaeria geminata</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Fragilaria crotonensis</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Melosira sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Navicula sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Nitzschia sp.</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Pinnularia sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Synedra acus</i>	abbondante
Diatomophyceae	<i>Synedra ulna</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Tabellaria flocculosa</i>	presente
Dinophyceae	<i>Gymnodium sp.</i>	raro

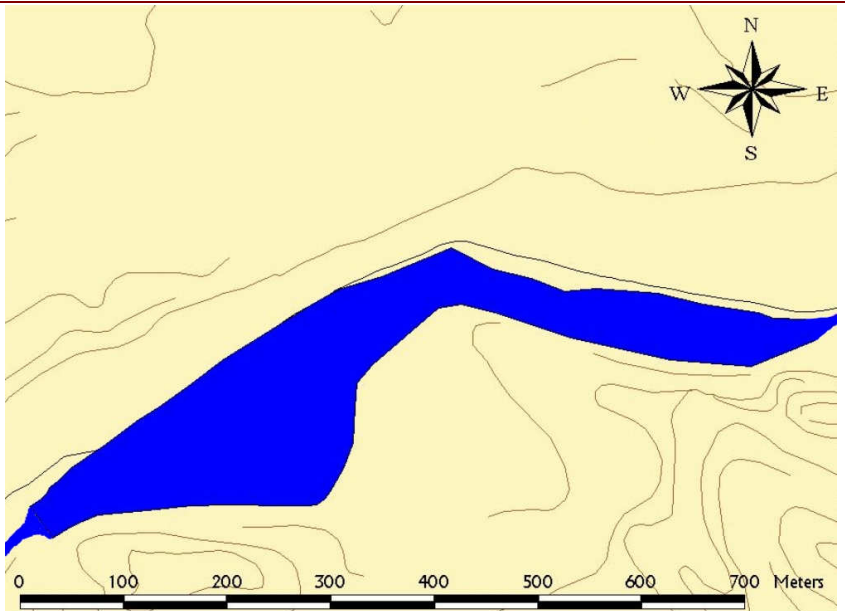
Comunità zooplanctonica del Lago Carona in data 23-8-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	Naupli e copepoditi	raro
Cladocera	-	<i>Biapertura affinis</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella quadrata</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Notholca squamula</i>	raro

La comunità ittica, sulla base delle osservazioni da riva e delle testimonianze raccolte, è composta da trota fario e salmerino di fonte. La trota fario può riprodursi naturalmente in un breve tratto del Brembo immissario prima di un salto invalicabile, mentre verso valle la comunicazione con il Brembo emissario è preclusa dallo sbarramento privo di passaggio artificiale per pesci. Il salmerino di fonte è stato immesso allo stadio adulto.

LAGO BERNIGOLO

Comune:	
Moio de Calvi	
Tipo:	
Artificiale	
Altitudine [m s.l.m.]	
515	
Latitudine [N]	
46° 56' 52"	
Longitudine [E]	
09° 41' 49"	

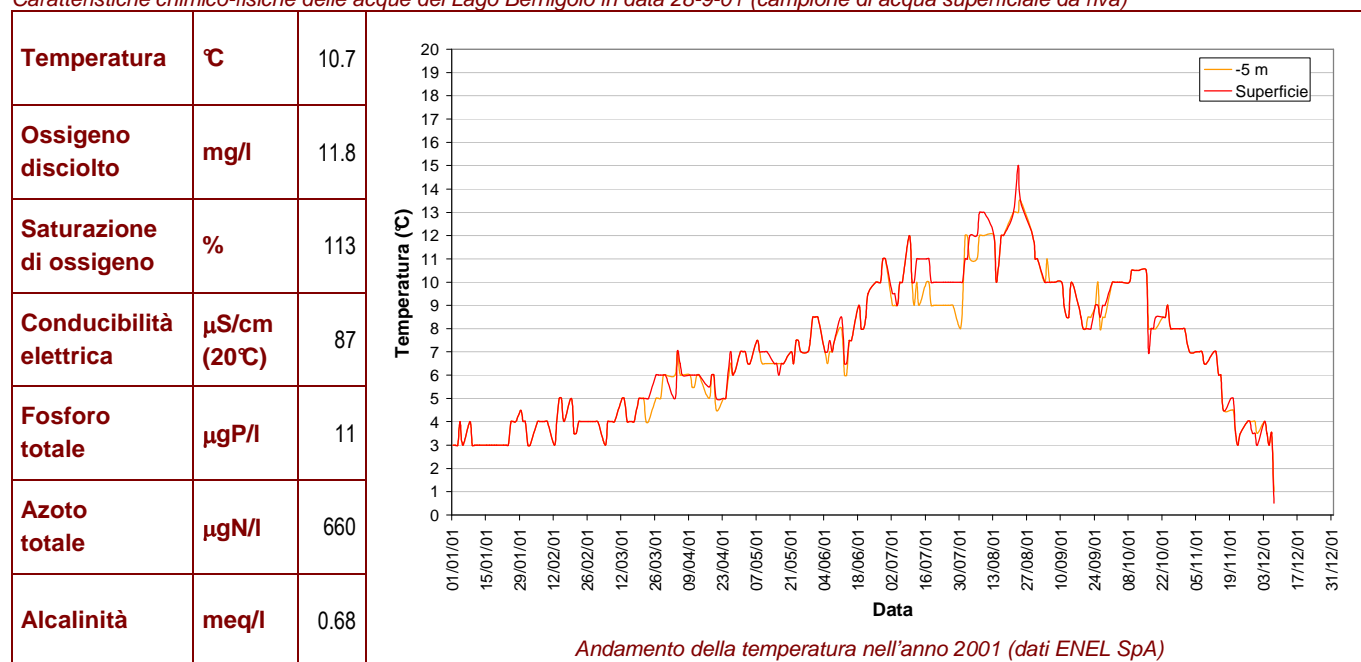
Superficie lago [ha] (max/min)	7.9/1.2	
Lunghezza [m]	500	
Larghezza [m]	170	
Lunghezza della costa [m]	1770	
Profondità massima [m]	22.6	
Superficie bacino imbrifero [ha]	14700	
Rapporto areale bacino / lago	1861	

Caratteristiche strutturali del Lago Bernigolo (Dati forniti da ENEL SpA)

Altezza diga (m)	Altezza di max ritenuta (m)	Altitudine di max invaso (m s.l.m.)	Altitudine di min invaso (m s.l.m.)	Volume (m ³)	Periodo pieno
29	22.6	515	503.1	550,000	Sempre

Il Lago Bernigolo o Valnegrà è, come quello poco a monte di Carona, un serbatoio completamente artificiale ottenuto con lo sbarramento del Fiume Brembo nel 1947. Oltre a raccogliere le acque del Brembo, è il recettore dello scarico della centrale di Bordogna, cui afferiscono le acque del Lago di Carona. Dallo scarico del deflusso minimo a valle della diga si ripristina invece il Brembo. Il Lago Bernigolo è piuttosto incassato nella valle, di cui segue il profilo con forma allungata irregolare. La profondità massima è presso la diga, mentre per il resto il bacino si presenta fortemente interrato con sedimento fangoso, ricoperto in alcune zone da ciuffi di macrofite. Sono presenti insediamenti abitati su entrambi i lati del bacino, anche se non immediatamente a ridosso delle rive: queste sono naturali con vegetazione a latifoglie sulla sinistra, percorse dalla strada asfaltata sulla destra. Le dimensioni del bacino imbrifero in rapporto a quelle del lago sono notevoli per via della sua ubicazione a quota relativamente ridotta; non si tratta infatti di un vero e proprio lago alpino, almeno dal punto di vista geografico. Il bacino è stato svasato l'ultima volta nel mese di febbraio 2000.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Bernigolo in data 28-9-01 (campione di acqua superficiale da riva)



La temperatura è piuttosto fredda anche durante il periodo estivo, con punte massime intorno ai 15 °C, in quanto il lago è alimentato da acque fredde e il tempo di ricambio non ne consente un riscaldamento sensibile. Il contenuto di soluti è discreto e non ci sono rischi di acidificazione grazie all'elevata alcalinità. Il fosforo totale è presente con una concentrazione che colloca il lago in una situazione di mesotrofia, sia pure nella fascia più vicina all'oligotrofia. Non sono disponibili dati pregressi per confronti.

Comunità fitoplanctonica del Lago Bernigolo in data 28-9-01 (campione prelevato da riva)

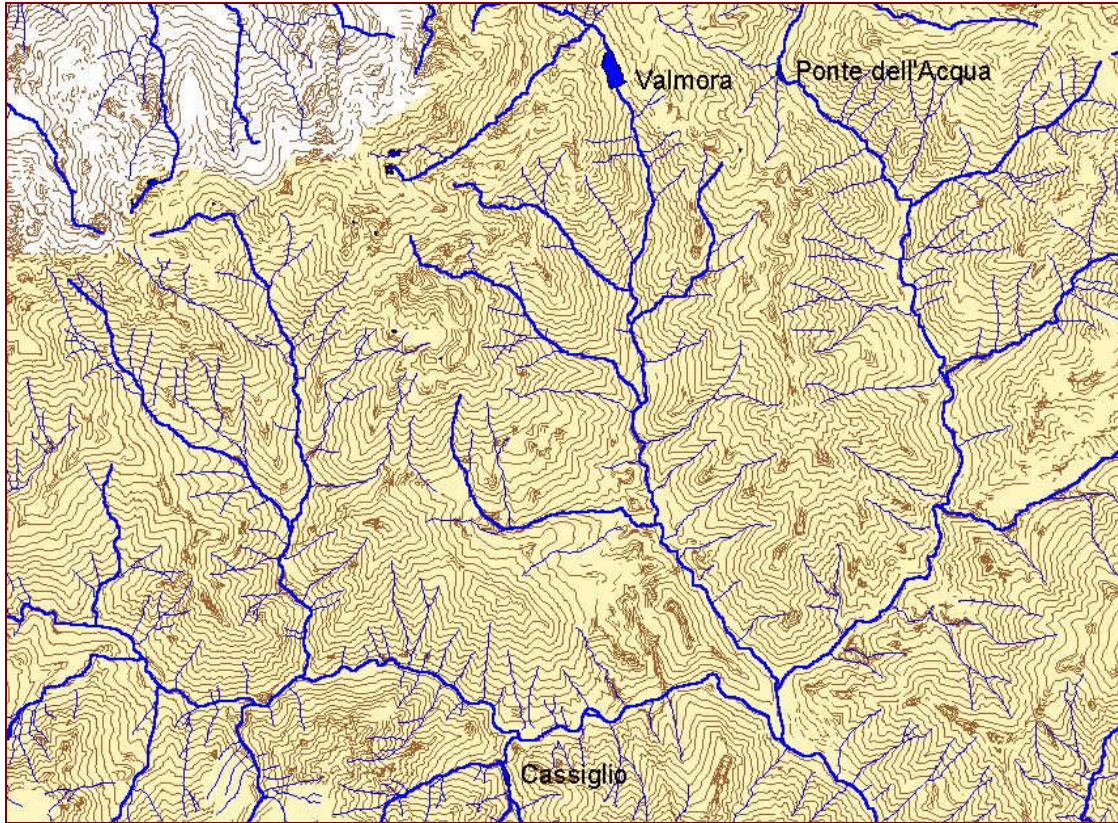
Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Coelastrum reticulatum</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Crucigenia quadrata</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	abbondante
Chlorophyceae	<i>Elakatothrix sp.</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Oocystis lacustris</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Oocystis sp.</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Scenedesmus sp.</i>	comune
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	abbondante
Conjugatophyceae	<i>Closterium sp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Euastrum sp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Spirogyra sp.</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus connatus</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus sp.</i>	presente
Cyanophyceae	<i>Merismopedia spp.</i>	raro
Cyanophyceae	<i>Oscillatoria rubescens</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Amphora sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Centronella reicheltii</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Ceratoneis arcus</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Cocconeis placentula</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Cymbella ventricosa</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Diatoma elongatum</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Diatoma vulgare</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Fragilaria crotonensis</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Gomphonema sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Navicula sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Nitzschia sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Pinnularia sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Rhoicosphaeria curvata</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Surirella robusta splendida</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Surirella sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Synedra ulna</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Tabellaria fenestrata</i>	presente

Comunità zooplanctonica del Lago Bernigolo in data 28-9-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Rotifera	Monogononta	<i>Kellicottia longispina</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Lecane luna</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Lecane lunaris</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Polyarthra</i>	raro

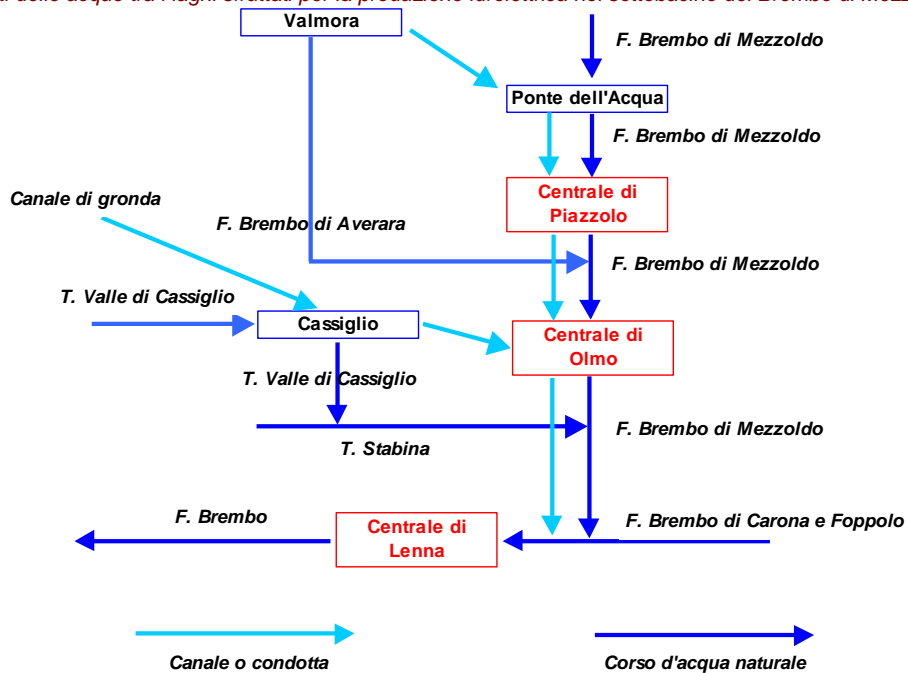
La comunità ittica, sulla base delle osservazioni da riva e delle testimonianze raccolte, è composta da trota fario, salmerino di fonte e vairone. La trota fario può riprodursi naturalmente risalendo il Brembo immissario, mentre verso valle la comunicazione con il Brembo emissario è preclusa dallo sbarramento privo di passaggio artificiale per pesci. Il salmerino di fonte è stato immesso allo stadio adulto. Il vairone è stato osservato durante i campionamenti sotto forma di avannotti da poco schiusi, in branchi numerosissimi presso riva.

GLI INVASI ARTIFICIALI DEL SOTTOBACINO DEL BREMBO DI MEZZOLDO



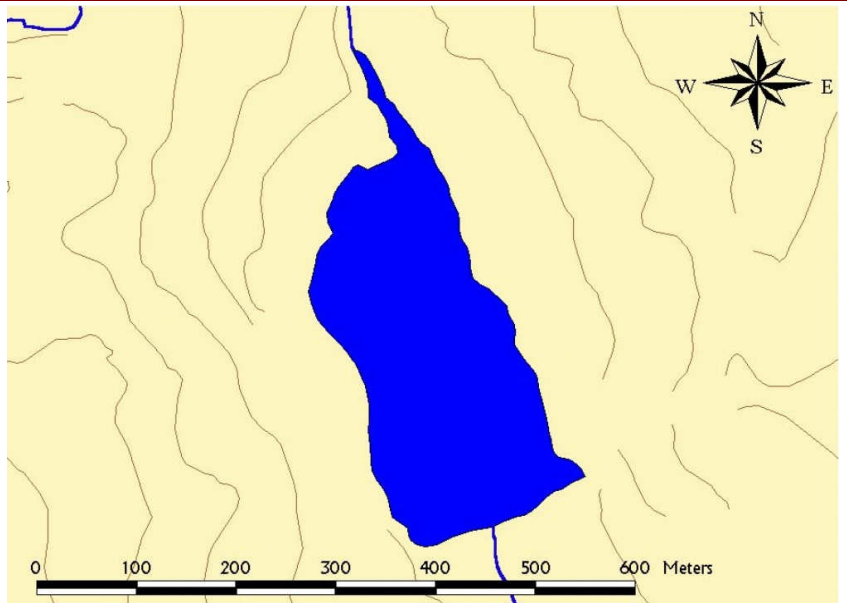
Il sotto bacino del Brembo di Mezzoldo è relativamente povero di ambienti lacustri rispetto a quello del Brembo di Carona; tra i laghi naturali principali, tutti di dimensioni piuttosto modeste, si ricordano i Laghi di Ponteranica in alta Valmora, e i laghi Arale e delle Trote nel ramo di Valleve. Meno numerosi ma ben più importanti dal punto di vista delle dimensioni sono invece gli invasi artificiali, rappresentati dal bacino di Valmora sull'alto Brembo di Averara e dal bacino di Cassiglio su un tributario del Torrente Stabina, un importante affluente di destra idrografica del Brembo di Mezzoldo. In quest'ultimo è presente un piccolo invaso artificiale, il bacino di Ponte dell'Acqua, che per via dell'elevata velocità di ricambio delle sue acque e del notevole tasso di interrimento non è assimilabile pienamente ad un ambiente lacustre vero e proprio.

Schema dei trasferimenti delle acque tra i laghi sfruttati per la produzione idroelettrica nel sottobacino del Brembo di Mezzoldo



LAGO VALMORA

Comune:	
Averara, Santa Brigida	
Tipo:	
Artificiale	
Altitudine [m s.l.m.]	
1547	
Latitudine [N]	
46° 01' 59"	
Longitudine [E]	
09° 37' 25"	

Superficie lago [ha] (max/min)	6.8/0.4	
Lunghezza [m]	390	
Larghezza [m]	195	
Lunghezza della costa [m]	1295	
Profondità massima [m]	37.3	
Superficie bacino imbrifero [ha]	600	
Rapporto areale bacino / lago	88.2	

Caratteristiche strutturali del Lago Valmora (Dati forniti da ItalgemSpA)

Altezza diga (m)	Altezza di max ritenuta (m)	Altitudine di max invaso (m s.l.m.)	Altitudine di min invaso (m s.l.m.)	Volume (m³)
40.1	37.3	1547.3	1521	34,000

Il Lago di Valmora è un invaso completamente artificiale ottenuto dallo sbarramento del Brembo di Averara con una diga eretta nel 1953. Ha una forma vagamente trapezoidale e discrete dimensioni, con rive piuttosto scoscese. L'immissario principale è il Brembo, riceve poi in sponda destra le acque dalla valle di Ponteranica; le sue acque

sono recapitate al bacino di Ponte dell'Acqua, dove sono poi inviate e turbinate alla centrale di Piazzolo. Il bacino imbrifero è prevalentemente ricoperto da prateria alpina; al suo interno sono presenti tre alpeggi (Cole, Ancogno Solivo e Ponteranica) e un rifugio (Cà S. Marco).

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Valmora in data 2-10-01 (campione di acqua superficiale da riva)

Temperatura	Ossigeno disciolto	Saturazione di ossigeno	pH	Conducibilità elettrica	Fosforo totale	Azoto totale	Alcalinità
°C	mg/l	%	u	µS/cm (20°C)	µgP/l	µgN/l	meq/l
10.6	7.4	85	7.1	57	4	620	0.49

Dal punto di vista del contenuto in fosforo totale il Lago Valmora si colloca nell'ambito dei laghi oligotrofi, al confine dell'intervallo di ultraoligotrofia. Per quanto riguarda l'alcalinità il potere tampone dalle acque esclude il rischio di acidificazione e il pH misurato è risultato debolmente alcalino, pressoché neutro.

Comunità fitoplanctonica del Lago Valmora in data 2-10-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Actinastrum sp.</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Ankira sp. ?</i>	abbondante
Chlorophyceae	<i>Coelastrum reticulatum</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Desmatractum elongatum</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Elakatothrix sp.</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Oedogonium sp.</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Pediastrum boryanum</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Scenedesmus sp.</i>	abbondante
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Tetraedron minimum</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium botrytis</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium sp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Gonatozygon monotenium</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Spirogyra sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum dilatatum</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum sp.</i>	abbondante
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus sp.</i>	presente
Cyanophyceae	<i>Merismopedia sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Cymbella ehrenbergii</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Fragilaria crotonensis</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Gomphonema acuminatum</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Meridion circolare</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Stauroneis anceps</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Tabellaria flocculosa</i>	comune

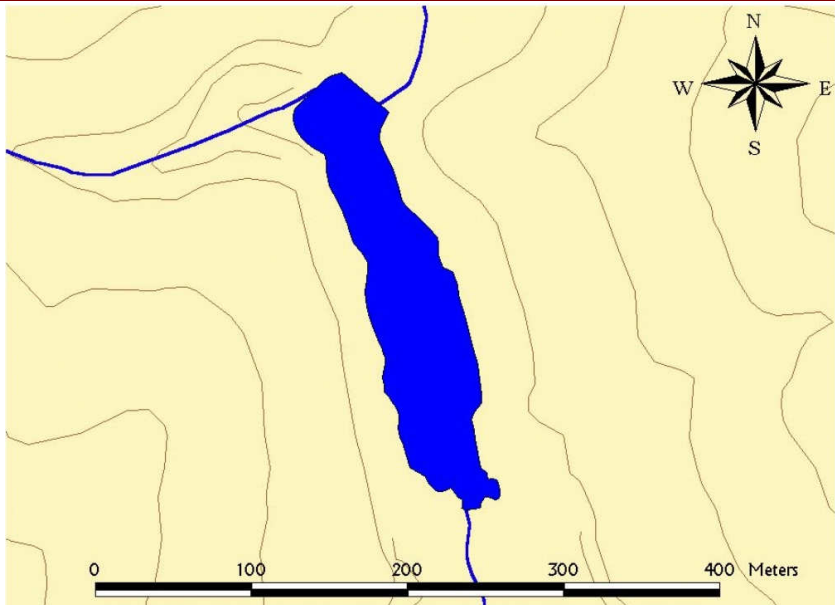
Comunità zooplanctonica del Lago Valmora in data 2-10-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	Naupli e copepoditi	raro
Cladocera	-	<i>Daphnia longispina</i>	presente

La comunità ittica, sulla base delle osservazioni da riva e delle testimonianze raccolte, è composta da trota fario, salmerino di fonte (oggetto di recenti immissioni sia come pronta pesca che come novellame) e sanguinerola. La popolazione di trota fario può usufruire del Brembo immissario per la riproduzione naturale; lo sbarramento invece preclude la possibilità di risalita o discesa di pesci essendo privo di passaggio artificiale e deflusso minimo.

LAGO CASSIGLIO

Comune:	
Cassiglio	
Tipo:	
Artificiale	
Altitudine [m s.l.m.]	
628	
Latitudine [N]	
46° 57' 54"	
Longitudine [E]	
09° 36' 36"	

Superficie lago [ha] (max/min)	1.8/0.8	
Lunghezza [m]	290	
Larghezza [m]	60	
Lunghezza della costa [m]	685	
Profondità massima [m]	18.6	
Superficie bacino imbrifero [ha]	1100	
Rapporto areale bacino / lago	687.5	

Caratteristiche strutturali del Lago Cassiglio (Dati forniti da Italgen SpA)

Altezza diga (m)	Altezza di max ritenuta (m)	Altitudine di max invaso (m s.l.m.)	Altitudine di min invaso (m s.l.m.)	Volume (m³)	Periodo pieno
20.6	18.6	627.8	622	5,300	

Il Lago di Cassiglio è un invaso totalmente artificiale ottenuto nel 1953 dallo sbarramento della Valle di Cassiglio, affluente di destra del Torrente Stabina. Ha una forma rettangolare allungata e dimensioni relativamente modeste. L'immissario naturale principale è il Torrente Valle di Cassiglio, riceve poi le acque di un canale di gronda e di alcune vallette laterali. L'acqua derivata viene convogliata alla centrale di Olmo. Il bacino imbrifero, piuttosto ampio data l'altitudine modesta del lago, è coperto da vegetazione in prevalenza a conifere ed ha un elevato grado di naturalità: non vi sono insediamenti antropici o attività produttive, agricole e zootecniche di rilievo.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Cassiglio in data 2-10-01 (campione di acqua superficiale da riva)

Temperatura	Ossigeno disciolto	Saturazione di ossigeno	pH	Conducibilità elettrica	Fosforo totale	Azoto totale	Alcalinità
°C	mg/l	%	u	µS/cm (20°C)	µgP/l	µgN/l	meq/l
10.6	11.6	106	7.4	213	7	940	2.12

I parametri di qualità delle acque evidenziano, attraverso la conducibilità, un'elevata presenza di soluti, dovuta alla natura calcarea del bacino imbrifero. Anche l'alcalinità è di conseguenza alta e garantisce una protezione ottimale dai fenomeni di acidificazione; il pH è leggermente alcalino. Dal punto di vista trofico la concentrazione di fosforo totale pone il lago in uno stato di oligotrofia. Non sono disponibili dati pregressi per confronti.

Comunità fitoplanctonica del Lago Cassiglio in data 2-10-01 (campione da riva)

Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Oedogonium sp.</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Oocystis lacustris</i>	comune
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Tetraedron sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Spirogyra sp.</i>	raro
Cyanophyceae	<i>Merismopedia spp.</i>	raro
Cyanophyceae	<i>Oscillatoria sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Ceratoneis arcus</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Cocconeis sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Cymatopleura solea</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Cymbella ehrenbergii</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Cymbella sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Diatoma elongatum</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Diatoma vulgare</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Melosira sp.</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Navicula sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Nitzschia acicularis</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Pinnularia sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Synedra ulna</i>	presente
Dinophyceae	<i>Peridinium sp.</i>	presente

Comunità zooplanctonica del Lago Cassiglio in data 2-10-01 (campione da riva)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	-	raro
Cladocera	-	<i>Bosmina longirostris fm. pellucida</i>	comune
Rotifera	Monogononta	<i>Kellicottia longispina</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella quadrata</i>	raro

Per quanto riguarda la fauna ittica, il lago è popolato da trota fario; essa può riprodursi naturalmente nell'immissario ed è oggetto di ripopolamenti sia con novellame sia con pronta pesca. Il passaggio di pesci da e verso valle è impedito dalla presenza della diga, sprovvista di dispositivi di risalita.

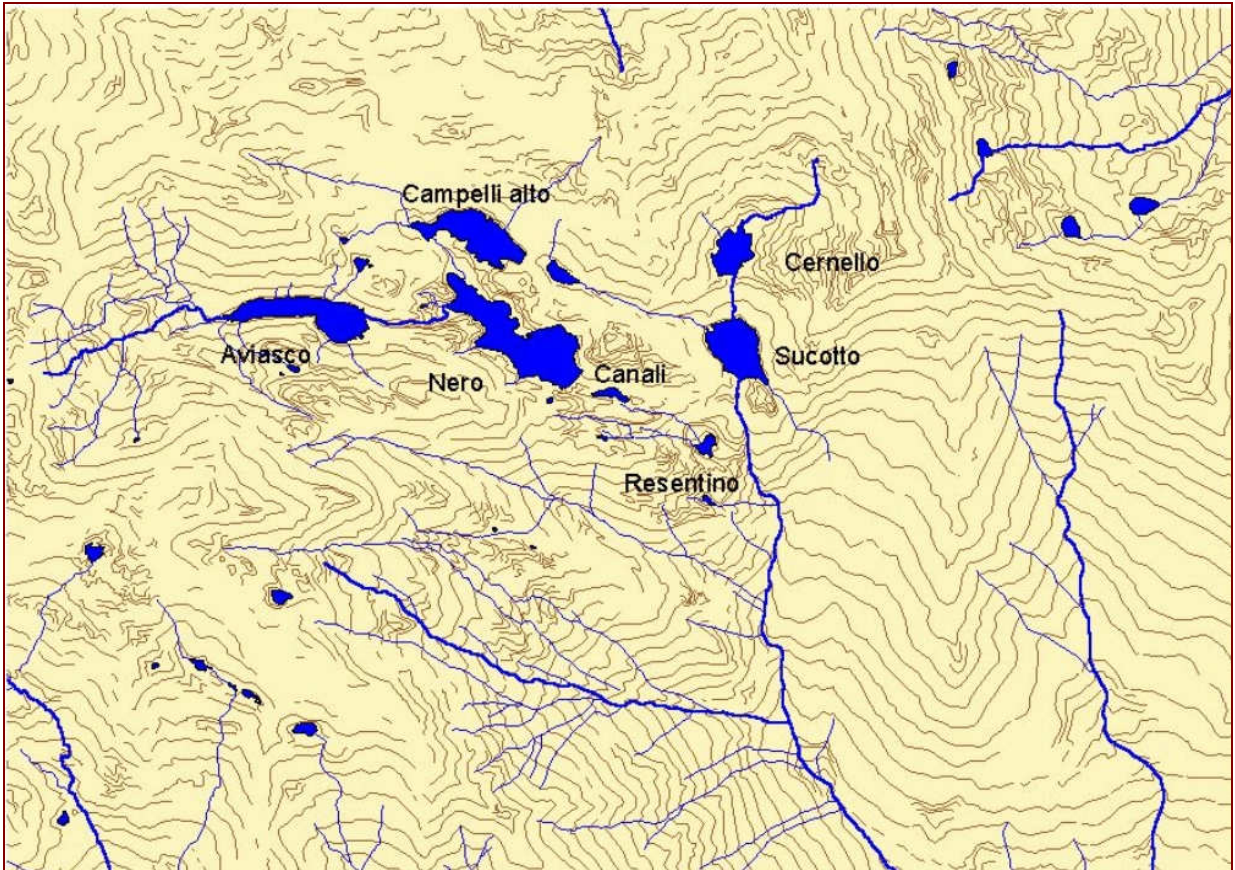
I LAGHI ALPINI DELLA VAL SERIANA

La Val Seriana ospita numerosi laghi alpini per lo più sulla sponda idrografica destra, in particolare nella zona della Valgoglio e Val Sanguigno, e nell'alta valle. Particolarmente famoso è il Lago Barbellino inferiore o artificiale, sia perché è il maggiore lago alpino della Provincia di Bergamo, sia perché dalla sua diga sono rilasciate le acque che alimentano le cascate del Serio di Valbondione. In Valgoglio è importante, per numero e dimensioni dei laghi che lo compongono, il sistema dei laghi Aviasco e Nero; sono quasi tutti sfruttati per la produzione di energia idroelettrica presso la centrale Aviasco in comune di Valgoglio. In Val Canale è invece presente uno dei pochi laghi alpini delle Orobie con un bacino imbrifero di natura calcarea, il Lago Branchino.

Di seguito è riportato l'elenco dei laghi della Val Seriana che sono stati oggetto di indagini nella presente ricerca.

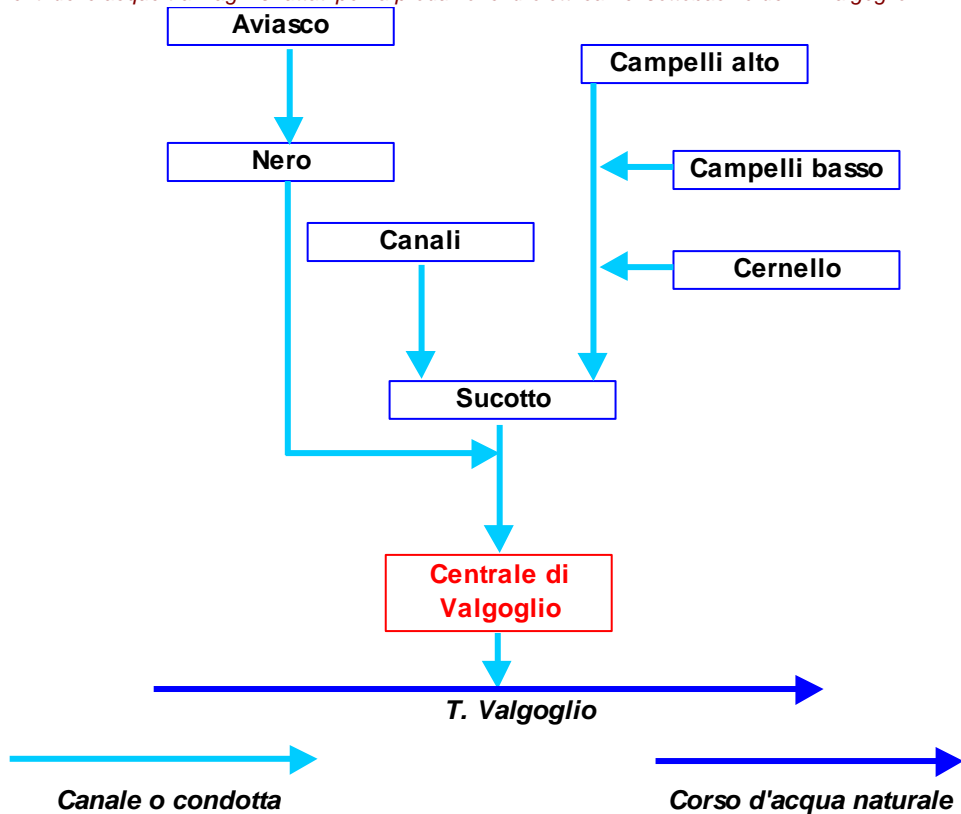
Nome lago	Sottobacino
Aviasco	Valgoglio
Barbellino inferiore	Alto Serio
Barbellino superiore	Alto Serio
Branchino	Acqualina
Campelli alto	Valgoglio
Canali	Valgoglio
Cernello	Valgoglio
Nero	Valgoglio
Resentino	Valgoglio
Sucotto	Valgoglio

I LAGHI ALPINI DEL SOTTOBACINO DEL TORRENTE VALGOGLIO




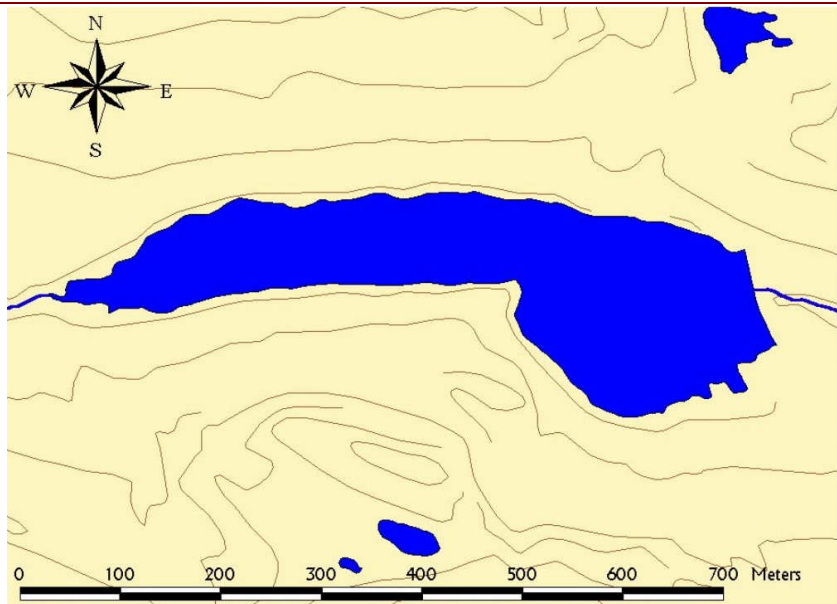
Il sottobacino della Valgoglio è ricchissimo di laghi; quasi tutti quelli di dimensioni significative, eccetto il Lago Resentino, sono stati ampliati artificialmente per lo sfruttamento a fini idroelettrici delle loro acque.

Schema dei trasferimenti delle acque tra i laghi sfruttati per la produzione idroelettrica nel sottobacino del T. Valgoglio



LAGO AVIASCO

Comune:	
Valgoglio	
Tipo:	
Naturale ampliato	
Altitudine [m s.l.m.]	
2062	
Latitudine [N]	
46° 00' 00"	
Longitudine [E]	
10° 26' 31"	

Superficie lago [ha] (max/min)	7.8/1	
Lunghezza [m]	680	
Larghezza [m]	200	
Lunghezza della costa [km]	1760	
Profondità massima [m]	14	
Superficie bacino imbrifero [ha]	225	
Rapporto areale bacino / lago	28.1	

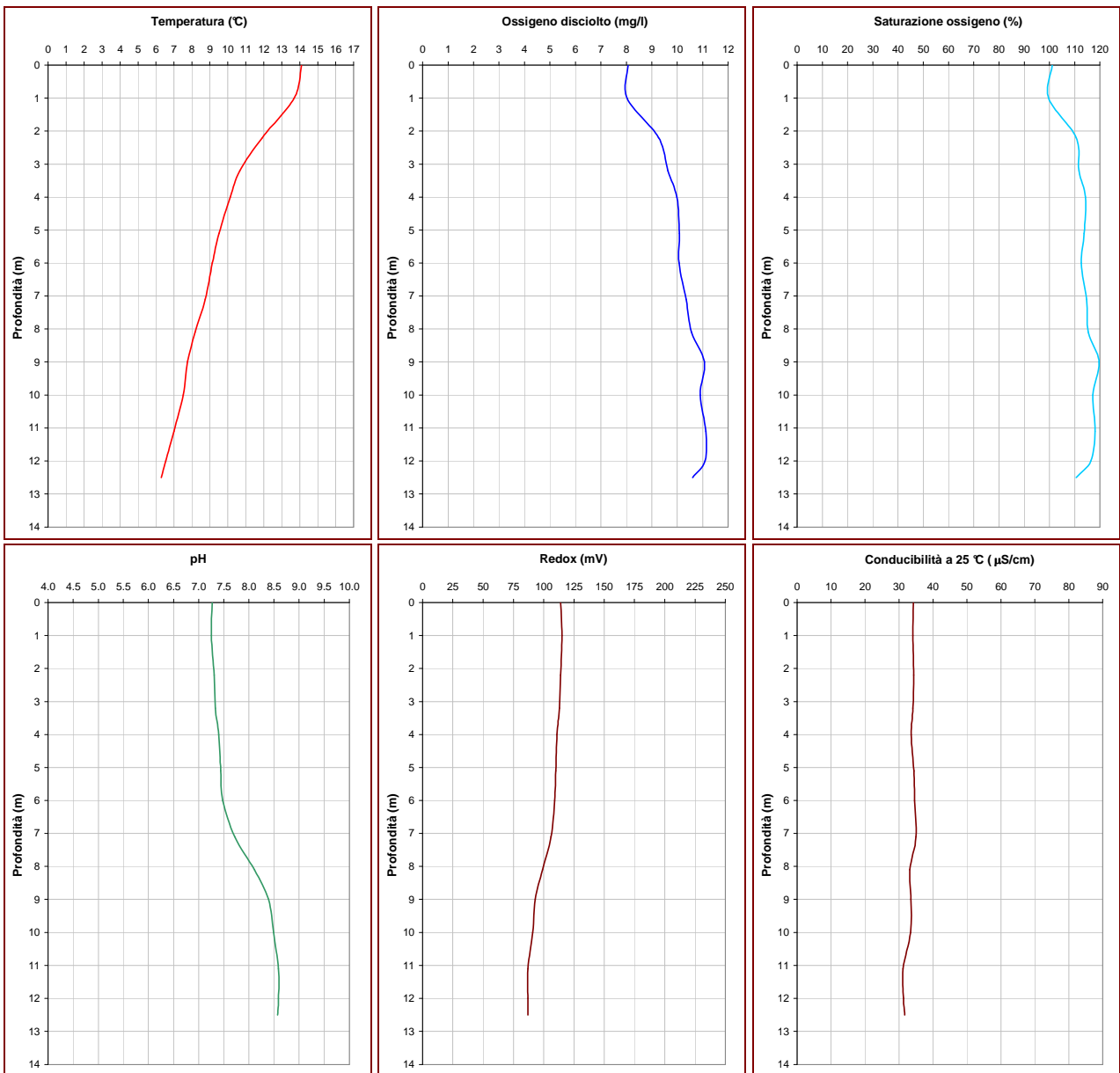
Caratteristiche strutturali del Lago (Dati forniti da ENEL-Greenpower)

Altezza diga (m)	Altezza di max ritenuta (m)	Altitudine di max invaso (m s.l.m.)	Altitudine di min invaso (m s.l.m.)	Volume (m ³)	Periodo pieno
17.9	ND	2062.5	2050	460,000	Aprile - novembre

Il Lago Aviasco deriva dall'ampliamento di un preesistente lago naturale, realizzato attraverso la costruzione di una diga nel 1923. E' il più alto in quota di quelli del sistema che fa capo alla omonima centrale Aviasco e ha una forma piuttosto allungata, con un ingrossamento presso la diga. Le sue acque sono convogliate al Lago Nero; gli immissari sono costituiti da vallette laterali, la più importante delle quali è posta all'estremità opposta alla diga. Il bacino imbrifero, piuttosto ripido, è coperto da prateria alpina e zone rocciose; in parte appartiene alla zona di pascolo dell'Alpe Aviasco.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Aviasco in data 28-8-01 (campione di acqua prelevato da natante)

Profondità	Temperatura	Ossigeno disciolto	Saturazione di ossigeno	pH	Potenziale redox	Conducibilità elettrica	Fosforo totale	Azoto totale	Alcalinità
m	°C	mg/l	%	u	mV	µS/cm (20°C)	µgP/l	µgN/l	meq/l
0	14.1	8.1	101	7.3	114	34	3	340	0.29
2	11.9	9.3	111	7.3	114	34	3	280	0.29
12	6.5	11.1	116	8.6	87	31	5	270	0.25



Dal punto di vista termico il lago al momento dei campionamenti presentava un accenno di stratificazione, con il termoclinio individuabile tra -1 m e -3 m; la temperatura è abbastanza fredda anche in superficie. L'ossigeno disciolto e il pH aumentano dalla superficie al fondo. Si può supporre che ciò dipenda dalla presenza di alghe (sia fitoplacton che periphyton filamentoso sul fondale) che svolgono attività fotosintetica negli strati inferiori; in particolare si osserva che il pH da valori prossimi alla neutralità in superficie, passa a valori alcalini vicino al fondo.

L'abbondanza di alghe vicino al fondo è resa possibile dall'elevata trasparenza delle acque; la profondità di scomparsa del disco di Secchi è 13 m. L'alcalinità consente di escludere il Lago Aviasco da quelli a rischio di acidificazione. Per quanto riguarda i nutrienti, la concentrazione di fosforo totale pone il lago nella fascia di quelli ultraoligotrofi. Rispetto ai dati pregressi, disponibili per campioni superficiali del 25/10/81 e 14/7/00, non si registrano variazioni di rilievo; in particolare il fosforo totale era leggermente superiore (5 µgP/l) nel 1981 e identico (3 µgP/l) nel 2000, l'alcalinità poco superiore (0.33 meq/l) nel 1981 e quasi uguale nel 2000 (0.30 meq/l), mentre l'azoto totale è risultato più alto nel 2000 (µgN/l) e non è stato misurato nel 1981.

Comunità fitoplanctonica del Lago Aviasco in data 28-8-01 (campione prelevato da natante)

Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chrysophyceae	<i>Mallomonas caudata</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Spirogyra sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Cyclotella spp.</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Cymbella sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Navicula sp.</i>	presente

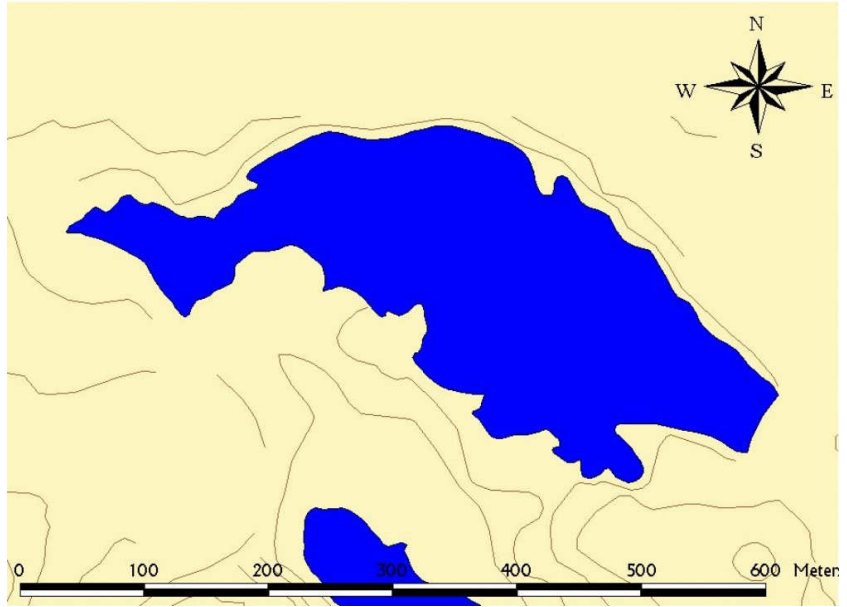
Comunità zooplanctonica del Lago Aviasco in data 28-8-01 (campione prelevato da natante)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Ciclopoidi	Naupli e copepoditi	raro
Cladocera	-	<i>Daphnia longispina</i>	abbondante

Le specie ittiche osservate sono il salmerino di fonte (impresso sia come "pronta pesca" sia come novellame) e la sanguinerola. Dovrebbe inoltre essere presente la trota fario, per effetto delle immissioni passate. L'immissario principale del lago ha una conformazione morfologica idonea ad ospitare la riproduzione naturale delle trote; resta però da verificare la presenza di una portata idrica sufficiente al momento della frega.

LAGO CAMPELLI ALTO

Comune:	
Valgoglio	
Tipo:	
Naturale ampliato	
Altitudine [m s.l.m.]	
2050	
Latitudine [N]	
46° 00' 12"	
Longitudine [E]	
09° 52' 13"	

Superficie lago [ha] (max/min)	7.6/1.9	
Lunghezza [m]	510	
Larghezza [m]	235	
Lunghezza della costa [km]	1690	
Profondità massima [m]	23.7	
Superficie bacino imbrifero [ha]	138	
Rapporto areale bacino / lago	18.2	

Caratteristiche strutturali del Lago Campelli Alto (Dati forniti da ENEL-Greempower)

Altezza diga (m)	Altezza di max ritenuta (m)	Altitudine di max invaso (m s.l.m.)	Altitudine di min invaso (m s.l.m.)	Volume (m³)	Periodo pieno
27.37	23.7	2050.5	2030.85	870,000	

Il Lago Campelli è stato ampliato con la costruzione di una diga nel 1929, successivamente ingrandita nel 1960. Di discrete dimensioni e profondità, ha una forma abbastanza irregolare ed è posto poco sopra la sponda sinistra del Lago Nero. Il bacino imbrifero, modesto, è piuttosto impervio e scosceso, con ampie zone rocciose e privo di presenze o attività antropiche.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Campelli in data 28-8-01 (campione di acqua superficiale da riva)

Temperatura	Ossigeno disciolto	Saturazione di ossigeno	pH	Conducibilità elettrica	Fosforo totale	Azoto totale	Alcalinità
°C	mg/l	%	u	µS/cm (20°C)	µgP/l	µgN/l	meq/l
16.6	9.5	126	6.8	22	5	580	0.16

Le analisi chimico – fisiche evidenziano una situazione caratterizzata da acque scarse di soluti, con un'alcalinità poco sotto la soglia necessaria a garantire una completa tutela dal rischio di acidificazione e il fosforo totale con una concentrazione che colloca il lago tra quelli oligotrofi. Il pH è debolmente acido. Non ci sono dati pregressi per confrontare i dati.

Comunità fitoplanctonica del Lago Campelli in data 28-8-01 (campione prelevato da natante)

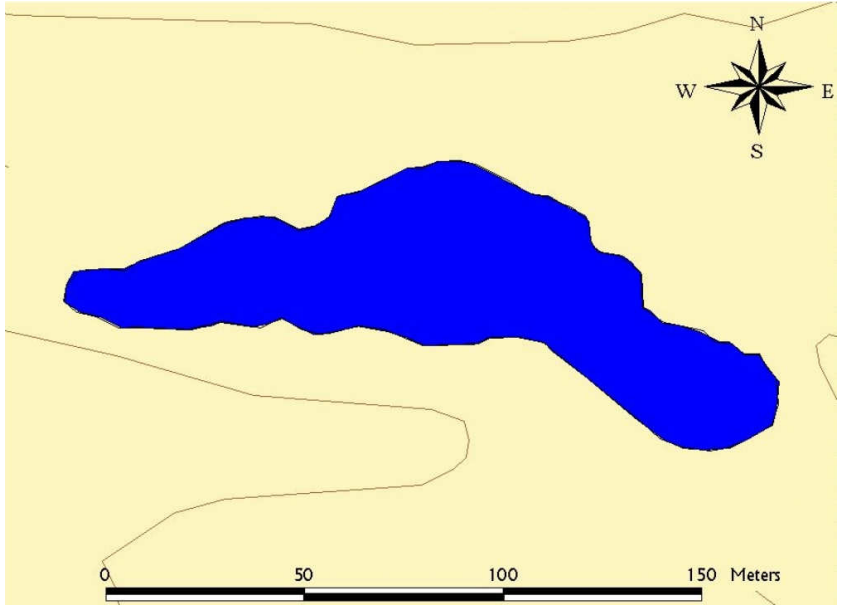
Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Gloecystis sp.</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Scenedesmus sp.</i>	comune
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	abbondante
Conjugatophyceae	<i>Euastrum ansatum</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Gonatozygon sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum furcigerum</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus connatus</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Pinnularia sp.</i>	presente
Dinophyceae	<i>Peridinium sp.</i>	raro

Comunità zooplanctonica del Lago Campelli in data 28-8-01 (campione prelevato da natante)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	-	raro
Cladocera	-	<i>Daphnia longispina</i>	presente
Rotifera	Monogononta	<i>Euchlanis dilatata</i>	presente
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella quadrata</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Polyarthra gr. vulgaris - dolicoptera</i>	raro

LAGO CANALI

Comune:	
Valgoglio	
Tipo:	
Naturale ampliato	
Altitudine [m s.l.m.]	
1950	
Latitudine [N]	
45° 59' 50"	
Longitudine [E]	
09° 52' 39"	

Superficie lago [ha]	0.53	
Lunghezza [m]	175	
Larghezza [m]	50	
Lunghezza della costa [km]	425	
Profondità massima [m]	<5	
Superficie bacino imbrifero [ha]		
Rapporto areale bacino / lago		

Il Lago Canali è un modesto bacino situato immediatamente a valle del Lago Nero, il cui incile è stato innalzato con un piccolo sbarramento e le cui acque sono inviate tramite una presa al Lago Sucotto. Si trova incassato tra pareti rocciose e in sponda sinistra è presente il rifugio Lago Nero; il suo bacino imbrifero è sostanzialmente sovrapposto a quello del Lago Nero, da cui originariamente riceveva le acque. Attualmente il lago è privo sia di immissari che dell'emissario.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Canali in data 28-8-01 (campione di acqua superficiale da riva)

Temperatura	Ossigeno disciolto	Saturazione di ossigeno	pH	Conducibilità elettrica
°C	mg/l	%	u	µS/cm (20°C)
16.0	7.9	93	8.0	46

La qualità chimico – fisica delle acque è stata misurata tramite sonde da campo e ha evidenziato un pH alcalino, presumibilmente per l'attività delle alghe, e una conducibilità discreta; si può ipotizzare che le sue acque siano arricchite di nutrienti dalla presenza del rifugio. Questo lago non è mai stato oggetto di indagini sulla qualità delle acque in precedenza.

Comunità fitoplanctonica del Lago Canali in data 28-8-01 (campione prelevato da riva)


Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Spirogyra sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Alaucoseira sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Cyclotella sp.</i>	abbondante
Diatomophyceae	<i>Fragilaria crotonensis</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Navicula sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Surirella sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Synedra acus</i>	abbondante
Diatomophyceae	<i>Synedra sp.</i>	abbondante
Diatomophyceae	<i>Tabellaria flocculosa</i>	presente

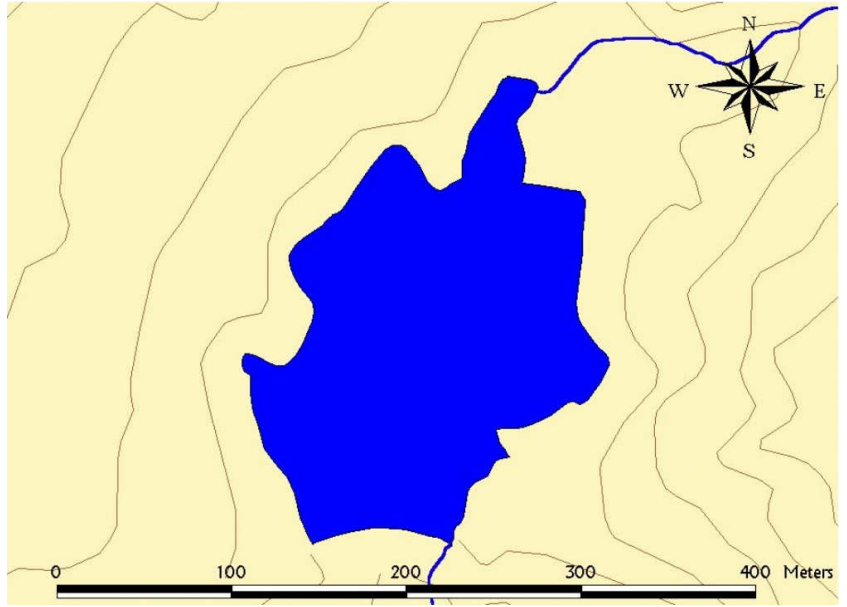
Comunità zooplanctonica del Lago Canali in data 28-8-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	Naupli e copepoditi	raro
Copepoda	Ciclopoidi	Naupli e ciclopoditi	raro
Cladocera	-	<i>Alona rectangularis</i>	raro
Cladocera	-	<i>Chydoridae sp.</i>	raro
Cladocera	-	<i>Daphnia sp.</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Asplanchna priodonta</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella quadrata</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Polyarthra gr.vulgaris - dolicoptera</i>	comune

Per quanto riguarda la fauna ittica sono presenti la trota fario e la sanguinerola; non ci sono possibilità per la riproduzione naturale delle trote, essendo il lago privo di emissari e immissari.

LAGO CERNELLO

Comune:	
Valgoglio	
Tipo:	
Naturale ampliato	
Altitudine [m s.l.m.]	
1956	
Latitudine [N]	
46° 00' 10"	
Longitudine [E]	
09° 53' 14"	

Superficie lago [ha](max/min)	3.2/0.4	
Lunghezza [m]	290	
Larghezza [m]	190	
Lunghezza della costa [km]	890	
Profondità massima [m]	11.5	
Superficie bacino imbrifero [ha]	115	
Rapporto areale bacino / lago	35.9	

Caratteristiche strutturali del Lago Cernello (Dati forniti da ENEL-Greenpower)

Altezza diga (m)	Altezza di max ritenuta (m)	Altitudine di max invaso (m s.l.m.)	Altitudine di min invaso (m s.l.m.)	Volume (m ³)	Periodo pieno
18.8	13	1957	1944.95	238,000	

Il Lago Cernello deriva dall'ampliamento di un preesistente bacino naturale, avvenuto con la costruzione di una diga nel 1926. Ha una forma piuttosto irregolare, dimensioni discrete e profondità non elevatissima. Non ci sono immissari degni di rilievo e le sue acque sono captate e inviate al sottostante Lago Sucotto. Il bacino imbrifero è coperto in prevalenza da prateria alpina e per il rimanente da zone rocciose; non ci sono attività antropiche al suo interno.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Cernello in data 28-8-01 (campione di acqua superficiale da riva)

Temperatura	Ossigeno disciolto	Saturazione di ossigeno	pH	Conducibilità elettrica	Fosforo totale	Azoto totale	Alcalinità
°C	mg/l	%	u	µS/cm (20°C)	µgP/l	µgN/l	meq/l
13.9	7.4	92	7.2	30	3	520	0.24

Le acque sono in uno stato di ultraoligotrofia, data la modestissima concentrazione di fosforo totale; il pH è leggermente alcalino e l'alcalinità è tale da escludere rischi di acidificazione. Rispetto agli unici dati pregressi disponibili, risalenti ad un campione superficiale da riva dell'ottobre 1981, non ci sono variazioni di rilievo per la conducibilità, di poco inferiore (23 µS/cm), e il pH, appena lievemente acido (6.9); il fosforo totale aveva una concentrazione di poco superiore (5 µgP/l) ma sufficiente a portarlo nell'intervallo dell'oligotrofia.

Comunità fitoplanctonica del Lago Cernello in data 28-8-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	abbondante
Chlorophyceae	<i>Elakathrix sp.</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium bioculatum</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium sp.</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Spondylosium sp.</i>	abbondante
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum sp.</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus connatus</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Zygnema sp.</i>	raro
Cyanophyceae	<i>Eucapsis alpina</i>	presente
Cyanophyceae	<i>Merismopedia sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Achnantes sp.</i>	abbondante
Diatomophyceae	<i>Ceratoneis arcus</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Cymbella cistula</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Diatoma sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Fragilaria crotonensis</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Tabellaria flocculosa</i>	presente
Dinophyceae	<i>Peridinium sp.</i>	presente

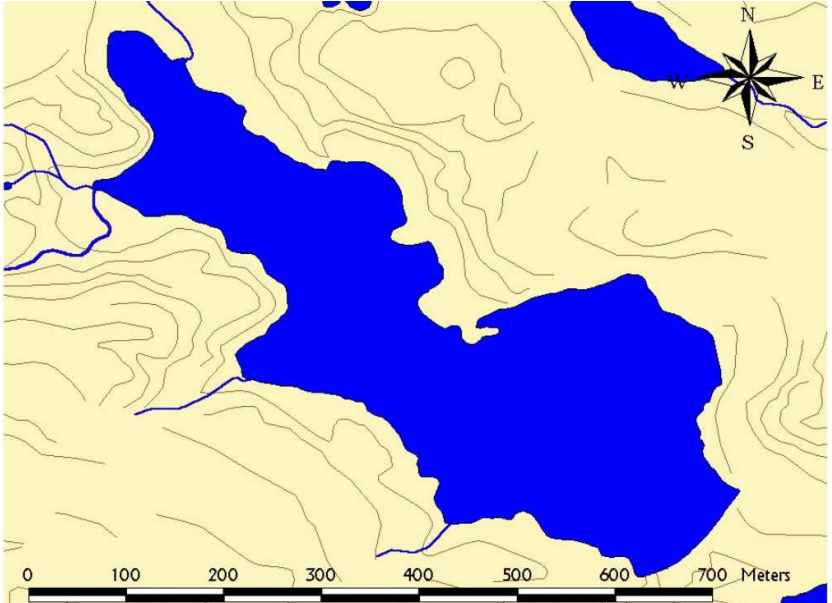
Comunità zooplanctonica del Lago Cernello in data 28-8-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	Naupli e copepoditi	raro
Cladocera		<i>Alonella nana</i>	raro
Cladocera	-	<i>Chydorus sphaericus</i>	presente
Cladocera	-	<i>Daphnia longispina</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Asplanchna girodi</i>	presente
Rotifera	Monogononta	<i>Asplanchna priodonta</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella quadrata</i>	presente
Rotifera	Monogononta	<i>Lecane luna</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Polyarthra</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Synchaeta gr. tremula - oblonga</i>	raro

Per quanto riguarda i pesci, sono stati osservati sanguinerole e salmerini di fonte; questi ultimi, allo stadio di novellame, erano presumibilmente stati immessi recentemente. Non ci sono possibilità di riproduzione naturale per le trote, mancando corsi d'acqua idonei.

LAGO NERO

Comune:	
Valgoglio	
Tipo:	
Naturale ampliato	
Altitudine [m s.l.m.]	
2024	
Latitudine [N]	
45° 59' 55"	
Longitudine [E]	09° 52' 20"

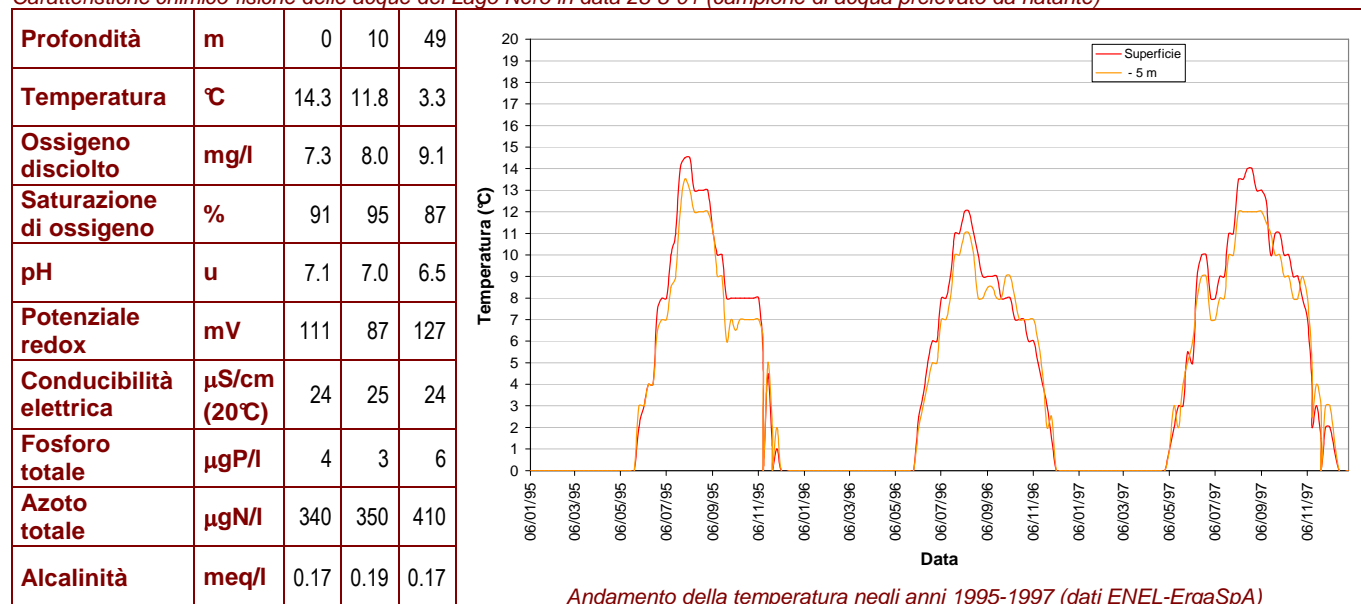
Superficie lago [ha] (max/min)	16.1/2.6	
Lunghezza [m]	790	
Larghezza [m]	330	
Lunghezza della costa [km]	2440	
Profondità massima [m]	63	
Superficie bacino imbrifero [ha]	283	
Rapporto areale bacino / lago	17.6	

Caratteristiche strutturali del Lago Nero (Dati forniti da ENEL-Greenpower)

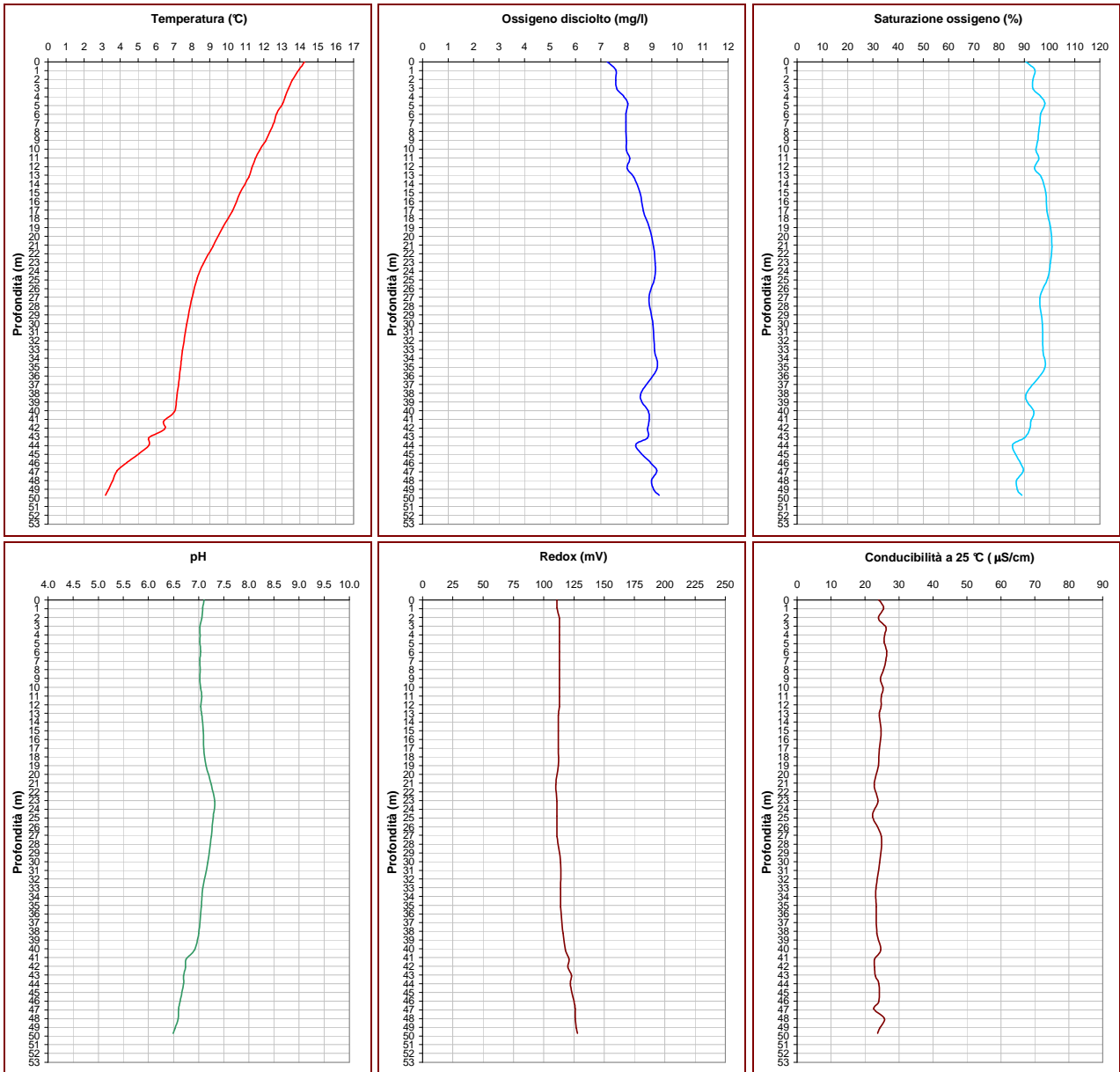
Altezza diga (m)	Altezza di max ritenuta (m)	Altitudine di max invaso (m s.l.m.)	Altitudine di min invaso (m s.l.m.)	Volume (m³)	Periodo pieno
45.5	34.47	2023.97	1976.8	3,450,000	Aprile - novembre

Il Lago Nero, con la costruzione della diga nel 1926, è stato ampliato comprendendo anche un piccolo bacino a monte e divenendo così il lago più grande del comprensorio della Valgoglio. Posto immediatamente a valle del Lago Aviasco, è piuttosto incassato tra pareti rocciose e ha una profondità notevole. Le sue acque sono recapitate alla centrale Aviasco di Valgoglio; non possiede immissari degni di nota. Il suo bacino comprende una parte del pascolo dell'Alpe Aviasco ed è formato da prateria alpina e rocce.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Nero in data 28-8-01 (campione di acqua prelevato da natante)



Dal punto di vista termico le sue acque sono piuttosto fredde, raggiungendo al massimo temperature di poco inferiori a 15°C in superficie e superando i 10 °C per non oltre due mesi all'anno; il ghiaccio in genere copre la superficie del lago da dicembre a maggio. Al momento dei rilevamenti il profilo termico presentava una stratificazione, con un gradiente di temperatura particolarmente ripido tra i 20 e i 40 m. L'ossigeno disciolto mostra un aumento di concentrazione dai primi 20 m di profondità ai successivi, e il pH è neutro negli strati superficiali, leggermente alcalino tra 20 e 30 m di profondità e leggermente acido sotto i 40 m. Si può presumere un addensamento di alghe presso la fascia tra i 20 e i 30 m che spiegherebbe, con l'attività fotosintetica, l'innalzamento di ossigeno e pH; la presenza di alghe così in profondità sarebbe possibile grazie all'elevata trasparenza (18 m misurata con il disco di Secchi). La conducibilità è modesta e piuttosto costante lungo l'intera colonna d'acqua. Il fosforo totale ha una concentrazione più elevata sul fondo rispetto agli strati superficiali, come atteso per un bacino di elevata profondità in cui più facilmente si accumulano i nutrienti negli strati inferiori, ma comunque sempre tale da classificare il lago come oligotrofo. L'alcalinità è uguale in superficie e sul fondo e leggermente superiore nel campione intermedio; i valori collocano il lago nella fascia "sensibile" all'acidificazione, sia pure nella zona più vicina al confine con la fascia "non sensibile".



Comunità fitoplanctonica del Lago Nero in data 28-8-01 (campione prelevato da natante)

Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Characium sp.</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	comune
Chlorophyceae	<i>Elakatothrix sp.</i>	comune
Chlorophyceae	<i>Oocystis sp.</i>	comune
Chlorophyceae	<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	abbondante
Chrysophyceae	<i>Mallomonas sp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum furcigerum</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Zygnema sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Achnantes sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Asterionella formosa</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Fragilaria crotonensis</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Melosira sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Synedra acus</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Tabellaria flocculosa</i>	presente
Dinophyceae	<i>Peridinium sp.</i>	presente

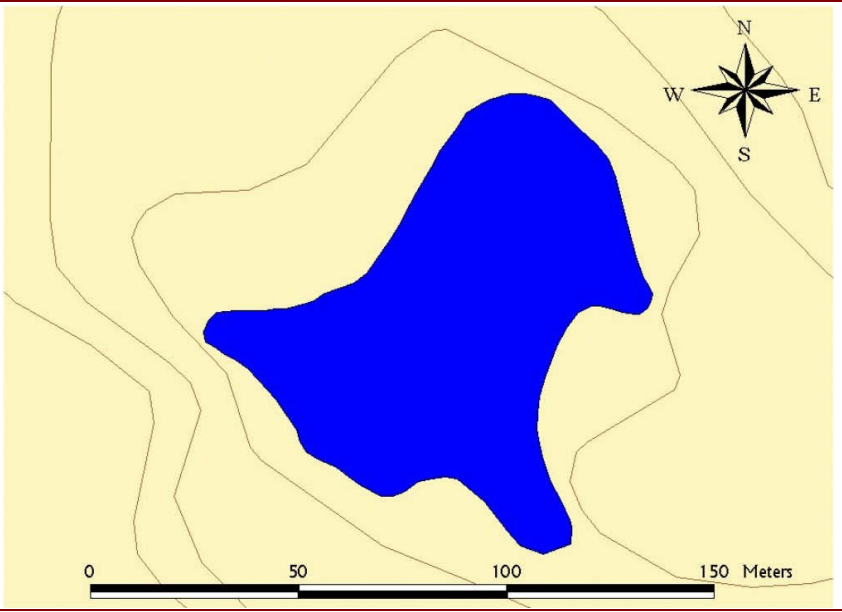
Comunità zooplanctonica del Lago Nero in data 28-8-01 (campione prelevato da natante)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	-	raro
Cladocera	-	<i>Bosmina longirostris</i>	raro
Cladocera	-	<i>Daphnia hyalina</i>	comune
Rotifera	Monogononta	<i>Floscularia sp.</i>	abbondante

Dal punto di vista della fauna ittica è presente la trota fario e sono stati immessi l'estate precedente salmerini alpini allo stadio di novellame; non è stata osservata la sanguinerola, ma non si può escluderne la presenza vista la impossibilità di percorrere buona parte delle sponde, assai ripide. Non ci sono corsi d'acqua in grado di ospitare la riproduzione naturale delle trote.

LAGO RESENTINO

Comune:	
Valgoglio	
Tipo:	
Naturale	
Altitudine [m s.l.m]	
1830	
Latitudine [N]	
45° 59' 42"	
Longitudine [E]	
09° 53' 3"	

Superficie lago [ha]	0.51	
Lunghezza [m]	110	
Larghezza [m]	105	
Lunghezza della costa [km]	360	
Profondità massima [m]	4.6	
Superficie bacino imbrifero [ha]		
Rapporto areale bacino / lago		

Il Lago Resentino è l'unico specchio d'acqua naturale di dimensioni significative rimasto nel sottobacino del Torrente Valgoglio, anche se probabilmente le derivazioni dei laghi sovrastanti ne hanno determinato un minor afflusso di acque dal bacino. Si trova più in basso rispetto a tutti gli altri ed ha una forma piuttosto irregolare. È privo di immissari ed emissario. Il suo bacino imbrifero naturale è piuttosto ampio ed è al di sopra del limite della vegetazione arborea; il sistema di derivazioni che convoglia le acque alla centrale Aviasco riduce però sensibilmente il bacino imbrifero effettivo.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Resentino in data 28-8-01 (campione di acqua superficiale da riva)

Temperatura	Ossigeno disciolto	Saturazione di ossigeno	pH	Conducibilità elettrica	Fosforo totale	Azoto totale	Alcalinità
°C	mg/l	%	u	µS/cm (20°C)	µgP/l	µgN/l	meq/l
18.8	6.6	90	6.7	33	7	480	0.34

La temperatura superficiale al momento del rilevamento era piuttosto mite. Il pH è risultato leggermente acido, ma l'alcalinità è sufficientemente elevata da escludere rischi di fenomeni di acidificazione delle acque. Il fosforo totale è risultato tale da porre il lago in condizioni di oligotrofia.

Comunità fitoplanctonica del Lago Resentino in data 28-8-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	comune
Chrysophyceae	<i>Dinobryon</i> sp.	raro
Conjugatophyceae	<i>Euastrum dubium</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Euastrum gemmatum</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Genticularia</i> sp.	raro
Conjugatophyceae	<i>Micrasterias</i> sp.	presente
Conjugatophyceae	<i>Spirogyra</i> sp.	presente
Conjugatophyceae	<i>Spondylosium</i> sp.	presente
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum</i> sp.	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus connatus</i>	abbondante
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus</i> spp.	abbondante
Conjugatophyceae	<i>Zygnema</i> sp.	raro
Cyanophyceae	<i>Merismopedia</i> sp.	raro
Diatomophyceae	<i>Cymbella cistula</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Cymbella</i> spp.	comune
Diatomophyceae	<i>Fragilaria crotonensis</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Navicula</i> sp.	raro
Diatomophyceae	<i>Pinnularia nobilis</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Surirella robusta</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Synedra ulna</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Tabellaria flocculosa</i>	comune
Dinophyceae	<i>Peridinium</i> sp.	raro

Gruppo faunistico	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	Naupli e copepoditi	presente
Cladocera	-	<i>Biapertura affinis</i>	raro
Cladocera	-	<i>Daphnia longispina</i>	comune
Rotifera	Monogononta	<i>Asplanchna priodonta</i>	abbondante
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella quadrata</i>	comune
Rotifera	Monogononta	<i>Polyarthra gr.vulgaris - dolicoptera</i>	comune

Per quanto riguarda i pesci, sono stati osservati la sanguinerola e novellame di Salmonidi, non identificabile con maggiore precisione in quanto distante da riva. L'assenza di corsi d'acqua rende impossibile la riproduzione naturale delle trote.

LAGO SUCOTTO

Comune:	
Valgoglio	
Tipo:	
Naturale ampliato	
Altitudine [m s.l.m.]	
1854	
Latitudine [N]	
45° 59' 52"	
Longitudine [E]	09° 53' 12"

Superficie lago [ha] (max/min)	6.9/1.3	
Lunghezza [m]	400	
Larghezza [m]	230	
Lunghezza della costa [km]	1090	
Profondità massima [m]	20	
Superficie bacino imbrifero [ha]	167	
Rapporto areale bacino / lago	24.2	

Caratteristiche strutturali del Lago Sucotto (Dati forniti da ENEL-Greenpower)

Altezza diga (m)	Altezza di max ritenuta (m)	Altitudine di max invaso (m s.l.m.)	Altitudine di min invaso (m s.l.m.)	Volume (m³)	Periodo pieno
23.7	14.2	1866.5	1849	580,000	Aprile - novembre

Il Lago Sucotto è stato ampliato con la costruzione di una diga nel 1922. Di forma vagamente trapezoidale, è quello posto a quota minore tra i laghi del sistema della centrale di Aviasco. Privo di immissari significativi, riceve le acque derivate dai laghi Campelli Alto, Canali e Cernello, inviandole a sua volta alla centrale di Aviasco. Il bacino imbrifero è coperto da prateria alpina e zone rocciose ed è privo di attività antropiche; in destra idrografica le sponde sono particolarmente scoscese e rocciose.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Sucotto in data 28-8-01 (campione di acqua superficiale da riva)

Temperatura	Ossigeno disciolto	Saturazione di ossigeno	pH	Conducibilità elettrica	Fosforo totale	Azoto totale	Alcalinità
°C	mg/l	%	u	µS/cm (20°C)	µgP/l	µgN/l	meq/l
16.2	8.0	104	7.1	21	3	550	0.14

Le acque del Lago Sucotto si presentano piuttosto povere di soluti, con una conducibilità ridotta. L'alcalinità è comunque tale da inserire il lago nella categoria di quelli "sensibili" all'acidificazione ma nella zona più a ridosso del confine con la categoria di quelli "non sensibili"; il pH è debolmente alcalino, prossimo alla neutralità. La concentrazione di fosforo totale classifica il lago come ultraoligotrofo. Sono disponibili dati pregressi relativi ad un campione superficiale da riva dell'ottobre 1981; rispetto ad essi la conducibilità è identica, il pH si è alzato leggermente (nel 1981 era 6.7) e il fosforo si è dimezzato da 7 a 3µgP/l, mentre l'alcalinità è cresciuta da 0.11 a 0.14 meq/l.

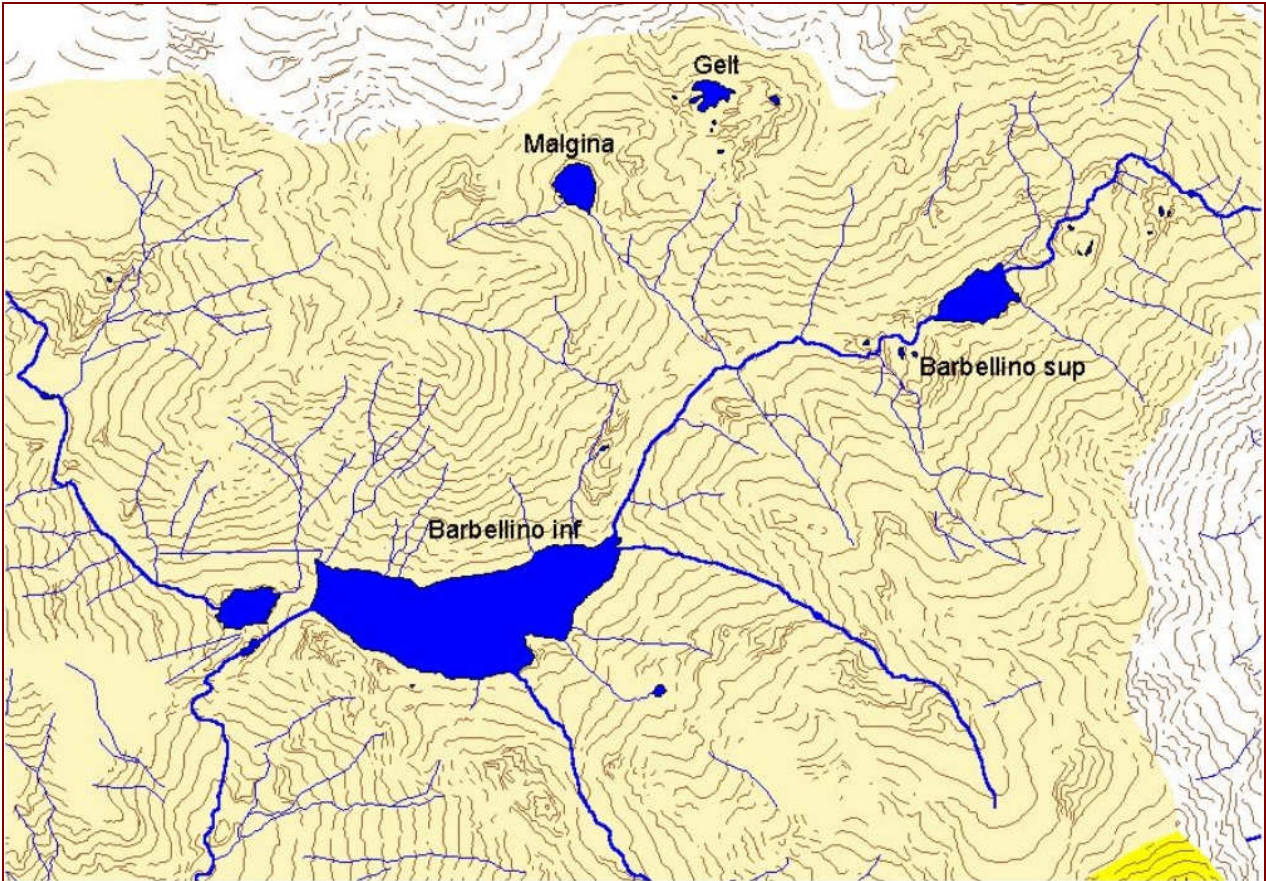
Comunità fitoplanctonica del Lago Sucotto in data 28-8-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Oocystis sp.</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	abbondante
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	abbondante
Chrysophyceae	<i>Dinobryon sociale</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium spp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum furcigerum</i>	abbondante
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum spp.</i>	abbondante
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus connatus</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus cuspidatus</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus dickiei</i>	comune
Cyanophyceae	<i>Merismopedia sp.</i>	raro
Cyanophyceae	<i>Psudanaabaena sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Amphora sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Cymbella sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Fragilaria crotonensis</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Gyrosigma sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Navicula sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Surirella robusta</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Tabellaria flocculosa</i>	raro
Dinophyceae	<i>Peridinium sp.</i>	presente

Comunità zooplanctonica del Lago Sucotto in data 28-8-01 (campione prelevato da riva)

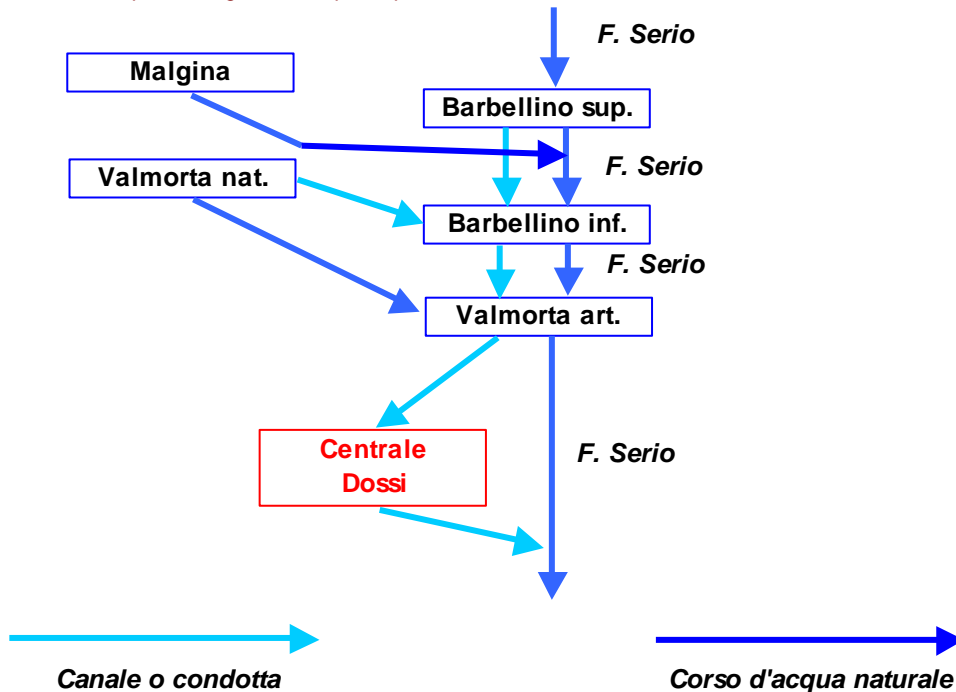
Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	Naupli e copepoditi	raro
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	<i>Eudiaptomus padanus</i>	comune
Copepoda	Ciclopoidi	Naupli e copepoditi	raro
Cladocera	-	<i>Chydorus sphaericus</i>	presente
Cladocera	-	<i>Daphnia longispina</i>	comune
Rotifera	Monogononta	<i>Asplanchna priodonta</i>	presente
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella quadrata</i>	presente
Rotifera	Monogononta	<i>Synchaeta gr. tremula - oblonga</i>	abbondante

I LAGHI ALPINI DEL SOTTOBACINO DELL'ALTO FUME SERIO




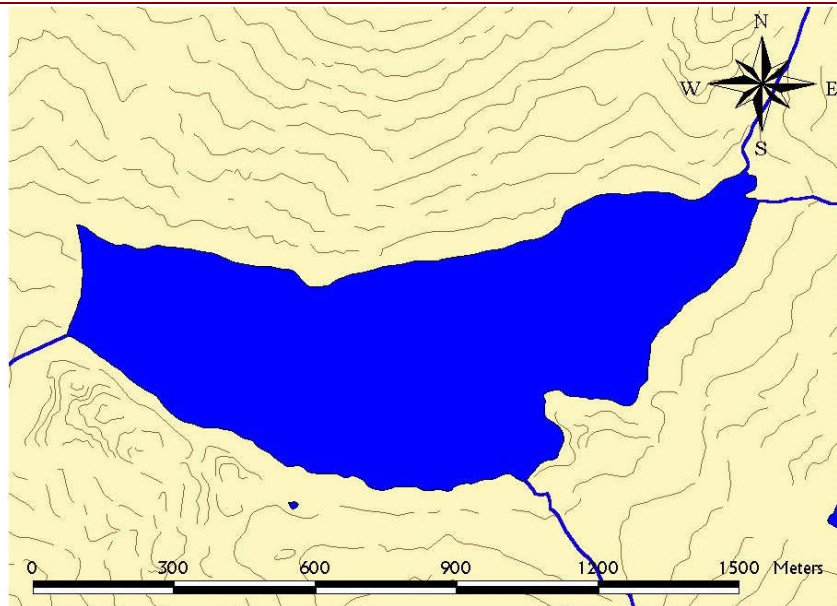
L'alta Val Seriana ospita il sistema di laghi alle origini del Fiume Serio, dove l'invaso artificiale del Lago Barbellino Inferiore ha una posizione di assoluto rilievo per le sue imponenti dimensioni. Le acque del sottobacino dell'alta valle sono convogliate, per lo più attraverso il Lago Barbellino inferiore e in parte direttamente, nel bacino di modulazione di Valmorta; da sono qui inviate alla Centrale Dossi di Valbondione e poi restituite al Serio.

Schema dei trasferimenti delle acque tra i laghi sfruttati per la produzione idroelettrica nel sottobacino dell'alto F. Serio



LAGO BARBELLINO INFERIORE

Comune:	
Valbondione	
Tipo:	
Artificiale	
Altitudine [m s.l.m.]	
1870	
Latitudine [N]	
46° 03' 49"	
Longitudine [E]	
10° 03' 08"	

Superficie lago [ha] (max/min)	55/20	
Lunghezza [m]	1500	
Larghezza [m]	500	
Lunghezza della costa [km]	3960	
Profondità massima [m]	65	
Superficie bacino imbrifero [ha]	1733	
Rapporto areale bacino / lago	31.5	

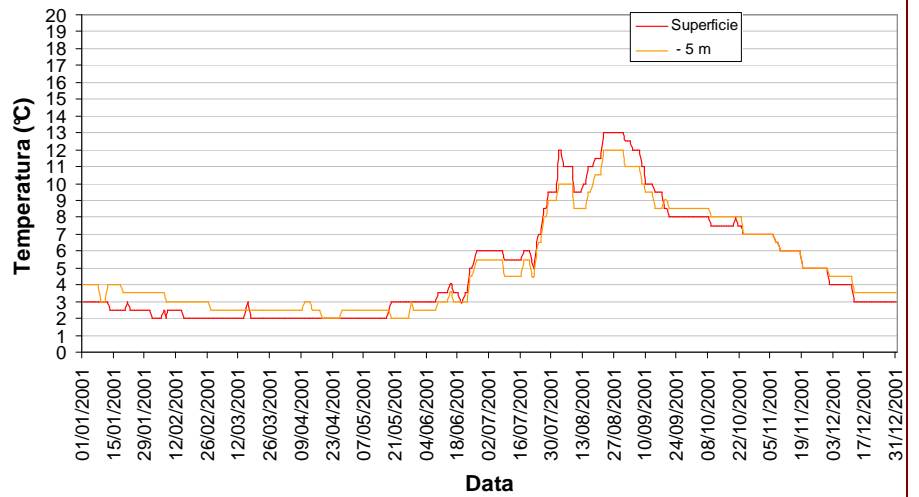
Caratteristiche strutturali del Lago Barbellino inferiore (Dati forniti da ENEL SpA)

Altezza diga (m)	Altezza di max ritenuta (m)	Altitudine di max invaso (m s.l.m.)	Altitudine di min invaso (m s.l.m.)	Volume (m³)	Periodo pieno
69	61	1870	1820	19,650,000	Sempre

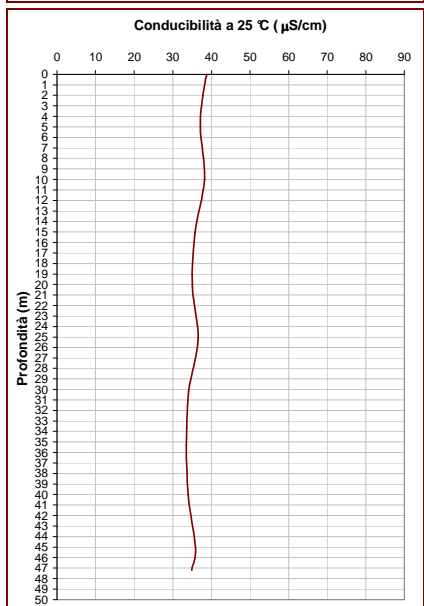
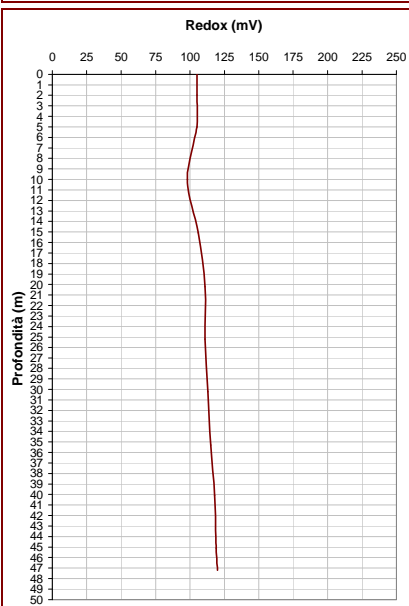
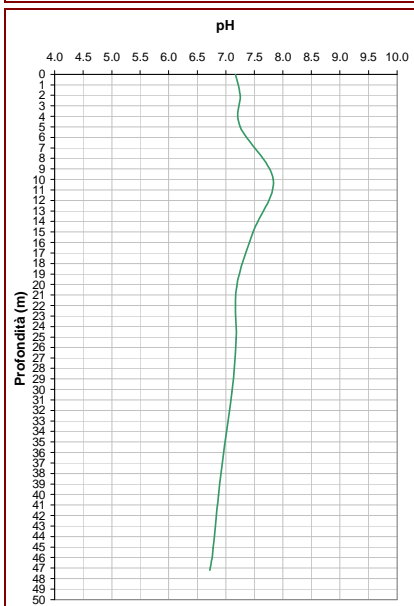
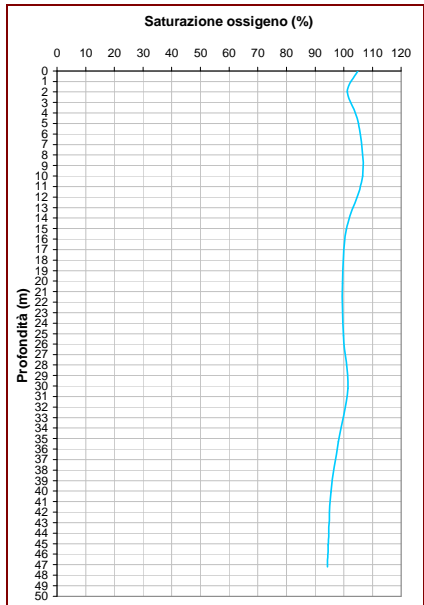
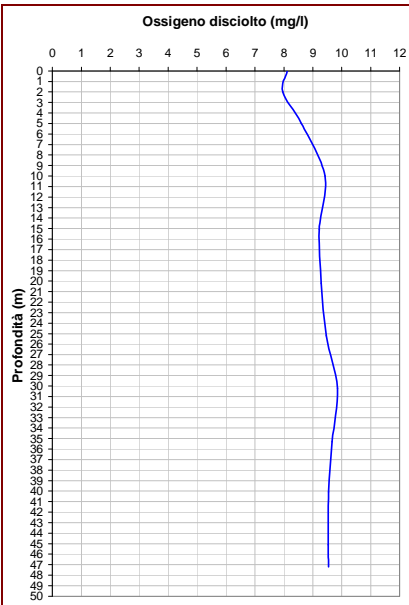
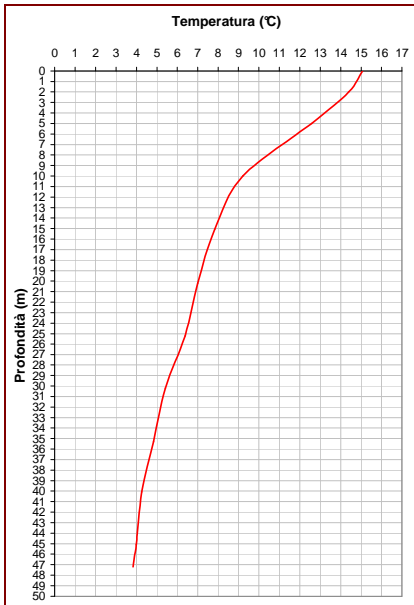
Il Lago Barbellino inferiore è interamente artificiale ed è sorto con lo sbarramento del Fiume Serio nel 1931 mediante una diga a gravità massiccia. Si tratta del più vasto e profondo bacino alpino della Provincia di Bergamo; riceve le acque dal sovrastante Lago Barbellino superiore e dal Lago della Malgina, oltre che da diversi immissari minori. Verso valle le sue acque sono scaricate nel sottostante bacino di modulazione di Valmorta, che alimenta la centrale dei Dossi. Le sponde sono ripide e il suo bacino è al di sopra del limite della vegetazione arborea e ospita due rifugi (uno, il Curò, in sponda sinistra, l'altro è presso il Barbellino superiore) che un Alpe.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Barbellino inferiore in data 30-8-01 (campione di acqua prelevato da natante)

Profondità	m	0	5	46
Temperatura	°C	15.1	12.6	3.8
Ossigeno disciolto	mg/l	8.1	8.6	9.5
Saturazione di ossigeno	%	105	105	94
pH	u	7.2	7.3	6.7
Potenziale redox	mV	105	105	120
Conducibilità elettrica	µS/cm (20°C)	39	37	35
Fosforo totale	µgP/l	5	3	6
Azoto totale	µgN/l	480	400	470
Alcalinità	meq/l	0.30	0.29	0.28



Andamento della temperatura nell'anno 2001 (dati ENEL SpA)



L'andamento della temperatura superficiale nell'anno 2001 mostra che anche nel periodo estivo i valori si mantengono relativamente bassi, superando i 10 °C per meno di due mesi. Al momento del rilevamento il lago presentava una stratificazione termica, con un gradiente decisamente più ripido a partire da circa 10 m di profondità; in corrispondenza di tale zona si osserva anche un incremento della concentrazione di ossigeno disciolto che si mantiene fino al fondo e un innalzamento del pH da valori leggermente alcalini a decisamente alcalini, che permane però solo fino a circa 15 m e poi scende gradualmente fino ad una situazione di leggera acidità presso il fondo. La conducibilità si mantiene piuttosto costante su tutta la colonna d'acqua. La trasparenza, misurata con il disco di Secchi, è risultata pari a 6 m (in condizioni di cielo nuvoloso).

La concentrazione di fosforo totale presenta una leggera riduzione a -10 m rispetto ai campioni di superficie e fondo e nel complesso colloca il lago in una situazione di oligotrofia. L'alcalinità scende leggermente dalla superficie verso il fondo ma rimane comunque abbondantemente sopra la soglia che pone al riparo il lago dal rischio di acidificazione. Per quanto riguarda le informazioni pregresse, sono disponibili dati relativi ad due campione superficiale da riva, rispettivamente del settembre 1981 e del giugno 2000 (Tartari *et al.*, 2000); da esse si osserva che il fosforo totale in superficie da 3 µgP/l nel 1981 (ultraoligotrofia) sale a 17 µgP/l nel 2000 (mesotrofia) e scende poi a 5 µgP/l nel 2001 (oligotrofia). L'alcalinità risultava 0.2 meq/l nel 1981, sale a 0.28 meq/l nel 2000 e poi a 0.3 meq/l nel 2001. L'azoto totale passa da 600 µgN/l a 480 µgN/l nel 2001, mentre non è stato misurato nel 1981. Il pH è sempre rimasto su valori leggermente alcalini o prossimi alla neutralità.

Comunità fitoplanctonica del Lago Barbellino inferiore in data 30-8-01 (campione prelevato da natante)

Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Coenochlocria sp.</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Dispora crucigenioides</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Oocystis sp.</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	presente
Chrysophyceae	<i>Dinobryon sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Spirogyra sp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Spondylosium sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum sp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus connatus</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus sp.</i>	raro
Cyanophyceae	<i>Merismopedia sp.</i>	presente
Cyanophyceae	<i>Oscillatoria rubescens</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Cymbella cistula</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Fragilaria crotonensis</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Navicula sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Stauroneis anceps</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Synedra acus</i>	abbondante
Diatomophyceae	<i>Synedra ulna</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Tabellaria flocculosa</i>	raro
Dinophyceae	<i>Peridinium sp.</i>	presente

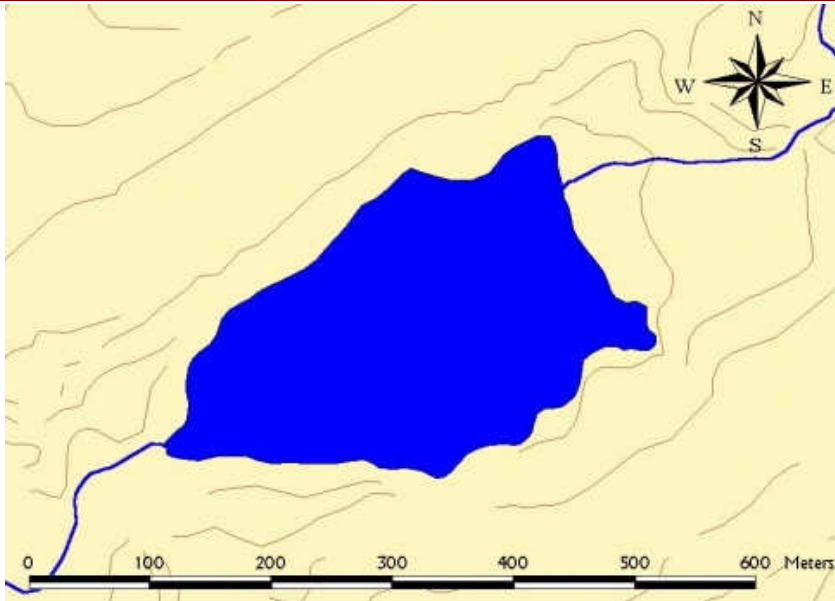
Comunità zooplanctonica del Lago Barbellino inferiore in data 30-8-01 (campione prelevato da natante)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Ciclopoidi	Naupli e copepoditi	raro
Cladocera	-	<i>Daphnia longispina</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Euchlanis dilatata</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Polyarthra gr. vulgaris - dolicoptera</i>	abbondante

Per quanto riguarda i pesci, sono presenti la trota fario, la trota iridea, il salmerino di fonte (tutte queste specie sono immesse in diversi anni o come novellame o come adulti "pronta pesca") e la sanguinerola. Le caratteristiche di elevata pendenza degli immissari non rendono possibile la riproduzione naturale delle trote.

LAGO BARBELLINO SUPERIORE

Comune:	
Valbondione	
Tipo:	
Naturale regolato	
Altitudine [m s.l.m.]	
2129	
Latitudine [N]	
46° 04' 55"	
Longitudine [E]	10° 05' 02"

Superficie lago [ha]	11	
Lunghezza [m]	415	
Larghezza [m]	250	
Lunghezza della costa [km]	1140	
Profondità massima [m]	3	
Superficie bacino imbrifero [ha]	350	
Rapporto areale bacino / lago	31.8	

Il Lago Barbellino superiore, benché sia spesso indicato come il "Barbellino naturale" e non sia sbarrato da manufatti, ha una presa di fondo che ne può convogliare le acque nel Lago Barbellino inferiore. E' situato nella testata della Val Seriana, nell'area delle sorgenti del Serio, ed è alimentato da una serie di piccoli ruscelli. Il suo bacino è composto da prateria alpina, e in parte appartiene alla zona di pascolo dell'Alpe Barbellino; presso le rive è situato un rifugio.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Barbellino superiore in data 29-8-01 (campione di acqua superficiale da riva)

Temperatura	Ossigeno	Saturazione	pH	Conducibilità	Fosforo	Azoto	Alcalinità
-------------	----------	-------------	----	---------------	---------	-------	------------

	disciolto	di ossigeno		elettrica	totale	totale	
°C	mg/l	%	u	µS/cm (20°C)	µgP/l	µgN/l	meq/l
10.9	7.3	79	7.3	34	3	310	0.30

La temperatura superficiale è risultata abbastanza fredda nonostante la stagione. Il pH è leggermente basico e l'alcalinità è sufficientemente elevata da escludere rischi di acidificazione. Il fosforo totale ha una concentrazione che pone il lago nella categoria degli ultraoligotrofi. Sono disponibili informazioni relative ad un campionamento superficiale da riva del mese di luglio 1981; in tale data l'alcalinità risultava inferiore di quasi la metà, con 0.17 meq/l, mentre il fosforo totale era di poco superiore, con 5 µgP/l. Il pH era 6.9, quasi prossimo alla neutralità, mentre la conducibilità era di poco inferiore, con 25 µS/cm.

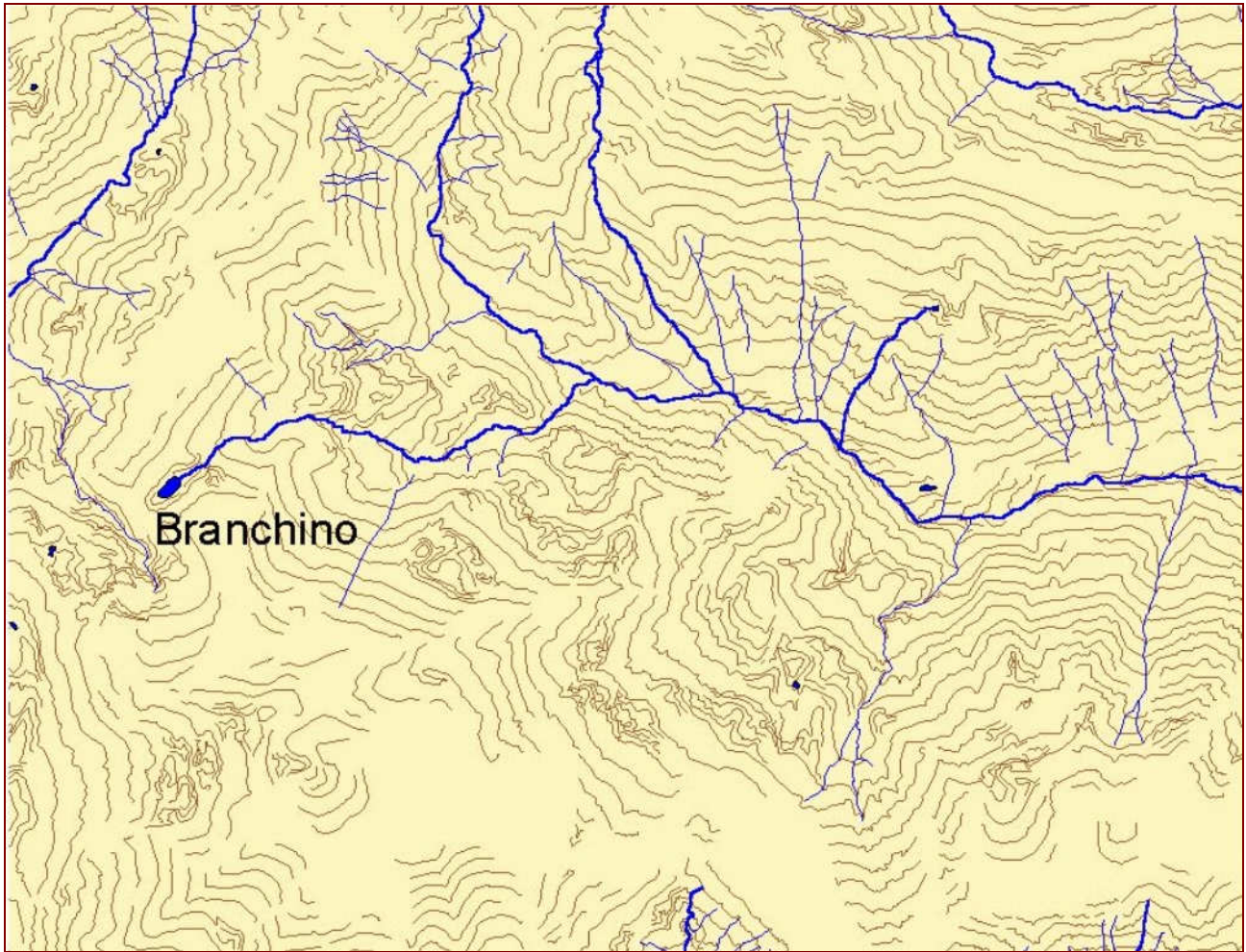
Comunità fitoplanctonica del Lago Barbellino superiore in data 29-8-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Cyclotella sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Fragilaria capucina</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Synedra acus</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Synedra spp.</i>	raro

Comunità zooplanctonica del Lago Barbellino superiore in data 29-8-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Ciclopoidi	Naupli e copepoditi	raro
Cladocera	-	<i>Daphnia longispina</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Euchlanis dilatata</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Polyarthra gr. vulgaris - dolicoptera</i>	abbondante

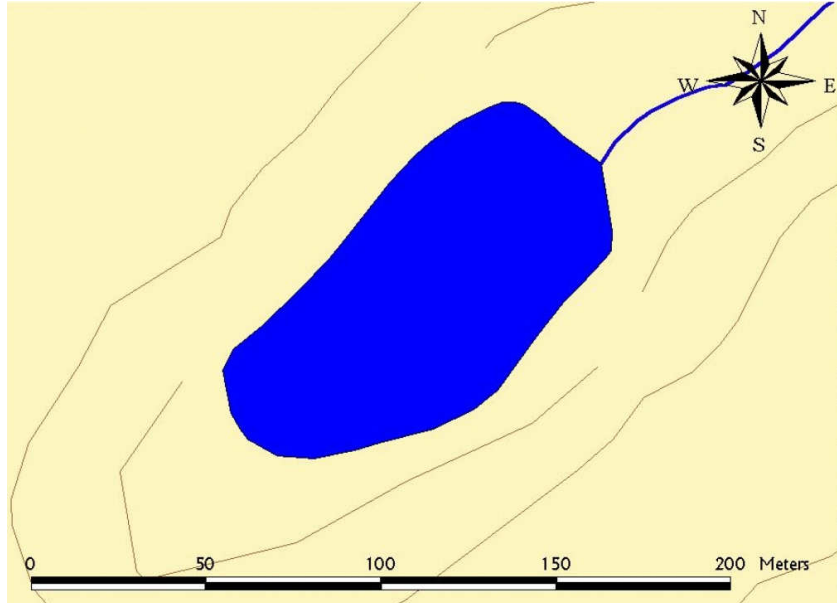
I LAGHI ALPINI DEL SOTTOBACINO DEL TORRENTE ACQUALINA



Questo sottobacino ospita un unico lago degno di tale nome, il Lago Branchino. Bacino naturale di modeste dimensioni, è interessante dal punto di vista naturalistico per la composizione calcarea delle rocce che lo circondano, situazione rara nelle Orobie.

LAGO BRANCHINO

Comune:	
Ardesio	
Tipo:	
Naturale	
Altitudine [m s.l.m.]	
1784	
Latitudine [N]	
45° 59' 01"	
Longitudine [E]	
09° 48' 10"	

Superficie lago [ha]	0.65	
Lunghezza [m]	130	
Larghezza [m]	60	
Lunghezza della costa [km]	320	
Profondità massima [m]	2	
Superficie bacino imbrifero [ha]	13.1	
Rapporto areale bacino / lago	20.2	

Il Lago Branchino è un lago naturale posto alla testata della Val Canale, uno dei pochi sulle Orobie caratterizzati da un bacino calcareo. Ha forma ovale, dimensioni medio –piccole e profondità modesta. Si trova in una conca circondata sulla destra da una zona di ontani e per il resto da prateria alpina; in posizione diametralmente opposta all'incile si osserva presso la riva una zona di risorgiva che costituisce l'unico ingresso visibile di acqua dal bacino. L'emissario è un modesto ruscello che inizia con un percorso scosceso e accidentato. Il suo bacino imbrifero comprende il pascoli dell'Alpe Nivel.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Branchino in data 2-10-01 (campione di acqua superficiale da riva)

Temperatura	Ossigeno disciolto	Saturazione di ossigeno	pH	Conducibilità elettrica	Fosforo totale	Azoto totale	Alcalinità
°C	mg/l	%	u	µS/cm (20°C)	µgP/l	µgN/l	meq/l
9.4	8.1	92	7.6	129	27	820	1.48

Questo lago presenta caratteristiche fisico – chimiche peculiari, presumibilmente per la sua appartenenza ad un bacino calcareo; spicca in primo luogo l'elevata concentrazione di fosforo totale, che si colloca nettamente nell'intervallo di mesotrofia ed è il più alto registrato tra tutti i laghi esaminati, così come l'alcalinità. Anche la conducibilità è piuttosto alta, a testimonianza di un'elevata presenza di soluti. Il pH è moderatamente alcalino e non esiste nessun pericolo di acidificazione grazie all'elevato potere tampone delle acque. Non esistono dati pregressi di riferimento.

Comunità fitoplanctonica del Lago Branchino in data 2-10-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Coelastrum reticulatum</i>	comune
Chlorophyceae	<i>Oocystis</i> sp.	raro
Chlorophyceae	<i>Pediastrum boryanum</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Scenedesmus</i> sp.	comune
Chlorophyceae	<i>Tetraedron minimum</i>	abbondante
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium</i> sp.	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum</i> sp.	abbondante
Cyanophyceae	<i>Merismopedia glauca</i>	raro
Cyanophyceae	<i>Merismopedia tenuissima</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Cyclotella</i> sp.	comune
Diatomophyceae	<i>Cymbella ehrenbergii</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Navicula</i> sp.	comune
Diatomophyceae	<i>Surirella robusta</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Synedra acus</i>	comune

Comunità zooplanctonica del Lago Branchino in data 2-10-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	Naupli e copepoditi	presente
Cladocera	-	<i>Bosmina longirostris</i> fm. <i>curvirostris</i>	abbondante
Cladocera	-	<i>Bosmina longirostris</i> fm. <i>pellucida</i>	comune
Rotifera	Monogononta	<i>Asplanchna priodonta</i>	abbondante
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella quadrata</i>	comune
Rotifera	Monogononta	<i>Synchaeta</i>	raro

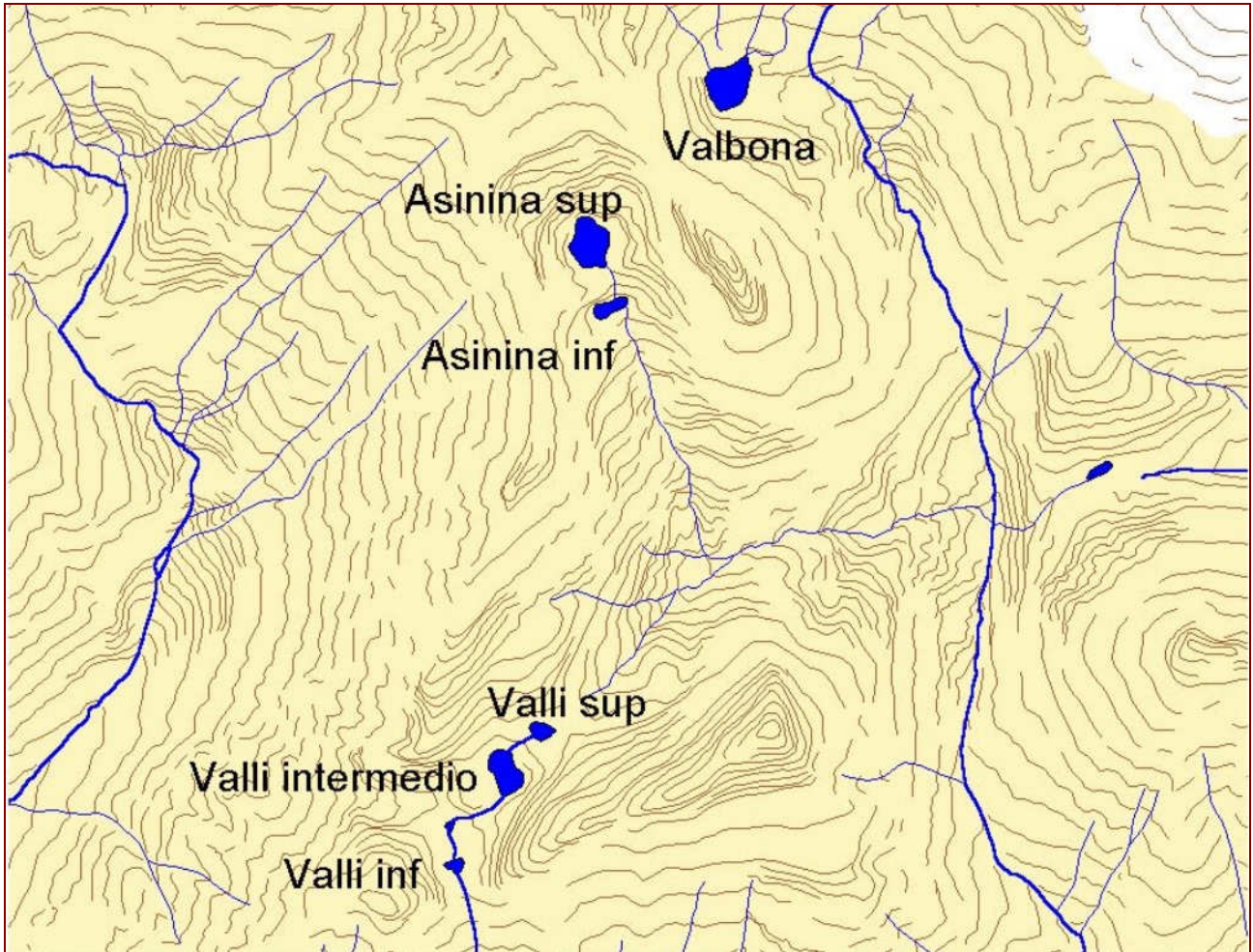
Per quanto riguarda la fauna ittica, la profondità modesta lo rende non vocazionale in modo stabile per i Salmonidi; è possibile la presenza della sanguinerola, che però non è stata osservata in occasione del sopralluogo.

I LAGHI ALPINI DELLA VAL DI SCALVE

Una caratteristica che contraddistingue i molteplici laghi alpini della Val di Scalve è la loro naturalità, a differenza di quanto accade nelle altre zone delle Orobie, dove si verifica un elevato sfruttamento a scopo idroelettrico dei bacini d'alta quota; ciò si deve alle conseguenze catastrofiche del cedimento della diga del Lago Gleno nel 1923, a seguito del quale furono sospesi i numerosi progetti di costruzione di dighe in Val di Scalve. Tra i bacini principali, tutti comunque di diametro inferiore ai 250 m, si ricordano il Lago di Valbona e quello di Asinina superiore in alta valle, il Lago Gleno (l'unico artificiale), il Varro alla testata della valle del Tino e il Venerocolo principale nella valle del Vò.

Nome lago	Sottobacino
Asinina inferiore	Alta Val di Scalve
Asinina superiore	Alta Val di Scalve
Gleno	Val Gleno
Valbona	Alta Val di Scalve
Valli inferiore	Alta Val di Scalve
Valli intermedio	Alta Val di Scalve
Valli superiore	Alta Val di Scalve

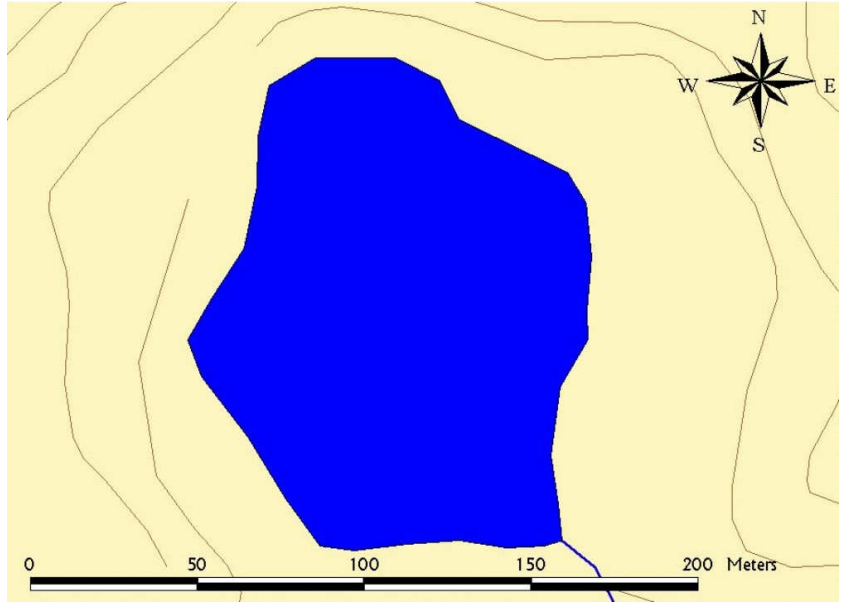
I LAGHI ALPINI DEL SOTTOBACINO DELL'ALTA VAL DI SCALVE



Questo sottobacino, posto a monte di Schilpario sulla destra idrografica del Torrente Dezzo, ospita laghi naturali e di dimensioni molto modeste, eccetto il Lago Asinina superiore e il Lago di Valbona.

LAGO ASININA SUPERIORE

Comune:	
Schilpario	
Tipo:	
Naturale	
Altitudine [m s.l.m.]	
2139	
Latitudine [N]	
46° 02' 36"	
Longitudine [E]	
10° 10' 43"	

Superficie lago [ha]	1.31	
Lunghezza [m]	160	
Larghezza [m]	125	
Lunghezza della costa [km]	445	
Profondità massima [m]	<4	
Superficie bacino imbrifero [ha]	29.9	
Rapporto areale bacino / lago	22.8	

Il Lago Asinina Superiore è un bacino naturale con la tipica conformazione dei laghi di circo glaciale. A dispetto delle pareti scoscese delle sponde, la profondità non è particolarmente elevata; osservando il lago d'alto è possibile scorgere una sorta di isolotto sommerso che indica un accumulo di materiale dovuto a slavine. E' privo di immissari e l'emissario, un piccolo rio, si scarica nel sottostante Lago Asinina inferiore. Il bacino imbrifero è privo di presenza antropica e attività zootecniche; è coperto da prateria, mentre manca la vegetazione arborea.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Asinina superiore in data 7-9-01 (campione di acqua superficiale da riva)

Temperatura	Ossigeno disciolto	Saturazione di ossigeno	pH	Conducibilità elettrica	Fosforo totale	Azoto totale	Alcalinità
°C	mg/l	%	u	µS/cm (20°C)	µgP/l	µgN/l	meq/l
10.2	9.7	109	7.9	77	7	340	0.75

Le acque presentano un discreto contenuto di soluti, testimoniato dalla conducibilità; l'alcalinità non è particolarmente elevata e pone il lago nella categoria di quelli sensibili al rischio di acidificazione. Il pH è peraltro chiaramente alcalino. Dal punto di vista dei nutrienti, la concentrazione di fosforo totale classifica il lago come oligotrofo. Rispetto agli unici dati pregressi disponibili, riferiti ad un campione preso da riva il 2 settembre 1981 (Giussani *et al.*, 1986), l'alcalinità e la conducibilità sono sostanzialmente identiche e il pH è ancora più alcalino, con un valore di 8.8 unità; piuttosto diversa è la situazione per il fosforo totale, che nel 1981 aveva una concentrazione di solo 1 µgP/l, tipica di lago ultraoligotrofo.

Comunità fitoplanctonica del Lago Asinina superiore in data 7-9-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Coelastrum reticulatum</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Pediastrum spp.</i>	abbondante
Chlorophyceae	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	comune
Chlorophyceae	<i>Scenedesmus sp.</i>	comune
Chlorophyceae	<i>Tetraedron minimum</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium spp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Spirogyra sp.</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Amphora spp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Cocconeis sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Cyclotella bodanica</i>	abbondante
Diatomophyceae	<i>Cyclotella spp.</i>	abbondante
Diatomophyceae	<i>Cymbella ehrenbergii</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Cymbella sp.</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Diatoma sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Fragilaria capucina</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Fragilaria construens</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Fragilaria crotonensis</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Gomphonema constrictum</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Navicula spp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Pinnularia sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Surirella sp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Synedra acus</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Synedra ulna</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Tabellaria flocculosa</i>	presente
Dinophyceae	<i>Peridinium sp.</i>	raro

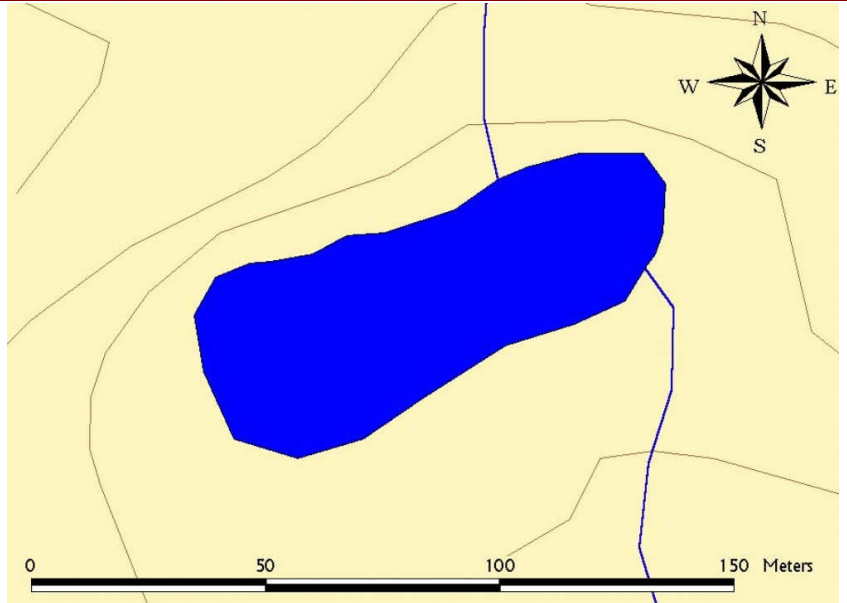
Comunità zooplanctonica del Lago Asinina superiore in data 7-9-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Cladocera	-	<i>Biapertura affinis</i>	raro
Cladocera	-	<i>Chydorus sphaericus</i>	raro
Cladocera	-	<i>Daphnia hyalina</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella cochlearis</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella hiemalis</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella quadrata</i>	raro

Dal punto di vista ittico è di grande interesse per via della popolazione di salmerino di fonte che si riproduce naturalmente e si automantiene anche in presenza di pesca senza ripopolamenti da alcuni anni. Sono presenti le sanguinerole. Non ci sono possibili corsi d'acqua idonei alla frega di trote.

LAGO ASININA INFERIORE

Comune:	
Schilpario	
Tipo:	
Naturale	
Altitudine [m s.l.m.]	
2113	
Latitudine [N]	
46° 02' 26"	
Longitudine [E]	
10° 10' 48"	

Superficie lago [ha]	0.36	
Lunghezza [m]	105	
Larghezza [m]	45	
Lunghezza della costa [km]	260	
Profondità massima [m]	<2	
Superficie bacino imbrifero [ha]	35.2	
Rapporto areale bacino / lago	97.8	

Il Lago Asinina inferiore è un modesto bacino naturale di bassa profondità in via di interrimento; le sue sponde sono ricoperte da una fascia di vegetazione palustre tipica di zone umide d'alta quota, che si sta espandendo verso il centro del lago. Riceve le acque dall'emissario del Lago Asinina superiore e a sua volta le scarica attraverso un piccolo riale. Il bacino imbrifero è quasi completamente coincidente con quello del lago Asinina superiore, dal quale dista poche decine di metri.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Asinina inferiore in data 7-9-01 (campione di acqua superficiale da riva)

Temperatura	Ossigeno disciolto	Saturazione di ossigeno	pH	Conducibilità elettrica	Fosforo totale	Azoto totale	Alcalinità
°C	mg/l	%	u	µS/cm (20°C)	µgP/l	µgN/l	meq/l
9.7	6.9	95	8.3	66	4	250	0.71

Dal punto di vista chimico – fisico è assai simile al Lago Asinina superiore da cui riceve le acque; l'unica differenza nel pH, maggiormente alcalino, e nella minore concentrazione di fosforo totale; a differenza del bacino sovrastante, esso si trova in condizioni di ultraoligotrofia. Non esistono dati pregressi.

Comunità fitoplanctonica del Lago Asinina inferiore in data 7-9-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Ankistrodesmus spiralis</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Coelastrum sphaericum</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Pediastrum boryanum</i>	abbondante
Chlorophyceae	<i>Pediastrum duplex</i>	comune
Chlorophyceae	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	abbondante
Chlorophyceae	<i>Scenedesmus spp.</i>	abbondante
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Closterium sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium botrytis</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium spp.</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Euastrum didelta</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Mougeotia sp.</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Spirogyra sp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Spondylosium sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum sp.</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Staurodesmus sp.</i>	raro
Cyanophyceae	<i>Merismopedia sp.</i>	presente
Cyanophyceae	<i>Oscillatoria sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Amphora sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Ceratoneis arcus</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Cyclotella compta</i>	abbondante
Diatomophyceae	<i>Cyclotella sp.</i>	abbondante
Diatomophyceae	<i>Cymbella lanceolata</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Cymbella spp.</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Cymbella ventricosa</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Fragilaria capucina</i>	abbondante
Diatomophyceae	<i>Fragilaria crotonensis</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Fragilaria virescens</i>	abbondante
Diatomophyceae	<i>Gomphonema acuminatum</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Gomphonema constrictum</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Navicula radiosa</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Pinnularia mesolepta</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Pinnularia nobilis</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Pinnularia viridis</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Surirella spp.</i>	raro
Diatomophyceae	<i>Synedra acus</i>	abbondante
Diatomophyceae	<i>Synedra ulna</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Tabellaria flocculosa</i>	raro
Dinophyceae	<i>Peridinium sp.</i>	abbondante


Comunità zooplanctonica del Lago Asinina inferiore in data 7-9-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Cladocera	-	<i>Alona quadrangularis</i>	comune
Cladocera	-	<i>Chydorus sphaericus</i>	raro

Per quanto riguarda i pesci, è accertata la presenza della sanguinerola; la ridotta profondità non lo rende invece vocazionale ad ospitare stabilmente Salmonidi.

LAGO VALBONA

Comune:	
Schilpario	
Tipo:	
Naturale	
Altitudine [m s.l.m.]	
2055	
Latitudine [N]	
46° 02' 49"	
Longitudine [E]	
10° 11' 00"	

Superficie lago [ha]	1.46	
Lunghezza [m]	189	
Larghezza [m]	142	
Lunghezza della costa [km]	475	
Profondità massima [m]	>3	
Superficie bacino imbrifero [ha]	64.7	
Rapporto areale bacino / lago	44.3	

Il Lago Valbona è un tipico esempio di lago di circo glaciale, attorniato da pareti scoscese disposte ad anfiteatro. La profondità esatta non è nota, ma il colore cupo delle sue acque fanno ritenere che sia superiore ai 3 m. E' privo di immissari veri e propri e le sue acque si scaricano nel torrente omonimo. Il bacino circostante è coperto da prateria, privo di vegetazione arborea, e non vi sono attività zootecniche o insediamenti antropici d'alcun tipo.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Valbona in data 7-9-01 (campione di acqua superficiale da riva)

Temperatura	Ossigeno disciolto	Saturazione di ossigeno	pH	Conducibilità elettrica	Fosforo totale	Azoto totale	Alcalinità
°C	mg/l	%	u	µS/cm (20°C)	µgP/l	µgN/l	meq/l
11.2	8.1	96	6.2	7	6	260	<0.025

Nelle caratteristiche chimiche delle acque del Lago Valbona spiccano la conducibilità modestissima e l'alcalinità inferiore ai limiti strumentali di rilevamento, ad indicare una bassissima presenza di soluti; il lago si trova in uno stato di elevato rischio di acidificazione ed in effetti il pH è acido. Anche se il valore di pH misurato in occasione dei rilevamenti, a fine estate, non sarebbe tale da indurre alterazioni sulla biocenosi acquatica, è necessario valutare con cautela la situazione in quanto le condizioni più critiche si verificano a tarda primavera. Per quanto riguarda la concentrazione di fosforo totale, il bacino si trova in una situazione di oligotrofia. Gli unici dati pregressi disponibili, riferiti ad un campione preso da riva il 2 settembre 1981 (Giussani *et al.*, 1986), evidenziano una conducibilità e un'alcalinità leggermente superiori (rispettivamente 18 µS/cm e 0.09 meq/l) con un pH solo debolmente alcalino; si nota quindi una riduzione del potere tampone delle acque e dei soluti presenti, già scarsi in precedenza. La trofia attuale è invece aumentata, in quanto nel 1981 il fosforo totale aveva una concentrazione di soli 3 µgP/l, tipica di una condizione di ultraoligotrofia.

Comunità fitoplanctonica del Lago Valbona in data 7-9-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	abbondante
Chlorophyceae	<i>Oocystis lacustris</i>	abbondante
Chlorophyceae	<i>Pediastrum boryanum var. cornutum</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Scenedesmus sp.</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis sp</i>	abbondante
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium bioculatum</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium reniforme</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium sp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Euastrum sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum sp.</i>	presente
Cyanophyceae	<i>Eucapsis alpina</i>	raro
Cyanophyceae	<i>Microcystis sp.</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Cyclotella sp.</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Cymbella cistula</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Diatoma sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Meridion circolare</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Navicula sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Surirella robusta</i>	raro
Dinophyceae	<i>Peridinium sp.</i>	raro
Euglenophyceae	<i>Euglena sp.</i>	comune
Euglenophyceae	<i>Phacus acuminatum</i>	raro

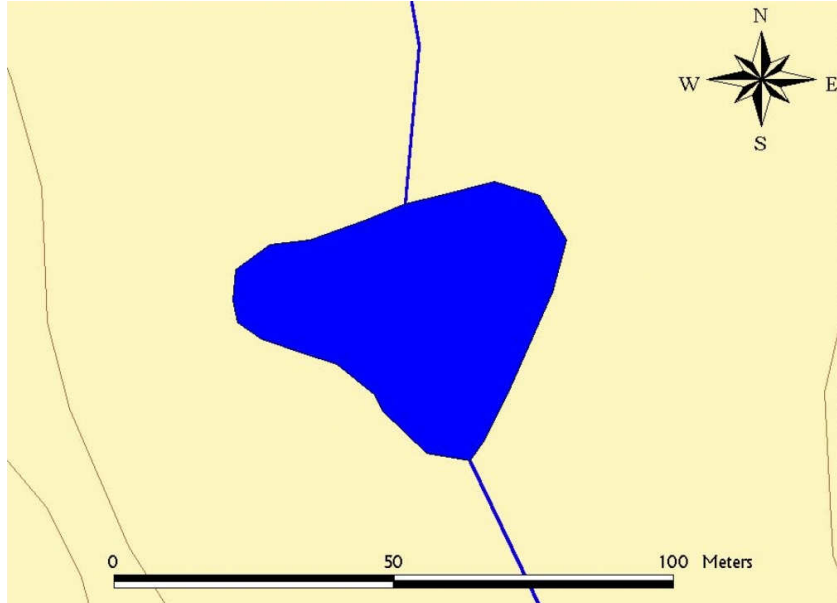
Comunità zooplanctonica del Lago Valbona in data 7-9-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Ciclopoidi	-	raro
Copepoda	Ciclopoidi	Naupli e copepoditi	raro
Cladocera	-	<i>Daphnia longispina</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella cochlearis</i>	presente
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella quadrata</i>	presente

Per quanto riguarda la fauna ittica non sono stati osservati pesci da riva e le testimonianze raccolte evidenziano l'assenza di catture ormai da diversi anni; il lago era in precedenza popolato da salmerini di fonte che, in assenza di ripopolamenti, a differenza di quanto accaduto nel Lago Asinina superiore non sono riusciti ad automantenersi. La situazione chimica delle acque potrebbe peraltro aver accelerato il declino della fauna ittica e allo stato attuale ne rende dubbia la vocazionalità. Il lago è attualmente un importante sito riproduttivo per la rana temporaria.

LAGO DELLE VALLI INFERIORE

Comune:	
Schilpario	
Tipo:	
Naturale	
Altitudine [m s.l.m]	
1953	
Latitudine [N]	
46° 01' 36"	
Longitudine [E]	
10° 10' 25"	

Superficie lago [ha]	0.18	
Lunghezza [m]	60	
Larghezza [m]	45	
Lunghezza della costa [km]	170	
Profondità massima [m]	<1.5	
Superficie bacino imbrifero [ha]	37.7	
Rapporto areale bacino / lago	209.4	

Il Lago delle Valli inferiori è quello a quota minore di una serie di piccoli laghetti di sella. E' caratterizzato da una bassa profondità e da rive aggradate; poco distante, in destra idrografica, vi è una zona umida di torbiera con una raccolta d'acqua ancora più modesta. E' circondato da vegetazione erbacea tipica di prateria alpina e zone umide. In condizioni normali è privo di immissari ed emissario; presumibilmente può andare incontro a fenomeni di asciutta.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago delle Valli inferiori in data 7-9-01 (campione di acqua superficiale da riva)

Temperatura	Ossigeno disciolto	Saturazione di ossigeno	pH	Conducibilità elettrica	Fosforo totale	Azoto totale	Alcalinità
°C	mg/l	%	u	µS/cm (20°C)	µgP/l	µgN/l	meq/l
8.6	9.0	99	4.1	9	11	420	0.06

Dal punto di vista delle caratteristiche chimico – fisiche spicca l'elevata acidità delle sue acque, di origine naturale dovuta alla presenza di torbiere tutto attorno; la conducibilità ridottissima e l'altrettanto bassa alcalinità non conferiscono alle acque alcuna capacità tampone per contrastare l'acidità. Dal punto di vista trofico si colloca, sia pure per poco, nell'intervallo dei laghi mesotrofi; anche l'apporto di nutrienti deve essere considerato di origine naturale e ascrivibile alla tipologia dell'ambiente umido che lo circonda, essendo il bacino privo di presenza umana o attività zootecniche. Non sono disponibili dati pregressi.

Comunità fitoplanctonica del Lago delle Valli inferiori in data 7-9-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Coelastrum microporum</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Coelastrum reticulatum</i>	comune
Chlorophyceae	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Oedogonium sp.</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Scenedesmus sp.</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	presente
Chrysophyceae	<i>Dinobryon sp.</i>	presente
Chrysophyceae	<i>Mallomonas sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Closterium sp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium bioculatum</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium botrytis</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium brebissonii</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Euastrum didelta</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Euastrum spp.</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Spondylosium sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum dilatatum</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum histrix</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum spp.</i>	raro
Cyanophyceae	<i>Merismopedia spp.</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Ceratoneis arcus</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Cyclotella compta</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Melosira sp.</i>	abbondante
Diatomophyceae	<i>Navicula sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Pinnularia sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Tabellaria flocculosa</i>	presente
Dinophyceae	<i>Peridinium sp.</i>	raro

Comunità zooplanctonica del Lago delle Valli inferiori in data 7-9-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	<i>Eudiaptomus padanus</i>	comune
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	<i>Acanthodiaptomus denticornis</i>	comune
Cladocera	-	<i>Biapertura affinis</i>	raro
Cladocera	-	<i>Daphnia curvirostris</i>	comune
Cladocera	-	<i>Daphnia longispina</i>	abbondante
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella cochlearis</i>	raro
Rotifera	Monogononta	<i>Lecane lunaris</i>	presente

Il lago non è vocazionale per la fauna ittica sia per le modeste dimensioni, sia per l'acidità delle sue acque.

LAGO DELLE VALLI INTERMEDIO

Comune:	
Schilpario	
Tipo:	
Naturale	
Altitudine [m s.l.m.]	
1979	
Latitudine [N]	
46° 01' 41"	
Longitudine [E]	
10° 10' 34"	

Superficie lago [ha]	0.92	
Lunghezza [m]	140	
Larghezza [m]	90	
Lunghezza della costa [km]	380	
Profondità massima [m]	<2	
Superficie bacino imbrifero [ha]		
Rapporto areale bacino / lago		

Il Lago delle valli intermedio è il più esteso e profondo dei tre; nonostante questo la sua profondità massima non raggiunge i 2 m. E' privo di veri e propri immissari o emissari, eccetto durante i periodi di maggiore piovosità. Il bacino pressoché identico a quello del Lago delle Valli inferiore.

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago delle Valli intermedio in data 7-9-01 (campione di acqua superficiale da riva)

Temperatura	Ossigeno disciolto	Saturazione di ossigeno	pH	Conducibilità elettrica	Fosforo totale	Azoto totale	Alcalinità
°C	mg/l	%	u	µS/cm (20°C)	µgP/l	µgN/l	meq/l
9.5	10.0	113	4.5	7	8	330	0.07

Le caratteristiche fisico - chimiche sono pressoché identiche a quelle del Lago delle Valli inferiore, con scarsissimo contenuto di soluti, alcalinità modesta, pH acido; la concentrazione di fosforo è di poco inferiore, ponendo il lago tra quelli oligotrofi. Gli unici dati pregressi disponibili, riferiti ad un campione preso da riva il 4 settembre 1981 (Giussani *et al.*, 1986), mostrano una situazione simile, seppur con il pH meno acido (5.7 unità) e una concentrazione di fosforo totale leggermente inferiore (5 µgP/l); la conducibilità era poco più alta, 10 µS/cm, mentre l'alcalinità era al di sotto dei limiti strumentali.

Comunità fitoplanctonica del Lago delle Valli intermedio in data 7-9-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Dispora crucigenioides</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Scenedesmus sp.</i>	raro
Chlorophyceae	<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	comune
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium botrytis</i>	abbondante
Conjugatophyceae	<i>Cosmarium margariferum</i>	abbondante
Conjugatophyceae	<i>Euastrum ansatum</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Euastrum didelta</i>	raro
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum sp.</i>	raro
Cyanophyceae	<i>Merismopedia sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Pinnularia subcapitata</i>	presente

Comunità zooplanctonica del Lago delle Valli intermedio in data 7-9-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Copepoda	Diaptomidi o Calanoidi	<i>Acanthodiaptomus denticornis</i>	abbondante
Cladocera	-	<i>Daphnia longispina</i>	abbondante
Rotifera	Monogononta	<i>Keratella cochlearis</i>	abbondante
Rotifera	Monogononta	<i>Lecane luna</i>	presente

Il lago non è vocazionale per la fauna ittica sia per le modeste dimensioni, sia per l'acidità delle sue acque.

LAGO DELLE VALLI SUPERIORE

Comune:	
Schilpario	
Tipo:	
Naturale	
Altitudine [m s.l.m.]	
1990	
Latitudine [N]	
46° 01' 47"	
Longitudine [E]	
10° 10' 37"	

Superficie lago [ha]	0.29	
Lunghezza [m]	70	
Larghezza [m]	45	
Lunghezza della costa [km]	210	
Profondità massima [m]	<1.5	
Superficie bacino imbrifero [ha]		
Rapporto areale bacino / lago		

Il Lago delle Valli Superiori è il secondo dei tre per superficie ma è quello di minore profondità ed è soggetto a periodi di asciutta; il profilo piatto e le rive aggradate circondate da vegetazione erbacea mostrano un avanzato stato di interrimento. E' privo di immissari e l'emissario è presente solo nei momenti di maggior apporto idrico. Il bacino imbrifero è quasi del tutto coincidente con quello degli altri due laghi, assai poco distanti l'uno dall'altro.

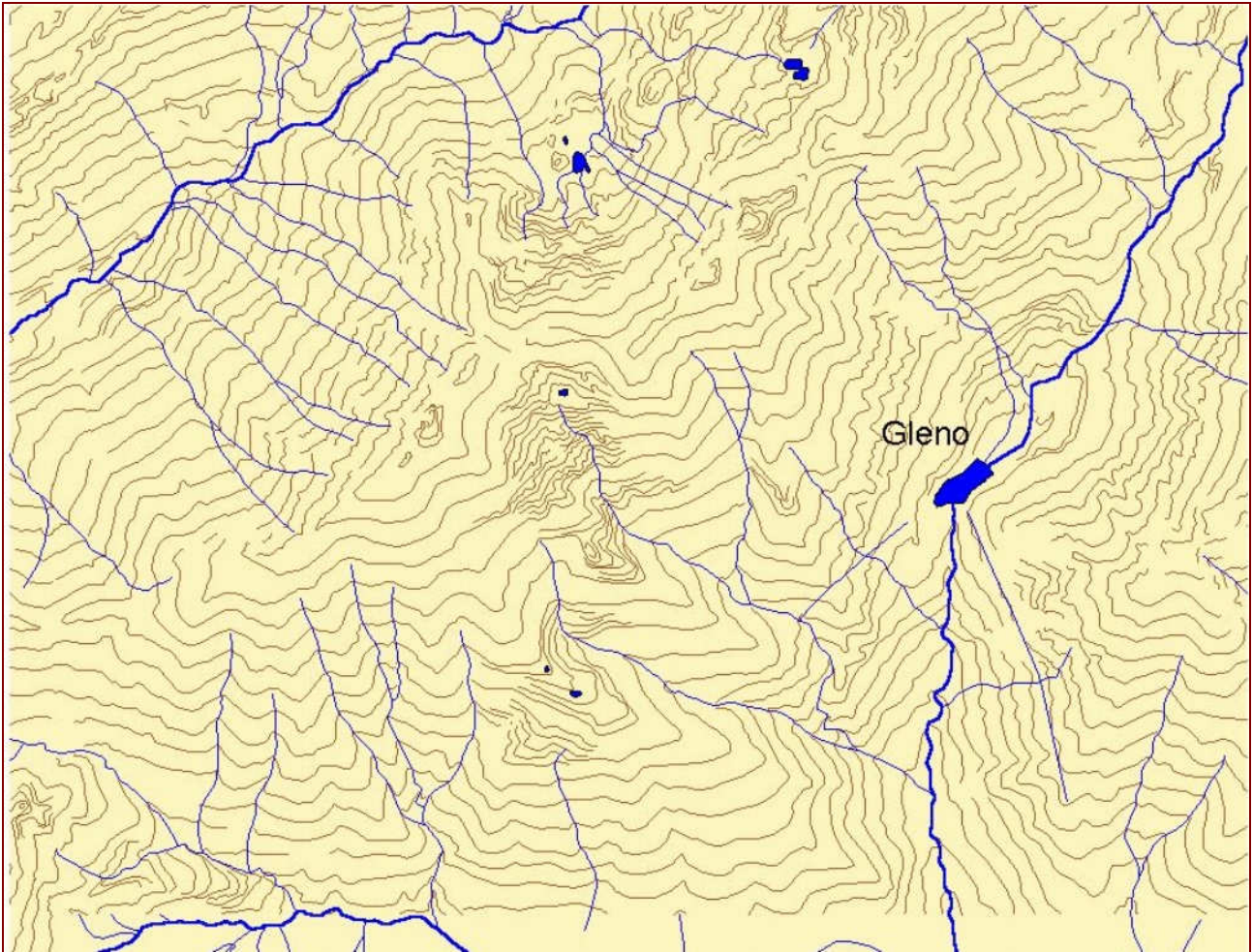
Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago delle Valli superiore in data 7-9-01 (campione di acqua superficiale da riva)

Temperatura	Ossigeno disciolto	Saturazione di ossigeno	pH	Conducibilità elettrica
°C	mg/l	%	u	µS/cm (20°C)
11.3	7	82	3.9	11

Date le modeste dimensioni del bacino sono stati rilevati solo i parametri misurabili direttamente in campo, che sono sostanzialmente analoghi a quelli degli altri due laghetti.

Il lago non è vocazionale per la fauna ittica in quanto soggetto ad asciutta, per le modeste dimensioni e per l'acidità delle sue acque.

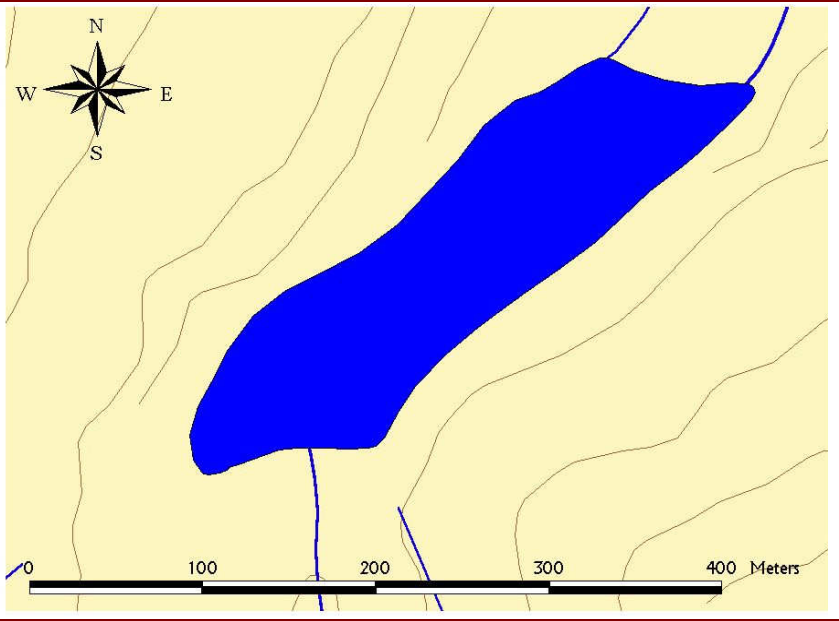
IL SOTTOBACINO DELLA VALLE DI GLENO



Il Lago Gleno, unico significativo della valle omonima, è tristemente famoso per la tragedia di cui fu protagonista: il 1 dicembre del 1923 la diga ad archi multipli che originava l'invaso artificiale (riempito interamente per la prima volta il 23 ottobre 1923) cedette a causa dei materiali scadenti utilizzati per la sua costruzione; l'onda di acqua e fango che si generò spazzò via i paesi a valle uccidendo oltre 500 persone. Da quel momento furono sospesi tutti i programmi di costruzione di nuove dighe in Val di Scalve (il che giustifica l'elevata naturalità dei laghi in tale zona). Il Lago Gleno è attualmente sbarrato all'incile da un piccolo manufatto di soli 3 m di altezza e sfruttato per produrre energia idroelettrica; il bacino residuo è comunque per superficie uno dei maggiori della valle.

LAGO GLENO

Comune:	
Vilminore di Scalve	
Tipo:	
Naturale ampliato	
Altitudine [m s.l.m.]	
1524	
Latitudine [N]	
46° 01' 04"	
Longitudine [E]	
10° 04' 33"	

Superficie lago [ha]	1.71	
Lunghezza [m]	235	
Larghezza [m]	100	
Lunghezza della costa [km]	605	
Profondità massima [m]	4	
Superficie bacino imbrifero [ha]	826	
Rapporto areale bacino / lago	483.6	

Caratteristiche chimico-fisiche delle acque del Lago Gleno in data 5-9-01 (campione di acqua superficiale da riva)

Temperatura	Ossigeno disciolto	Saturazione di ossigeno	pH	Conducibilità elettrica	Fosforo totale	Azoto totale	Alcalinità
°C	mg/l	%	u	µS/cm (20°C)	µgP/l	µgN/l	meq/l
7.8	8.9	92	6.5	22	2	540	0.10

La conducibilità è modesta e indica una ridotta presenza di soluti. La concentrazione di fosforo totale è decisamente bassa e colloca il lago nella categoria degli ultraoligotrofi. Anche l'alcalinità è bassa e rende le acque del Gleno potenzialmente sensibili all'acidificazione; il pH è leggermente acido ma non al punto da creare problemi alla biocenosi, almeno al momento del campionamento. E' possibile che in concomitanza del disgelo si raggiungano valori acidità più marcati. Gli unici dati pregressi disponibili, riferiti ad un campione superficiale preso da centro lago il 4 settembre 1981 (Giussani *et al.*, 1986), mostrano un pH poco più alto (6.9 unità), una conducibilità quasi identica (25 µS/cm), una maggiore concentrazione di fosforo totale (5 µgP/l, che collocava il lago tra quelli oligotrofi) e un'alcalinità circa doppia (0.21 meq/l). Alla luce di tali dati sarebbe interessante verificare se è in atto una tendenza alla diminuzione di soluti e di trofia e una maggiore esposizione al rischio di acidificazione.

Comunità fitoplanctonica del Lago Gleno in data 5-9-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Chlorophyceae	<i>Coelastrum reticulatum</i>	presente
Chlorophyceae	<i>Pediastrum sp.</i>	presente
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum gracile</i>	presente
Cyanophyceae	<i>Merismopedia sp.</i>	raro
Cyanophyceae	<i>Microcystis sp.</i>	abbondante
Diatomophyceae	<i>Cyclotella sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Cymbella sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Diatoma sp.</i>	presente
Diatomophyceae	<i>Fragilaria crotonensis</i>	comune
Diatomophyceae	<i>Navicula spp.</i>	raro
Dinophyceae	<i>Ceratium hirudinella</i>	presente
Dinophyceae	<i>Peridinium sp.</i>	raro

Comunità zooplanctonica del Lago Gleno in data 5-9-01 (campione prelevato da riva)

Taxa	Taxa	Genere / Specie	Abbondanza
Cladocera	-	Chidotide	presente

Per quanto riguarda la fauna ittica, sono presenti e si riproducono il salmerino di fonte e la sanguinerola; la trota fario è presente per effetto delle immissioni, anche se potenzialmente potrebbe riprodursi nell'immissario T. Gleno.

PROPOSTE DI GESTIONE ECOCOMPATIBILE DEI LAGHI ALPINI DELLA PROVINCIA DI BERGAMO

Come risulta evidente da quanto sino ad ora riportato, i laghi alpini sono degli ecosistemi acquatici peculiari ospitanti endemismi faunistici e floristici di grande importanza naturalistica e pertanto da tutelare adeguatamente. Per questo motivo è necessario definire delle appropriate linee di condotta per far sì che le attività umane che coinvolgono tali ambienti direttamente – ad esempio la pesca e lo sfruttamento idroelettrico – o indirettamente – la presenza di alpeggi e rifugi – possano essere svolte nel rispetto delle biocenosi lacustri.

In questo capitolo saranno quindi prese in rassegna le principali attività che coinvolgono i laghi alpini bergamaschi e quindi verranno formulate alcune proposte di linee guida per una loro gestione ecocompatibile, con l'intento di mitigare o eliminare le ripercussioni negative sulle comunità biologiche.

Particolare risalto verrà dato alla gestione dei ripopolamenti ittici e della pesca, in quanto tali pratiche possono da un lato accrescere fortemente l'attrattiva turistica e la fruibilità ricreativa dei laghi alpini ma, se operate non appropriatamente, possono alterare gravemente i fragili equilibri di questi delicati ecosistemi.

Saranno anche esaminate le problematiche dei bacini artificiali, le cui modalità di sfruttamento determinano una forte precarietà della stabilità delle biocenosi in essi ospitate.

GESTIONE DELLA FAUNA ITTICA

In questo capitolo vengono esaminate le problematiche che devono essere affrontate nella gestione della fauna ittica nei laghi alpini e sono suggerite le linee guida per la loro risoluzione.

DEFINIZIONE DELLA VOCAZIONALITÀ ITTICA DEI LAGHI ALPINI DELLA PROVINCIA DI BERGAMO

Il primo e fondamentale passo da intraprendere per un corretto approccio alla gestione della fauna ittica nei laghi alpini consiste nel valutare quali siano effettivamente vocazionali ad ospitare fauna ittica; come già spiegato precedentemente infatti nella maggior parte dei casi tali ambienti erano originariamente privi di pesci, che vi sono successivamente stati introdotti a scopo di pesca. Già dall'inizio del '900 i numerosi laghetti dell'arco alpino sono stati oggetto di immissioni di pesci, soprattutto trote, che negli anni più recenti sono state intensificate grazie alla possibilità di usufruire di mezzi di trasporto come fuoristrada e persino elicotteri; ciò ha fatto sì che le semine di materiale ittico fossero estese a tutte le raccolte d'acqua ritenute in grado di ospitare pesci, senza però accertare preventivamente l'effettiva vocazionalità ittica di tali acque e le conseguenze ecologiche di tali atti. L'esperienza ha dimostrato però che le introduzioni indiscriminate si traducono spesso in uno spreco di tempo e risorse, con immissione di pesci in laghi soggetti ad asciutte stagionali, glaciazione dell'intera massa d'acqua oppure oligotrofia al punto tale da non essere in grado di supportare una popolazione ittica. Nei casi peggiori inoltre l'immissione dei pesci ha portato anche alla scomparsa di anfibi (ad esempio il tritone alpestre in Provincia di Bergamo) e altri preziosi endemismi faunistici.

Da queste considerazioni, consegue la necessità di acquisire le informazioni ecologiche necessarie a definire se un lago è in grado di ospitare pesci in modo stabile e senza causare danni agli altri elementi dell'ecosistema lacustre.

Individuazione dei laghi alpini da proteggere integralmente

I laghi che richiedono una protezione integrale e quindi devono essere esclusi dalle immissioni di fauna ittica sono quelli di piccole dimensioni (superficie minore di 1000 m² e profondità inferiore a 3 m) che risultano essere sede di riproduzione di anfibi in zone prive di stagni e raccolte d'acqua non vocazionali ai pesci che possano fungere da alternativa a tal fine. In questi casi evidentemente l'immissione dei pesci comporterebbe la progressiva scomparsa della rana temporaria e dei tritoni alpini dalla zona interessata. A titolo esemplificativo si citano i "Laghetti delle Valli" come ambienti della tipologia descritta.

Individuazione dei laghi alpini fruibili dal punto di vista alienotico

Per identificare i laghi idonei ad ospitare una popolazione ittica salmonicola di entità e struttura tale da consentirne la fruizione alienotica, è necessario valutare i parametri di seguito elencati.

Rischio di asciutta stagionale: per ovvi motivi i laghetti in cui la presenza di acqua non è costante lungo tutto l'anno non consentono una colonizzazione stabile da parte dei pesci; spesso tali bacini sono utilizzati invece dagli anfibi per la riproduzione, motivo per il quale è da escludere un impiego di tali ambienti per supportare iniziative di pesca turistica facilitata con immissioni di materiale ittico pronta pesca nel periodo estivo, quando sono colmi d'acqua.

Estensione verticale della copertura di ghiaccio invernale: lo strato ghiacciato, nei bacini di profondità modesta, può raggiungere il fondo del lago provocando il congelamento dell'intera massa d'acqua uccidendo i pesci. Per questo motivo l'immissione di pesci dovrà essere evitata in tutti i laghi in cui la profondità e il volume sono insufficienti a garantire la presenza di uno strato di acque di fondo libere dai ghiacci. Anche in questo caso è da sconsigliare l'impiego di tali ambienti per immissioni temporanee di materiale pronta pesca, in quanto particolarmente dannose per gli anfibi che ne possono invece usufruire proficuamente durante la bella stagione. Indicativamente si può stabilire in 3 m la profondità minima che un lago deve avere per garantire la sopravvivenza in inverno dei pesci.

Livello trofico: i laghi che hanno acque ultraoligotrofe, cioè estremamente povere di nutrienti normalmente apportati in questi bacini dall'attività zootecnica o dalla presenza di rifugi, non sono in grado di fornire una base alimentare adeguata alla fauna ittica, la cui immissione porterebbe con tutta probabilità a popolazioni di pesci malnutriti, con fenomeni di nanismo e cannibalismo, e certamente poco appetibili come prede dai pescatori.

Acidificazione delle acque: questo fenomeno rende i laghi che ne sono oggetto non vocazionali alla presenza di fauna ittica; prima di poter immettere pesci in tali ambienti sarà quindi necessario intervenire con operazioni di "liming" per tamponare l'acidità eccessiva e fornire una riserva di carbonati per incrementare l'alcalinità delle acque. Devono essere considerati non vocazionali per la fauna ittica i laghi il cui pH è inferiore a 5.5; per quelli a pH inferiore a 6.5 è opportuno valutare con attenzione le specie da immettere secondo quanto riportato nel paragrafo riguardante tale argomento ed è necessaria un'accurata valutazione dello stato dell'acidità e del potere tampone delle acque specialmente nel periodo di scioglimento delle nevi, il più critico per questo aspetto.

Biocenosi endemiche o comunque indigene pregiate: qualora fosse segnalata la presenza di organismi endemici o comunque di particolare pregio naturalistico, si dovrà valutare attentamente l'impatto su di essi da parte di un'eventuale immissione di pesci. Nel caso sussista il rischio di predazione da parte dei pesci introdotti, dovranno essere sospese tutte le pratiche di ripopolamento e qualora esse siano già state eseguite in passato, sarà opportuno pianificare operazioni di eradicazione della fauna ittica eventualmente ancora presente.

PROPOSTE DI GESTIONE DEI RIPOPOLAMENTI ITTICI DEI LAGHI ALPINI

Anche se, come già detto, non esistono vere e proprie specie autoctone dei laghi alpini (eccetto forse per il salmerino alpino), si può comunque ritenere che le specie indigene italiane dell'arco alpino siano da preferirsi alle altre per il loro valore naturalistico e per scongiurare il rischio di inquinamento genetico o competizione con la fauna pregiata presente nel reticolo idrografico di cui i laghi fanno parte. Il tipo di specie ittica da utilizzare per i ripopolamenti dei laghi alpini dipenderà poi sia dalle caratteristiche di questi, sia dagli obiettivi gestionali che si intende perseguire. In questi paragrafo sono presentate le linee guida da seguire per una corretta gestione dei ripopolamenti ittici in termini di scelta della specie da usare, dei quantitativi, della taglia, dei periodi e delle modalità di trasporto più idonee.

Le specie da impiegare in relazione alla tipologia lacustre

Il tipo di specie ittica da utilizzare per i ripopolamenti dei laghi alpini dipende sia dalle caratteristiche di questi sia dagli obiettivi gestionali che si intende perseguire. Di seguito si riporta un elenco delle principali specie ittiche utilizzate, con le indicazioni sui vantaggi e gli svantaggi nel loro impiego:

- Trota fario (*Salmo trutta trutta*): è una semispecie autoctona (la varietà "mediterranea") delle nostre acque e ben si adatta alle acque fredde dei laghi alpini; essa richiede però la presenza di corsi d'acqua raggiungibili dal lago per la deposizione delle uova, in quanto non si riproduce in acque ferme. Dal punto di vista termico predilige temperature comprese tra 12-19 °C; per il pH predilige valori compresi tra 6.8-7.8 e tollera valori compresi tra 5.0-9.5 (Railegh *et al.*, 1986; Lasenby & Kerr, 2001).
- Trota iridea (*Oncorhynchus mykiss*): di origine nordamericana, è utile come specie alternativa per la pesca sportiva essendo reperibile in grandi quantità e a costi moderati anche allo stadio adulto; non si riproduce in lago e, salvo rare eccezioni neppure nelle acque correnti italiane, quindi non è in grado di formare popolazioni che si automantengono. Quest'ultima caratteristica può peraltro risultare vantaggiosa perché nel caso si volesse eliminare una popolazione di trota iridea da un lago sarà sufficiente cessare le immissioni e la specie scomparirà spontaneamente in alcuni anni. Predilige laghi di dimensioni medie o piccole (area <100 ha) e profondità di almeno 10 m. Dal punto di vista termico predilige temperature comprese tra 7-18 °C; per il pH predilige valori compresi tra 6.5-8.0 e tollera valori compresi tra 5.5-9.0 (Raleigh, 1982; Kerr & Lasenby, 2000).
- Salmerino alpino (*Salvelinus alpinus*): è l'unica specie di Salmonide autoctona nei laghi alpini italiani e si riproduce in acque ferme, purché profonde almeno 4-5 m, formando quindi popolazioni in grado di automantersi. Può incorrere nel fenomeno del "nanismo" quando le disponibilità trofiche sono ridotte e la popolazione cresce eccessivamente di numero. Predilige temperature comprese tra 13-18 °C (Forneris & Alessio, 1986; Larsson, 2001).
- Salmerino di fonte (*Salvelinus fontinalis*): ha buoni tassi di accrescimento, un'ampio spettro alimentare ed è in grado di riprodursi anche in lago formando quindi popolazioni in grado di automantersi. Predilige bacini non eccessivamente estesi (meno di 50 ha) con profondità tra i 4 e i 20 m. Dal punto di vista termico predilige temperature comprese tra 11-16 °C; per il pH predilige valori compresi tra 6.5-8.0 e tollera valori compresi tra 4.0-9.5 (Railegh *et al.*, 1984; Forneris & Alessio, 1986; Cavalli *et al.*, 1997; Kerr, 2000).
- Salmerino canadese (*Salvelinus namaycush*): di origine nordamericana, è in grado di riprodursi in lago ed è ben adattato alle temperature rigide dei laghi alpini. Raggiunge notevoli dimensioni e diventa un predatore assai vorace; ciò rappresenta un problema nei laghi con minor disponibilità trofica, dove può rapidamente esaurire le risorse disponibili e manifestare cannibalismo e pessimo stato di condizione degli individui. Predilige laghi di grandi dimensioni (area superiore ai 100 ha e profondità di almeno 12 m), temperature tra 8-15°C e pH superiore a 5.5 (Marcus *et al.*, 1984; Kerr & Lasenby, 2001).
- Sanguinerola (*Phoxinus phoxinus*): specie autoctona di piccole dimensioni, appartenente alla famiglia dei Ciprinidi può acclimatarsi anche in laghi di modeste dimensioni e profondità. In genere costituisce popolazioni in grado di automantenersi e vive in branchi presso le rive e in acque poco profonde. Costituisce una fonte alimentare importante per le specie ittiofaghe.

La scelta delle specie da utilizzare deve tenere conto delle possibili interazioni interspecifiche nel caso in cui se ne utilizzi più d'una o che nel lago da ripopolare ne siano già presenti di diverse.

Nel caso di coesistenza di salmerino alpino e trota fario si assiste ad una segregazione spaziale con il primo che occupa preferenzialmente la zona pelagica e la seconda che si insedia in quella litorale; a livello di dieta il salmerino alpino rivolge maggiore attenzione allo zooplancton, mentre la trota fario continua a prediligere i macroinvertebrati e gli insetti terrestri (Forneris & Alessio, 1986; Hesthagen *et al.*, 1997; Cavalli *et al.*, 1998; Jansen *et al.*, 2002). Generalmente finisce per essere maggiormente penalizzata la trota fario, specialmente nei

bacini con frequenti variazioni di livello (Gritsenko & Churikov, 1977 in Forneris & Alessio, 1986) e in quelli fortemente oligotrofi, nei quali il salmerino si mostra più adattato (Cavalli *et al.*, 1998).

L'immissione della sanguinerola può essere controproducente, in particolare dove è presente il salmerino alpino perché questo se ne ciba raramente e per contro essa utilizza parte delle risorse alimentari di quest'ultimo, in particolare degli stadi giovanili (Forneris & Alessio, 1986).

Anche nel caso di laghi con popolazioni di salmerino di fonte che si è acclimatato, l'introduzione di altre specie può essere estremamente dannosa; Borroni & Morisi (1994) riportano un caso relativo ad un lago appenninico a 1500 m s.l.m. di altitudine dove l'introduzione di trote (novellame e "pronta pesca") e di varie specie di Ciprinidi ha gravemente depauperato la comunità macrobentonica e causato la scomparsa delle classi giovanili di salmerino e la denutrizione dei Salmonidi adulti. Il salmerino di fonte e quello alpino mostrano inoltre una nicchia trofica simile (Cavalli *et al.*, 1997).

Un ulteriore elemento da considerare è la presenza di immissari o emissari in cui siano presenti zone idonee alla frega dei Salmonidi raggiungibili dal lago; questo è necessario nel caso in cui si abbia come obiettivo quello di creare una popolazione di trote in grado di autosostenersi.

In relazione a quanto riportato dalla letteratura scientifica si possono quindi indicare i **criteri per la scelta delle specie ittiche da utilizzare in relazione alla tipologia lacustre**; le caratteristiche più importanti dei bacini da considerare in tal senso sono le seguenti.

- **Origine del lago (naturale o naturale ampliato e artificiale):** nei laghi naturali o naturali ampliati dovrà essere privilegiata l'immissione di specie ittiche autoctone (salmerino alpino e trota fario); negli invasi interamente artificiali, data l'instabilità dell'habitat e la situazione di scarsa naturalità, si potranno utilizzare anche specie non autoctone (salmerino di fonte e trota iridea), anche in forma di materiale adulto "pronta pesca" per i bacini che assolvono anche una funzione turistica (es. Carona, Bernigolo, Valmora, Barbellino, ecc).
- **Presenza di corsi d'acqua immissari idonei alla riproduzione delle trote:** la presenza di tali ambienti fluviali accessibili dal lago rende opportuna l'immissione di trote fario; al contrario si dovranno preferire i salmerini, in grado di riprodursi in acque lentiche.
- **Continuità con il resto del reticolo idrografico dal punto di vista della percorribilità ittica:** nel caso sia possibile il passaggio di pesci dal lago ai corsi d'acqua adiacenti e quindi al resto del reticolo, dovranno essere accuratamente valutate eventuali immissioni di specie ittiche alloctone o non vocazionali per gli ambienti circostanti. Nel caso di invasi artificiali si potrà impiegare la trota iridea, che difficilmente si riproduce spontaneamente e che può quindi essere eventualmente eradicata sospendendo le immissioni.
- **Profondità massima:** i laghi con profondità inferiore a 4 m non garantiscono lo svolgimento della riproduzione naturale dei salmerini alpini. Il salmerino canadese predilige laghi profondi almeno 12 m, la trota iridea 10 m. Il salmerino di fonte invece necessita di almeno 3 m di profondità ma predilige i laghi che non superano i 20 m di profondità.
- **Superficie:** alcune specie ittiche necessitano di bacini di estensioni rilevanti, come per esempio il salmerino canadese che predilige laghi con area di almeno 100 ha. Per contro il salmerino di fonte predilige laghi con area inferiore a 50 ha e la trota iridea laghi con area inferiore a 100 ha.
- **Temperatura:** deve essere valutata la compatibilità tra le esigenze termiche delle specie ittiche che si intende immettere e le temperature delle acque lacustre, in particolare nel periodo estivo; il problema non è tanto quello di evitare i limiti critici di sopravvivenza per le temperature più elevate (che in tali ambienti non sono mai superati), quanto invece quello di individuare le specie che presentano l'intervallo termico di accrescimento ottimale in corrispondenza delle temperature del lago. Negli ambienti più freddi, che restano anche nel periodo estivo spesso al di sotto di 10°C, la specie che può fornire l'accrescimento migliore sono la trota iridea e il salmerino canadese.
- **Acidità delle acque:** dovrà essere valutata la compatibilità tra il pH delle acque e la tolleranza all'acidità delle specie da immettere; dove il pH risulta compreso tra 5.5 e 6.5 è opportuno immettere solo salmerini di fonte, che hanno la più ampia tolleranza nei confronti dell'acidità tra le specie considerate.

Per quanto riguarda la **compatibilità tra le specie ittiche da impiegare per i ripopolamenti si suggeriscono le seguenti prescrizioni:**

- Per evitare fenomeni di competizione interspecifica si sconsiglia l'immissione di più specie di Salmonidi contemporaneamente, in particolare quella di salmerino alpino e salmerino di fonte.
- Nel caso in cui sia presente una popolazione di Salmonide acclimatata, è opportuno evitare immissioni di altre specie salmonicole e limitare i ripopolamenti con individui della medesima specie solo nel caso di appurata necessità di sostegno della riproduzione naturale.
- L'introduzione della sanguinerola, dove è assente, è in generale da sconsigliarsi per il rischio di competizione alimentare con i giovani Salmonidi e da evitare assolutamente in quelli in cui sono presenti i salmerini.
- La coesistenza di salmerino e trota è facilitata nei laghi profondi e con un ampio sviluppo della zona litorale, in cui può esserci una netta segregazione spaziale e di conseguenza una diversificazione delle fonti alimentari

(invertebrati acquatici e insetti terrestri per la trota presso riva, zooplancton per il salmerino che staziona nella zona pelagica).

Infine si sconsiglia l'immissione del salmerino canadese in considerazione dei problemi di competizione osservati nei bacini dell'arco alpino in cui è stato introdotto e delle dimensioni insufficienti dei laghi in territorio bergamasco, non adeguate alle necessità della specie.

Quantità, taglia e periodo dei pesci da immettere

Le indicazioni che seguono sono state dedotte sulla base di un'accurata analisi bibliografica dello stato dell'arte (Rivier, 1996; Kerr & Lasenby, 2000; Kerr, 2000; Kerr & Lasenby, 2001; Lasenby & Kerr, 2001), opportunamente rivisitata in relazione alle caratteristiche sitospecifiche dei laghi alpini della Provincia di Bergamo.

Le taglie ritenute più idonee a garantire il successo dei ripopolamenti sono preferibilmente quelle dell'estivale (6 l quantitativi da utilizzare sono ovviamente legati alla dimensione del lago e da definire in un ordine compreso fra un minimo di 100, nei casi più sfavorevoli, ed un massimo di 500 estivali (corrispondenti ad un numero di giovani 1+ ridotto del 50 %) per ettaro di superficie lacustre nei casi ottimali, in funzione di diversi parametri; fra questi i principali sono:

- **la profondità del lago**, all'aumentare della quale possono aumentare i quantitativi immessi in quanto è maggiore lo spazio vitale disponibile.
- **Lo stato trofico**, che determina le disponibilità alimentari del lago e quindi la biomassa ittica sostenibile; come indice dello stato trofico si può assumere la concentrazione di fosforo totale, tenendo conto nel caso di ultraoligotrofia del ruolo che può avere l'alimento proveniente dall'esterno del lago. Per questo motivo i laghi ultraoligotrofici sono ulteriormente suddivisi sulla base della copertura vegetale delle sponde e del bacino, che costituisce un apporto di sostanza organica all'ecosistema acquatico e fornisce habitat agli invertebrati terrestri di cui i pesci si cibano. Nel caso in cui non fossero disponibili dati affidabili di concentrazione del fosforo è possibile stimare in alternativa la trofia sulla base di presenza e abbondanza nel bacino imbrifero di animali al pascolo nel periodo estivo, che con le loro deiezioni arricchiscono le acque di nutrienti.
- **L'esposizione al sole**, poiché risultano favoriti i laghi con una esposizione a sud, che godono di una maggiore insolazione;

Sulla base di tali parametri è stata messa a punto una matrice che, attraverso tre appositi indici, uno per la profondità, uno per la concentrazione di fosforo totale e uno per l'esposizione al sole, consente di calcolare un indice sintetico di ripopolamento per quantificare le immissioni di estivali in modo sitospecifico.

Criteria di calcolo per i singoli indici componenti l'Indice sintetico di ripopolamento

Profondità massima		Stato Trofico - Concentrazione di fosforo totale (P tot)		Esposizione al sole	
(m)	Indice _{profondità}	(µgP/l)	indice _{trofico}	Orientamento	Indice _{insolazione}
<5	1	<5; sponde rocciose	1	N	1
5-10	2	<5; sponde vegetazione erbacea	2	NE - NO	2
11-25	3	<5; sponde vegetazione arborea	3	E - O	3
26-40	4	5-10	4	SE - SO	4
>40	5	>10	5	S	5

Numero di estivali per ettaro sulla base dell'indice sintetico di ripopolamento

INDICE SINTETICO RIPOPOLAMENTO	Numero di estivali per ettaro
Indice _{profondità} + indice _{trofico} + indice _{insolazione}	
3	100
4	150
5	200
6	250
7	300
8	325
9	350
10	375
11	400
12	425
13	450
14	475
15	500

In ogni caso si ritiene utile non scendere, in valore assoluto, al di sotto di 100 estivali da immettere per lago, indipendentemente dal risultato finale del calcolo; valori inferiori a 100 devono comunque indurre a riflettere sull'effettiva vocazionalità ittica del lago e quindi sull'opportunità o meno di effettuarvi ripopolamenti.

Occorre infine tenere in considerazione il fatto che anche altri parametri possono condizionare l'esito di un'operazione di ripopolamento in un singolo lago alpino; tra questi, a titolo esemplificativo, ricordiamo:

- La forma del lago: un perimetro molto frastagliato offre maggiore disponibilità di habitat litorale a parità di area rispetto ad un lago dalla forma semplice.
- Le altre specie presenti (sia specie predatrici che preda), per gli ovvi motivi di competizione alimentare piuttosto che di predazione diretta.
- L'efficacia della riproduzione naturale, a cui i ripopolamenti andrebbero ad aggiungersi.
- La pressione di pesca, che ha un effetto diretto sugli adulti pescati e trattenuti ma anche sui giovani immessi, sui quali può incidere anche sensibilmente una mortalità post-rilascio per quelli allamati.

Per i motivi esposti è importante che le valutazioni teoriche prospettate vengano validate dai fatti, attraverso un periodo di monitoraggio dei risultati ottenuti ed eventuale taratura delle prescrizioni.

Modalità di trasporto ed immissione dei pesci

Il trasporto è opportuno che venga svolto nel tempo più rapido possibile, utilizzando preferibilmente l'elicottero. In tal caso però è da sconsigliarsi l'immissione dei pesci "lanciandoli" direttamente dal contenitore nel lago, mentre sarebbe opportuno dare loro il tempo di acclimatarsi termicamente con l'acqua del corpo idrico ricevente; nel caso ciò sia tecnicamente impossibile si deve quanto meno evitare che i pesci siano lasciati cadere dall'alto impattando bruscamente sulla superficie del lago.

Le immissioni di Salmonidi devono svolgersi all'inizio del periodo estivo, quando le risorse alimentari sono più abbondanti e vi è un intervallo temporale sufficiente a consentire l'adattamento dei pesci prima dell'inverno.

Nei laghi privi di popolamento ittico, ad esempio nei bacini artificiali sottoposti a svuotamento, o in quelli in cui si vuole insediare una popolazione di una nuova specie, è preferibile dilazionare nel tempo le immissioni, ripetendole nell'arco di alcuni anni, almeno 3, piuttosto che immettere in un'unica soluzione un grande quantitativo di novellame; i ripopolamenti progressivi con quantitativi contenuti di novellame consentono di ricreare artificialmente una struttura di popolazione e di verificare che le capacità trofiche del bacino siano adeguate (Rivier, 1996).

PROPOSTE DI MODIFICHE SPERIMENTALI AL REGOLAMENTO PER LA PESCA NEI LAGHI ALPINI

Le difficili condizioni ambientali che i pesci devono fronteggiare nei laghi alpini d'alta quota rendono già naturalmente precaria l'esistenza in essi della fauna ittica; l'esercizio della pesca sportiva può quindi avere un impatto particolarmente pesante e le modalità con cui essa viene praticata devono essere attentamente valutate. Per ridurre al minimo la mortalità dei pesci fuori misura si suggerisce di utilizzare ami privi di ardiglione, o con il medesimo ben schiacciato. La necessità di garantire un periodo sufficiente per l'acclimatazione e l'accrescimento porta infatti a dover effettuare le immissioni di novellame quando si svolge l'attività di pesca, e le trotelle immesse sono facilmente esposte alla cattura.

Per valutare più accuratamente il prelievo cui sono sottoposti i laghi e calibrare con maggiore precisione i quantitativi da destinarsi ai ripopolamenti, si potrebbe inoltre sperimentare un tesserino segnacatture; questa iniziativa potrebbe essere sperimentata in un ristretto numero di laghi, in prossimità di rifugi dove poter ritirare e riconsegnare alla fine della giornata di pesca il tesserino.

BIBLIOGRAFIA

- Adams S.B., Frissel C.A. & Rieman B.E., 2001.** Geography of Invasion in Mountain Streams: Consequences of Headwater Lake fish Introductions. *Ecosystems* **2001**: 296-307.
- Barbieri A. & Polli B., 1988.** Laghetti alpini d'alta quota: semine, aspetti chimici e biologici. I^a parte. *Acquicoltura Ticinese* **4**: 6.
- Barbieri A. & Polli B., 1989.** Laghetti alpini d'alta quota: semine, aspetti chimici e biologici. II^a parte. *Acquicoltura Ticinese* **2**: 8.
- Barbieri A. & Polli B., 1989.** Laghetti alpini d'alta quota: semine, aspetti chimici e biologici. III^a parte. *Acquicoltura Ticinese* **3**: 2-3.
- Borroni I & Morisi A., 1994.** Gestione dei ripopolamenti nel Lago Santo modenese (Appennino tosco-emiliano) e sue ripercussioni sulle comunità ittica e macrobentonica. Osservazioni dal 1983 al 1991. *Atti del 5° Conv. Naz. A.I.I.A.D., Montevecchio Maggiore* (VI) 28-29 ottobre 1994, Ed. Provincia di Vicenza, pp 343-350.
- Braioni M.G. & Gelmini D., 1983.** *Rotiferi Monogononti*. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane **23**. Consiglio Nazionale delle Ricerche AQ/1/200: 180 pp.
- Cavalli L., Chappaz R., Bouchard P. & Brun G., 1997.** Food availability and growth of the brook trout, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill), in a French Alpine lake. *Fisheries Management and Ecology* **4**: 167-177.
- Dussart B., 1967.** *Les Copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale*. Tome I: Calanoides et Harpacticoides. Editions Boubée & Cie, Paris.
- Dussart B., 1969.** *Les Copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale*. Tome II: Cyclopoides et Biologie. Editions Boubée & Cie, Paris.
- Germain H., 1981.** *Flore des diatomées, Diatomophycées*. Société nouvelle des éditions Boubée, Paris.
- Giovine G., 1996.** Status degli Anfibi nelle aree montuose della Provincia di Bergamo. *Studi Trentini di Scienze Naturali – Acta Biologica* **71(1994)**: 249.
- Giussani G., de Bernardi R., Mosello R., Origgi I. e Ruffoni T., 1986.** Indagine limnologica sui laghi alpini d'alta quota. *Documenta dell'Istituto Italiano di Idrobiologia* **9**, CNR – Istituto Italiano di Idrobiologia di Pallanza, 415 pp.
- Hesthagen T., Jonsson B., Ugedal O. & Forseth T., 1997.** Habitat use and life history of brown trout (*Salmo trutta*) and Arctic char (*Salvelinus alpinus*) in some low acidity lakes in central Norway. *Hydrobiologia* **348(1-3)**: 113-126.
- Huber-Pestalozzi, G. 1955.** *Das Phytoplankton des Süßwassers, Systematik und Biologie. Euglenophyceen*. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- IRSA, 1994.** *Metodiche analitiche per le acque*, Quaderni CNR **100**, Roma.
- Kiefer, F. & Fryer, G. 1978.** *Das Zooplankton der Binnengewässer*. 2. Teil. Die Binnenwasser, Ed. XXVI, Stuttgart.
- Knapp R. A., Matthews K. R. & Sarnelle O., 2001.** Resistance and resilience of alpine lake fauna to fish introductions. *Ecological Monographs* **71(3)**: 401–421.
- Köck G., Hofer R. & Wögrath S., 1995.** Accumulation of trace metals (Cd, Pb, Cu, Zn) in Arctic char (*Salvelinus alpinus*) from oligotrophic Alpine lakes: relation to alkalinity. *Can. J. of Fish. Aquat. Sci.* **52**: 2367-2376.
- Marcus M.D., Hubert W.A. & Anderson S.H., 1984.** *Habitat suitability index models and instream flow suitability curves: Lake trout*. U.S. Fish Wildl. Serv. FWS/OBS-82/10.84. 12 pp.
- Margaritora F., 1983.** *Cladoceri (Crustacea: Cladocera)*. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane **22**. Consiglio Nazionale delle Ricerche AQ/1/197, 169 pp.
- Matthews K.R. & Knapp R.A., 1999.** A Study of High Mountain Lake Fish Stocking Effects in the U.S. Sierra Nevada Wilderness. *International Journal of Wilderness* **5**: 24-26.
- Mosello R., Bianchi M., Brizzio M.C., Geiss H., Leyendecker W., Marchetto A., Serrini G., Serrini Lanza G., Tartari G. & Muntau H., 1998,** *Acid rain analysis – Intercomparison 1/97 – Aquacon-MedBas PROJECT Subproject N°6* Istituto Italiano di Idrobiologia CNR – Verbania Pallanza – Join Research Centre Ispra (Varese), pp. 65.
- Mosello R., Bianchi M., Brizzio M.C., Geiss H., Leyendecker W., Marchetto A., Serrini G., Serrini Lanza G., Tartari G. & Muntau H., 1998,** *Acid rain analysis – Intercomparison 1/97 – Aquacon-MedBas PROJECT Subproject N°6* Istituto Italiano di Idrobiologia CNR – Verbania Pallanza – Join Research Centre Ispra (Varese), pp. 65.
- OCSE, 1982.** *Eutrophication of waters: monitoring, assesment and controls*. 155 pp.
- Raleigh R.F., 1984.** *Habitat suitability index models and instream flow suitability curves: Brook trout, revised*. U.S. Fish Wildl. Serv. FWS/OBS-82/10.60. 42 pp.
- Raleigh R.F., Hickman T., Solomon R.C. & Nelson P.C., 1982.** *Habitat suitability index models and instream flow suitability curves: Rainbow trout*. U.S. Fish Wildl. Serv. FWS/OBS-82/10.24. 64 pp.
- Raleigh R.F., Zuckerman L.D. & Nelson P.C., 1986.** *Habitat suitability index models and instream flow suitability curves: Brown trout, revised*. U.S. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep. 82(10.124). 65 pp.

Rivier B., 1996. *Lacs de haute altitude: méthodes d'échantillonnage ichtyologique, gestion piscicole.* Collection Études du CEMAGREF, série Gestion des milieux aquatiques **11**, 122 pp.

Stella E., 1982. *Copepodi Calanoidi (Crustacea: Copepoda: Calanoida).* Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane **14**. Consiglio Nazionale delle Ricerche AQ/1/140, 67 pp.

Streble, H. & Krauter, D. 1984. *Atlante dei microrganismi acquatici.* Franco Muzzio & C. Editore, Padova.

Tartari G., Marchetto A. & Copetti D., 2000. Qualità delle acque lacustri della Lombardia alle soglie del 2000. *Ricerche e Risultati* **44**, Fondazione Lombardia per l'Ambiente, Milano, 226 pp.