



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

Facoltà di Scienze Agrarie e Alimentari

Corso di laurea in Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio

Montano

Progetto Valagola SEFIRA.

Passato, presente e futuro di un ecosistema alpino

Relatore: Prof. Giorgi Anna

Elaborato finale di: Zanini Alessandro

Anno accademico 2013/2014

INDICE

- **Il progetto Valagola SEFIRA.** **pag. 5**
 1. Area di studio pag. 7
 2. La paleolimnologia. pag. 8
 3. Materiali e metodi. pag. 9
 4. Campionamenti e lavori svolti. pag. 10
 5. La morena di sbarramento, osservazioni geomorfologiche e idrogeologiche. pag. 12
 6. Batimetria. pag. 14
 7. Analisi limnologiche e idrochimiche. pag. 14
 8. Misura dei tassi di sedimentazione con trappole per sedimento. pag. 15
 9. Analisi paleolimnologiche. pag. 16
 10. Datazioni radiometriche e stima dei tassi di sedimentazione . pag. 16
 11. Diatomee subfossili. pag. 17

- **Risultati.**
 1. Batimetria pag. 17
 2. Paleolimnologia pag. 19
 3. Datazioni radiometriche e stima dei tassi di sedimentazione pag. 19
 4. Datazioni al radiocarbonio pag. 21
 5. Ricostruzione ambientale della tafocenosi di diatomee subfossili. pag. 21
 6. Ricostruzione ambientale dei pigmenti vegetali subfossili. pag. 23
 7. Limnogenesi ed evoluzione post-glaciale del. pag. 23
 8. Osservazioni geomorfologiche idrogeologiche sulla soglia di sbarramento. pag. 25

| | |
|---|----------------|
| 9. Misura dei tassi di sedimentazione con trappole per sedimento. | pag. 29 |
| 10. Analisi limnologiche e idrochimiche. | pag. 30 |
| 11. Macrofite sommerse e carta della loro distribuzione . | pag. 34 |
| 12. Diatomee epifite sulle macrofite sommerse. | pag. 37 |
| 13. Storia delle passate gestioni. | pag. 38 |
| 14. Interventi idraulici. | pag. 41 |
| 15. Scenari futuri. | pag. 42 |
| | |
| • Discussione. | pag. 45 |
| • Conclusioni e indicazioni generali di gestione. | pag. 47 |
| • Ringraziamenti | pag. 49 |
| • Bibliografia | pag.50 |

Il progetto Valagola SEFIRA

La tesi qui presentata comprende le attività di studio svolte in collaborazione con il Museo di Scienze Naturali di Trento-Muse dal 2013 ai primi mesi del 2014 in cui ho svolto il mio tirocinio presso la sezione di Limnologia coordinata dal dott. Marco Cantonati.

Il Programma Annuale di Gestione (PAG) 2013 del PNAB (Parco Naturale Adamello Brenta) tra le possibili attività di ricerca individuava uno “Studio di evoluzione del lago di Valagola”. Nella descrizione del possibile studio si ricordava che l’espansione della vegetazione di riva aveva destato preoccupazioni sulla sorte del lago e si enunciava l’intenzione dell’Ente Parco di sostenere una ricerca che potesse prefigurare gli scenari di evoluzione del lago nei prossimi decenni e informare l’Ente sull’opportunità di eventuali interventi di gestione.

Il progetto Valagola SEFIRA (Reconstruction of the development of the mountain Lake Valagola and prediction of senescing and filling rates) si pone l’obiettivo di rispondere in maniera scientifica alla richiesta del Parco Naturale Adamello Brenta riguardo la futura gestione ed evoluzione di un ambiente alpino antropizzato e fonte, negli ultimi anni, di un forte richiamo turistico sul territorio.

Per fare questo il Museo di Scienze Naturali di Trento – Muse e in particolare la sezione di Limnologia ha utilizzato varie tecniche e metodi propri delle analisi limnologiche sui laghi alpini per capire la storia passata e le possibili evoluzioni future del Lago di Valagola.

Lo scopo primario del Progetto è quello di dedurre curve di tendenza e scenari sull’evoluzione del bacino nei prossimi decenni e di fornire all’Ente Parco, sulla base di queste risultanze, suggerimenti utili per la gestione dello specchio lacustre, cioè dare una risposta scientifica alla necessità o meno di avviare un intervento di ripristino e bonifica del lago e delle sue sponde eliminando la vegetazione che ricopre le rive in modo da rendere la zona più appetibile dal punto di vista turistico.

Oltre ai dati scientifici si terrà conto della storia recente del lago per la probabilità che lo stato attuale dello stesso, oltre a cause naturali, sia dovuto anche ad interventi di modifica svolti in maniera inadeguata e che abbiano contribuito al progressivo interrimento del lago.

A questo progetto hanno collaborato l'Università di Stettino (Poland), la fondazione E. Mach, il Nucleo Sommozzatori del Corpo Permanente dei Vigili del Fuoco di Trento e il Laboratorio di Radioattività Ambientale dell'Università di Liverpool.

In queste pagine verranno riportati i dati e le ricerche condotte fino a questo momento, i dati finali saranno disponibili solo alla presentazione dell' articolo ufficiale.

1. Area di studio

Il Lago di Valagola si trova nel settore occidentale del Gruppo di Brenta, insediato a 1588 m di altezza nel fondo di una valletta racchiusa tra le propaggini della Cima Tosa (3.173 m) e il Doss del Sabiòn (2.101 m).

Vi si accede dall'abitato di S. Antonio di Mavignola, frazione del comune di Pinzolo, mentre il territorio del lago è di proprietà del comune di Stenico come anche gran parte della Val d' Agola.

E' situato in una zona di grande afflusso turistico anche se fuori dai percorsi più classici, rappresenta una piacevole scoperta per molti turisti ed escursionisti che passano sulle sue sponde per raggiungere i vari rifugi e le cime che lo circondano.

Il percorso forse più famoso è quello che partendo dal lago porta al rifugio XII Apostoli

| | |
|--------------------|---|
| Quota | 1595 m |
| Bacino idrografico | Sarca, Sarca di Campiglio, Rio Valagola |
| Lunghezza (m) | 300 |
| Larghezza (m) | 140 |
| Superficie (mq) | 30.000 |
| Profondità max (m) | 4 |

Tab. 1: Dati morfometrici del lago di Valagola (Tomasi, 2007).

2. La paleolimnologia

La limnologia è la scienza che studia le acque continentali o interne, il suo scopo è quello di studiare le caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche delle acque di laghi, paludi, stagni, ecc.

Il tipo di approccio allo studio della limnologia si caratterizza in due diverse modalità: neo- e paleolimnologico

Restringendo l'ambito ai laghi, i dati neolimnologici sono i risultati di indagini recenti che documentano la situazione attuale del lago, mentre i dati paleolimnologici derivano da analisi svolte su colonne (dette in gergo tecnico "carote") di sedimento, prelevato dalla zona più profonda del lago e datato, che consentono di ricostruire nel tempo la storia e le caratteristiche dello specchio lacustre.

I laghi, soprattutto quelli montani, sono soggetti a una naturale evoluzione che li rende entità effimere dal punto di vista geologico. Nel corso del tempo la vita si sviluppa nelle acque libere (plancton) e sul fondale (benthos), i resti degli organismi morti e il materiale portato dagli immissari per erosione e lisciviazione contribuiscono al processo di interrimento.

Nei laghi di scarsa profondità questo fenomeno ha luogo ancora più rapidamente, nel caso dei bacini montani, nonostante una più limitata accessibilità, le attività umane come l'alpeggio, la pesca sportiva, la presenza di malghe o altre strutture nei pressi dei bacini lacustri contribuisce in maniera netta al loro interrimento.

I principali produttori primari nei laghi sono rappresentati dal plancton e dal benthos, il loro sviluppo è influenzato dalla presenza e dalla disponibilità di sostanze nutritive in particolare azoto e fosforo nonché dalla luce. Queste due categorie ecologiche sono costantemente in competizione all'interno dell'ecosistema, quando il fitoplancton è abbondantemente sviluppato nell'acqua possono renderla estremamente torbida impedendo alla radiazione luminosa di arrivare alle specie bentoniche fino a impedirne lo sviluppo.

3. Materiali e metodi

Per affrontare la problematica del possibile accentuarsi delle variazioni di livello, dell'interramento e dello sviluppo sempre maggiore della vegetazione acquatica nel Lago di Valagola, lo studio ha beneficiato dell'apporto di diversi tipi di approccio scientifico. Poiché sono state anche svolte importanti attività aggiuntive rispetto a quelle previste dalla concezione siglata da Parco e Museo, qui sotto sono sottolineate quelle che costituiscono parte integrante della relazione tecnico-scientifica finale. L'applicazione di tutta una serie di approcci scientifici è stata possibile anche grazie al coinvolgimento nello studio dei seguenti esperti e specialisti (i ricercatori dell'Unità di Ricerca Limnologia e Algologia MUSE sono indicati con le rispettive iniziali: Marco Cantonati, MC; Nicola Angeli, NA; Daniel Spitale, DS):

Paleolimnologia:

- Datazioni radiometriche e stima dei tassi di sedimentazione (Prof. Peter G. Appleby & Dr. Gayane T. Piliposian, Univ. Liverpool, UK)
- Datazione al radiocarbonio (Poznan Radiocarbon Laboratory, Polonia)
- Ricostruzioni ambientali dalle tafocenosi di diatomee subfossili (NA, MC, Marketa Letáková, Elisa Stocchetti)
- Ricostruzioni ambientali dai pigmenti vegetali subfossili (MC, NA, Prof. Graziano Guella Lab. Chimica Bioorganica Università di Trento, Marketa Letáková).

Neolimnologia:

- Analisi limnologiche e idrochimiche (NA, MC, Leonardo Cerasino FEM)
- Limnogenesi ed evoluzione post-glaciale del Lago di Valagola (Christian Casarotto & Elena Bertoni, MUSE Trento)
- Osservazioni geomorfologiche e idrogeologiche sulla soglia di sbarramento del Lago di Valagola (Christian Casarotto & Elena Bertoni, MUSE Trento)
- Misura dei tassi di sedimentazione con trappole per sedimento (NA, MC)
- Batimetria del Lago di Valagola (DS, MC, NA)

- Macrofite sommerse e carta della loro distribuzione nel Lago di Valagola (DS, MC, Dietmar Jäger Austria)
- Diatomee epifite sulle macrofite sommerse del Lago di Valagola (Marketa Letáková, Univ. Olomouc, Repubblica Ceca; MC; NA).

4. Campionamenti e rilevamenti svolti

Sono stati svolti numerosi rilievi e campionamenti:

- 09-10/09/2013: carotaggi (prelievo di carote di sedimento nella zona con maggior profondità del lago); misura di posizione GPS e profondità (ogni 5 m) lungo sette transetti posizionati con corde e picchetti; prelievo assistito da subacqueo di macrofite (piante vascolari e macroalghe, in particolare caracee) in almeno 5 punti lungo ciascun transetto (36 campioni di macrofite da cui sono stati subcampionati 36 campioni di diatomee epifitiche). Ulteriori carotaggi in altre aree del lago sono stati svolti in una successiva uscita sul campo. Campionamento mediante sonda multiparametrica Hydrolab H2O.
- 16/10/2013: posizionamento di N. 4 trappole per sedimento.
- 13/11/2013: campionamento e sostituzione trappole per sedimento.
- 16/12/2013: campionamento e sostituzione trappole per sedimento.
- 19/03/2014: tentativo di campionamento invernale al Lago di Valagola. È stata scavata una profonda finestra nel ghiaccio ma questa si è ripetutamente riempita d'acqua rendendo impossibili il completamento della finestra. La

situazione riscontrata era infatti quella di una serie di strati di ghiaccio e neve alternati a cospicue lenti d'acqua. E' stata misurata la portata nell'emissario a valle del lago.

- 19/06/2014: campionamento e sostituzione trappole per sedimento.
- 25/07/2014: campionamento e sostituzione trappole per sedimento.
- 03/09/2014: campionamento e sostituzione trappole per sedimento.
- 14/10/2014: campionamento e sostituzione trappole per sedimento.



Fig.1: Esempio di sonda multiparametrica Hydrolab H2O, utilizzata per la raccolta e il campionamento di tutti i dati riguardanti la temperatura e la chimica delle acque.

5. La morena di sbarramento, osservazioni geomorfologiche e idrogeologiche

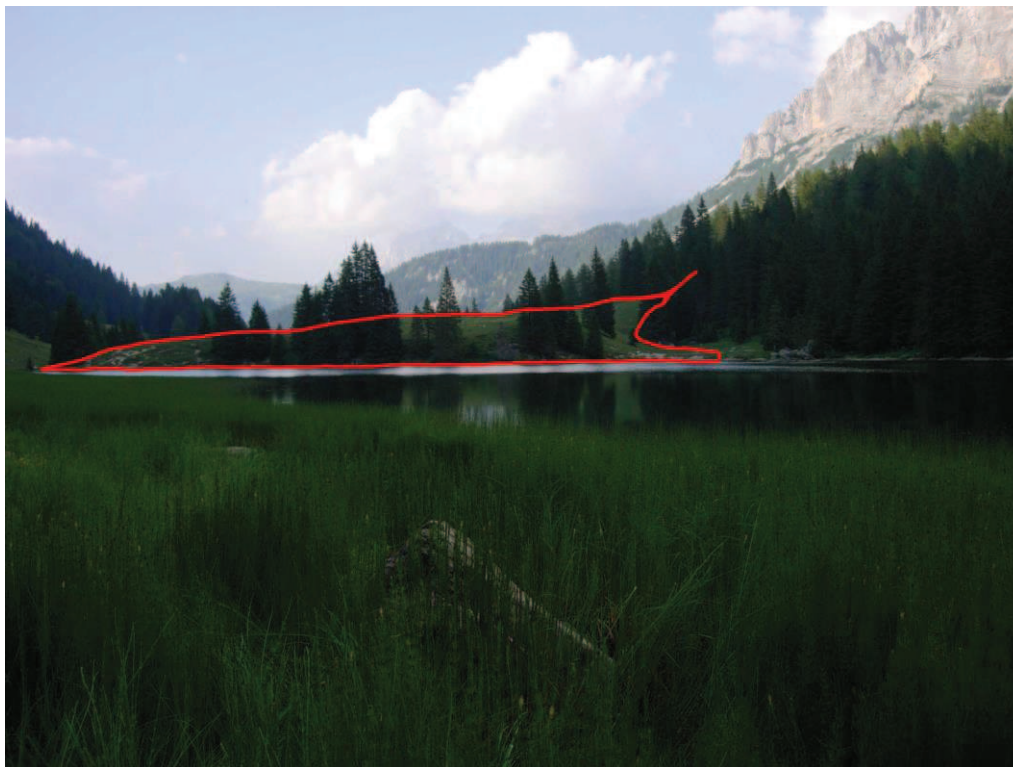


Fig. 2: la morena di sbarramento a Nord del Lago di Valagola

Sul versante nord del lago, a fianco dell'attuale emissario, troviamo la morena di sbarramento originata dalle frane provenienti da Cima Plàn dei Camosci e dalle morene glaciali che hanno contribuito alla formazione del lago come lo si può vedere oggi.

La morena è stata caratterizzata dal punto di vista sedimentologico. Il deposito è stato campionato tra i 15 e 20 cm di profondità.

Dopo una pesatura a secco dell'intero campione, si è proceduto alla separazione della frazione grossolana (>2 mm, ghiaie) da quella fine (<2 mm, sabbie, limi e argille) tramite setaccio. Le ghiaie, dopo essere state lavate abbondantemente con acqua per eliminare ogni traccia di materiale fine, asciugate nel forno a 50°C e pesate, sono state vagliate con una colonna di setacci a diversa maglia disposti uno sotto l'altro a partire dal setaccio con la maglia più grossa. La colonna utilizzata era così composta: 31,5 mm - 22,6 mm - 16 mm - 11,2 mm - 8 mm - 5,66 mm - 4 mm - 2,8 mm. Ogni singola frazione è stata poi pesata.

Dalla frazione fine, costituita dall'insieme delle sabbie, dei limi e delle argille, è stata prelevata, tramite quartatura, una porzione rappresentativa (quartato) compresa tra 90 e 150 g. Per eliminare la sostanza organica, il quartato è stato fatto reagire, per due giorni, con perossido di idrogeno (H_2O_2).

Quando il quartato non manifestava più segni di reazione si è passati alla vagliatura ad umido: il materiale è stato fatto passare con acqua attraverso una colonna di setacci aventi, dal setaccio superiore a quello inferiore, la seguente maglia: 1400 μ - 1000 μ - 710 μ - 500 μ - 355 μ - 250 μ - 180 μ - 125 μ - 90 μ - 63 μ .

Sono state così separate le diverse frazioni delle sabbie, mentre la frazione inferiore ai 63 μ , costituita da limo e argilla, è stata raccolta, con l'acqua, nel catino preventivamente posto alla base della colonna di setacci.

Ciascun setaccio, dopo asciugatura in forno a 50°, è stato rivagliato a secco e poi pesato. Per differenza tra il peso totale del quartato e quello delle sabbie si è potuto ricavare il peso, sempre sul quartato, dei limi e delle argille.

I limi e le argille, decantati nel catino e dopo sifonatura dell'acqua, sono stati raccolti in un becher da 600 ml. Qui sono stati immersi in acqua distillata con 3 g dell'anticoagulante sodio esametafosfato ($NaPO_3$). Il contenuto dello stesso becher è stato quindi frullato per 25 minuti e messo poi a riposare per un intero giorno; il giorno successivo, previa ulteriore frullatura di 10 minuti, è stato versato in un becher cilindrico riempito fino a 2 l con acqua distillata, per procedere con le aerometrie dei limi e delle argille. L'aerometria è una misura della densità dell'acqua: a diversi e fissati intervalli di tempo si conducono misure di densità e temperatura dell'acqua per correggere la lettura fatta. Col passare del tempo i limi e le argille decantano sul fondo; ne consegue che la densità dell'acqua diminuisce con una velocità direttamente proporzionale al loro diametro.

Tutti i dati sono stati elaborati per la costruzione della curva granulometrica cumulata, riportante in acissa il ϕ (phi) e in ordinata la relativa percentuale di frequenza (Fig. 11). Φ esprime un valore granulometrico ed è il logaritmo negativo in base 2 della misura in mm (Tab. 2); ne consegue che all'aumentare di ϕ diminuiscono

le dimensioni dei clasti. Le ghiaie, le sabbie, i limi e le argille vengono distinte nei seguenti intervalli:

| classi granulometriche | mm | ϕ |
|------------------------|-----------------|--------|
| ghiaia | > 2 | < -1 |
| sabbia | 2 – 0,0625 | -1 – 4 |
| limo | 0,0625 – 0,0039 | 4 – 8 |
| argilla | < 0,0039 | > 8 |

Tab. 2: Classi granulometriche di Wentworth.

6. Batimetria

I dati di posizione (GPS) e profondità raccolti durante l'uscita in campo in collaborazione con il nucleo sommozzatori dei Vigili del fuoco di Trento sono stati elaborati per la realizzazione di una cartina batimetrica del lago di Valagola come verrà spiegato in seguito.

7. Analisi limnologiche e idrochimiche

In occasione di ogni campionamento per la sostituzione delle trappole per sedimento sono state eseguite classiche misure limnologiche (profilo di temperatura, conducibilità, pH, redox tramite sonda multiparametrica Hydrolab) nel punto più profondo del lago.

A settembre 2013 e 2014 sono state eseguite in laboratorio (Leonardo Cerasino, FEM) analisi idrochimiche complete.

8. Misura dei tassi di sedimentazione con trappole per sedimento

Sono state collocate nel lago due batterie di due trappole parallele.

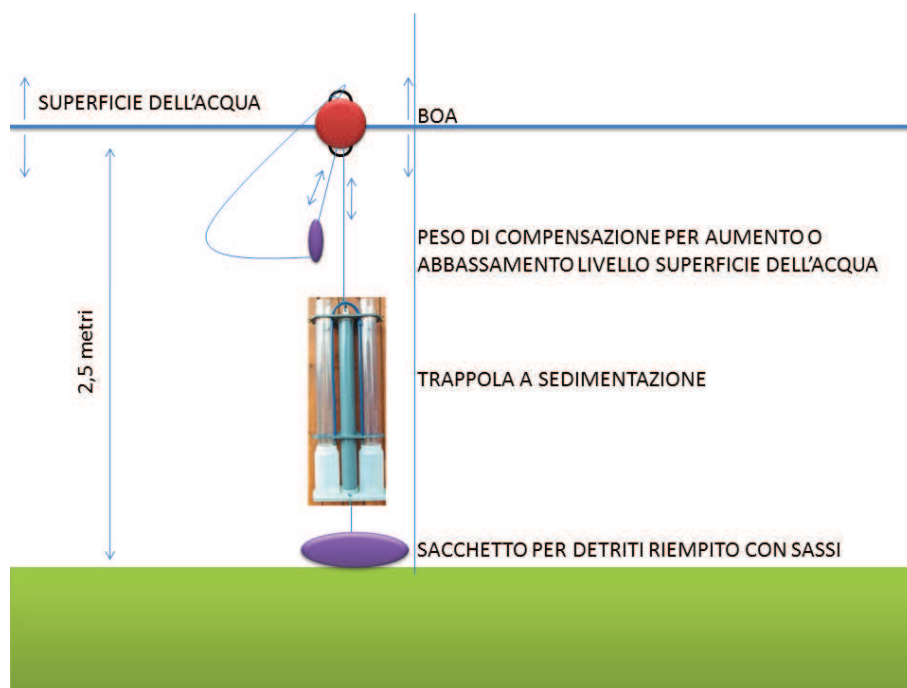


Fig. 3: schema di funzionamento di una trappola a sedimentazione.

Queste vengono utilizzate per calcolare la quantità di materiale di deposito che mediamente si accumula sul fondale ma che proviene dal disopra di una determinata altezza per evitare contaminazioni con il materiale del fondale. Al di sotto dei tubi di cattura sono presenti due recipienti plastici che vengono periodicamente cambiati per permettere di calcolare le variazioni nella velocità di sedimentazione durante le varie stagioni.

Il calcolo del flusso di sedimento è stato effettuato dividendo il peso del sedimento secco per l'area delle trappole ($A = 58,1 \text{ cm}^2$) moltiplicata per i giorni di esposizione, mediando i risultati delle quattro trappole.

9. Analisi paleolimnologiche

Una carota di 40 cm circa è stata subcampionata (ogni mezzo centimetro fino a -20 cm e ogni centimetro tra -20 e -40 cm) ottenendo materiali per le seguenti analisi sui sedimenti: peso fresco, peso secco, idratazione, contenuto in sostanza organica e carbonati (LOI: Loss on Ignition), diatomee subfossili.

10. Datazioni radiometriche e stima dei tassi di sedimentazione

I campioni di sedimento per le datazioni radiometriche, che saranno utilizzate in seguito per la ricostruzione dell'evoluzione del lago, eseguite con piombo, cesio e americio sono stati spediti all'Università di Liverpool.

Campioni di sedimento secco prelevati dalla carota VAL_1_2013 sono stati analizzati per il Pb^{210} , Ra^{226} , e Cs^{137} con rilevamento diretto dei raggi gamma nel Laboratorio di Radioattività Ambientale dell'Università di Liverpool utilizzando rilevatori coassiali (Appleby et al. 1986). Il Pb^{210} è stato determinato tramite le sue emissioni gamma a 46.5 keV, e il Ra^{226} tramite i raggi gamma emessi a 295 keV e 352 keV dal suo isotopo figlio ^{214}Pb dopo 3 settimane di conservazione in contenitori sigillati in modo da consentire un equilibrio radioattivo. Il Cs^{137} è stato misurato grazie alle sue emissioni a 662 keV. Le efficienze assolute dei rilevatori sono state determinate utilizzando sorgenti calibrate e campioni di sedimento con attività nota. Sono state effettuate correzioni per l'effetto dell'auto-assorbimento di raggi gamma a bassa energia all'interno del campione (Appleby et al. 1992).

11. Diatomee subfossili

I campioni di sedimento per le diatomee subfossili selezionati come descritto sopra sono tutti stati preparati a partire dalla carota VAL_1_2013. Sono stati realizzati tutti i vetrini permanenti di diatomee ottenute dai sedimenti. E' stata svolta un'accurata identificazione delle specie (letteratura consultata come quella descritta in Cantonati et al. 2012) e sono stati svolti tutti i conteggi. I dati sono ora in corso di elaborazione.

Risultati

1. Batimetria

A seguito della raccolta dei dati GPS si è tentata la produzione di una carta batimetrica tramite GIS, sfortunatamente le condizioni meteo al momento della raccolta dei dati, la vicinanza di pareti rocciose, la bassa precisione dello strumento utilizzato nonché le esigue dimensioni del lago, hanno portato ad avere un errore relativo maggiore della distanza di 5 metri tra i vari campionamenti.

La carta riportata (Fig. 4) è costruita graficamente a partire dallo schema dei dati raccolti dai transetti come precedentemente riportato, sulla base della cartografia GIS resa disponibile dal PNAB

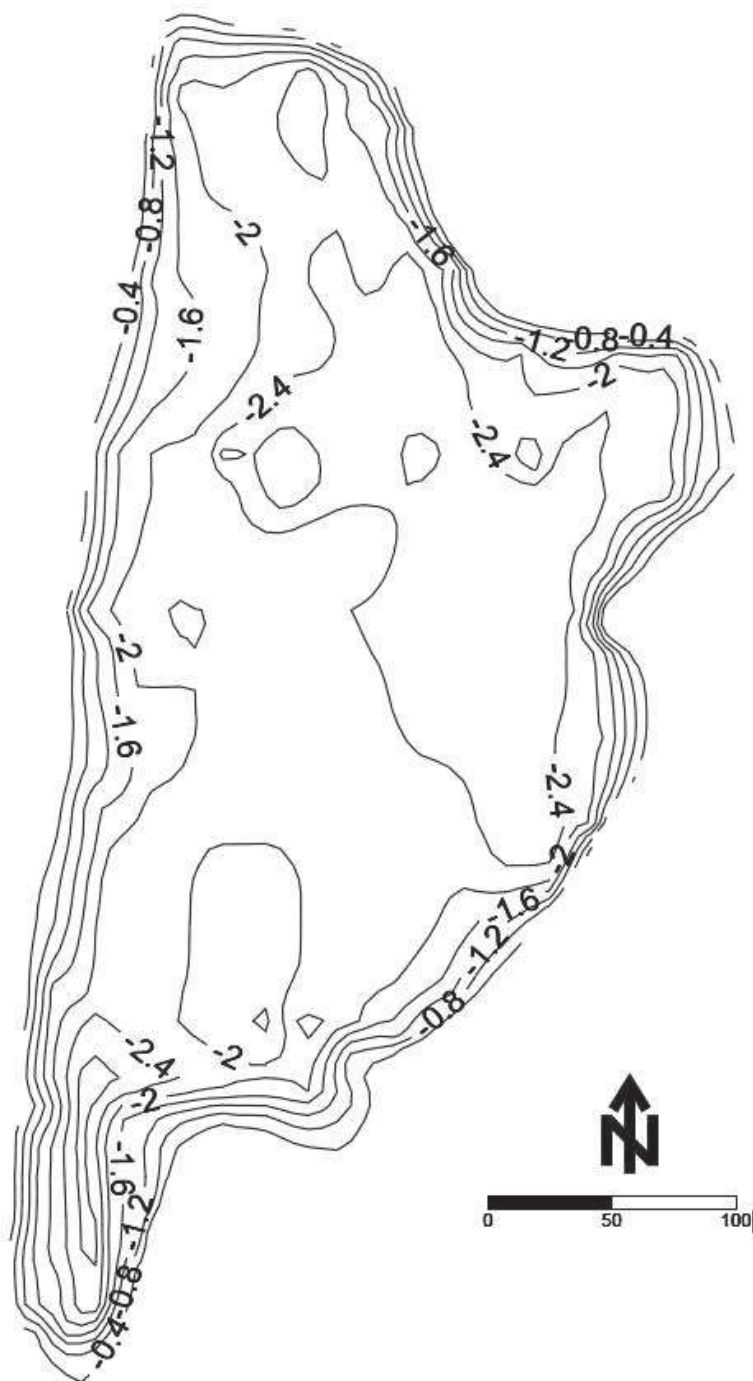


Fig. 4: Batimetria del lago di Valgola

Dall'analisi di questi dati si può facilmente osservare l'esigua profondità del lago che arriva solo in alcuni punti a superare i 2 metri.

2. Paleolimnologia

Le carote campionate con carotatore a gravità nel Lago di Valagola hanno una lunghezza massima di circa 40 cm (sono stati tentati carotaggi in diverse aree del lago). Il carotatore a gravità non penetra più profondamente nel sedimento. Alla base della carota esaminata è stata notata una “matassa” di materiale vegetale che probabilmente impedisce la penetrazione del carotatore più in profondità.



Fig. 5: La carota di sedimento VAL_1_2013 sezionata su cui è stato svolto lo studio

3. Datazioni radiometriche e stima dei tassi di sedimentazione

I risultati delle analisi radiometriche vengono riportati nella Tab. 3, e mostrati graficamente nella Fig. 6.

Le date al Pb^{210} collocano il 1986 a una profondità di 6.75 cm e il 1963 a una profondità di 9.5 cm, in ragionevole accordo con le profondità suggerite dal rilevamento del Cs^{137} . È stata effettuata una piccola correzione per i motivi spiegati in precedenza per le date al Pb^{210} utilizzando come punti di riferimento le date 1986 e 1963 al Cs^{137} (Appleby 2001). I risultati riportati in dettaglio nella tabella sottostante suggeriscono un tasso di sedimentazione normale di circa $0.054 \text{ g cm}^{-2} / \text{y}$ (0.19 cm y^{-1}) con due brevi episodi di accumulo rapido negli ultimi anni Cinquanta o primi anni Sessanta, e di nuovo nei primi anni Ottanta.

In considerazione degli ampi margini di incertezza nelle concentrazioni di Pb^{210} nella parte bassa della carota di sedimento, le date antecedenti agli anni Sessanta devono essere considerate con qualche cautela. Grazie alle ben definite date al Cs^{137} , le date successive agli anni Sessanta possono al contrario essere considerate molto attendibili e precise.

| Profondità (nel sedim.) | | Cronologia | | | Tasso di sedimentazione | |
|-------------------------|--------------|------------|-------|---|-------------------------|--------------|
| cm | $g\ cm^{-2}$ | Data AD | Età y | ± | $g\ cm^{-2}\ y^{-1}$ | $cm\ y^{-1}$ |
| 0.00 | 0.00 | 2013 | 0 | 0 | | |
| 0.25 | 0.07 | 2012 | 1 | 2 | 0.067 | 0.24 |
| 2.25 | 0.64 | 2004 | 9 | 2 | 0.060 | 0.22 |
| 3.25 | 0.91 | 1998 | 15 | 2 | 0.046 | 0.17 |
| 4.25 | 1.18 | 1992 | 21 | 3 | 0.049 | 0.16 |
| 5.25 | 1.50 | 1986 | 27 | 4 | 0.083 | 0.25 |
| 6.25 | 1.85 | 1984 | 29 | 4 | 0.122 | 0.37 |
| 7.25 | 2.17 | 1981 | 32 | 4 | 0.072 | 0.24 |
| 8.25 | 2.45 | 1975 | 38 | 4 | 0.048 | 0.17 |
| 9.25 | 2.74 | 1969 | 44 | 5 | 0.051 | 0.16 |
| 10.25 | 3.09 | 1963 | 50 | 5 | 0.085 | 0.24 |
| 11.25 | 3.45 | 1960 | 53 | 6 | 0.159 | 0.44 |
| 12.25 | 3.81 | 1958 | 55 | 6 | 0.097 | 0.28 |
| 14.25 | 4.50 | 1949 | 64 | 7 | 0.054 | 0.19 |
| 16.25 | 5.16 | 1937 | 76 | 8 | 0.054 | 0.16 |

Tab. 3: Cronologia Pb^{210} della carota di sedimento del lago di Valgola VAL_1_2013. (y = anni)

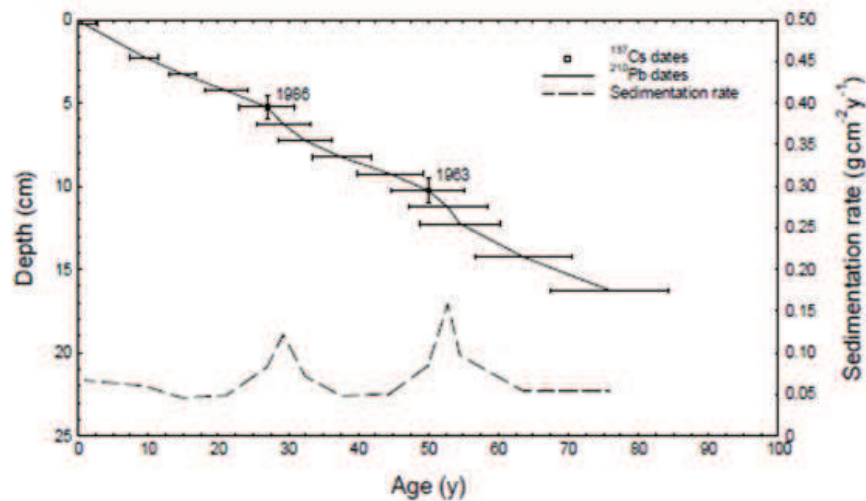


Fig. 6: Cronologia radiometrica per il Lago di Valgola (carota di sedimento VAL_1_2013). Nel grafico sono evidenziate le profondità corrispondenti agli anni 1986 e 1963 suggerite dai rilevamenti del Cesio¹³⁷ e dalle date corrette basate sul Piombo²¹⁰. Il grafico mostra inoltre I tassi di sedimentazione calcolati utilizzando le date al Cs^{137} come punti di riferimento.

4. Datazione al radiocarbonio

Poiché le datazioni radiometriche al Piombo, Cesio, Americio sono risultate significative e sicuramente corrette solo per gli ultimi 80 anni circa, si sono valutate possibilità alternative per ottenere un'età affidabile per la parte più antica delle carote di sedimento di 40 cm. Il sedimento organico contenuto nella sezione più profonda è quindi stato spedito al Poznan Radiocarbon Laboratory in Polonia. I risultati saranno disponibili nel maggio 2015.

5. Ricostruzioni ambientali dalle tafocenosi di diatomee subfossili

Per tafocenosi intendiamo l'insieme di organismi affondati nel substrato sabbioso o fangoso e comprende sia la biocenosi che la tanatocenosi (insieme di organismi morti presenti nell'area) non superficiali.

Sono già stati realizzati vetrini permanenti per tutti i campioni di diatomee epifite. E' stata eseguita una dettagliata identificazione delle specie di diatomee e sono anche già stati svolti tutti i conteggi. Sono state identificate oltre 130 specie di diatomee. L'elaborazione dei dati per le ricostruzioni ambientali è appena iniziata. Il seguente semplice grafico fornisce le abbondanze relative delle diatomee planctoniche fornisce già indicazioni molto interessanti:

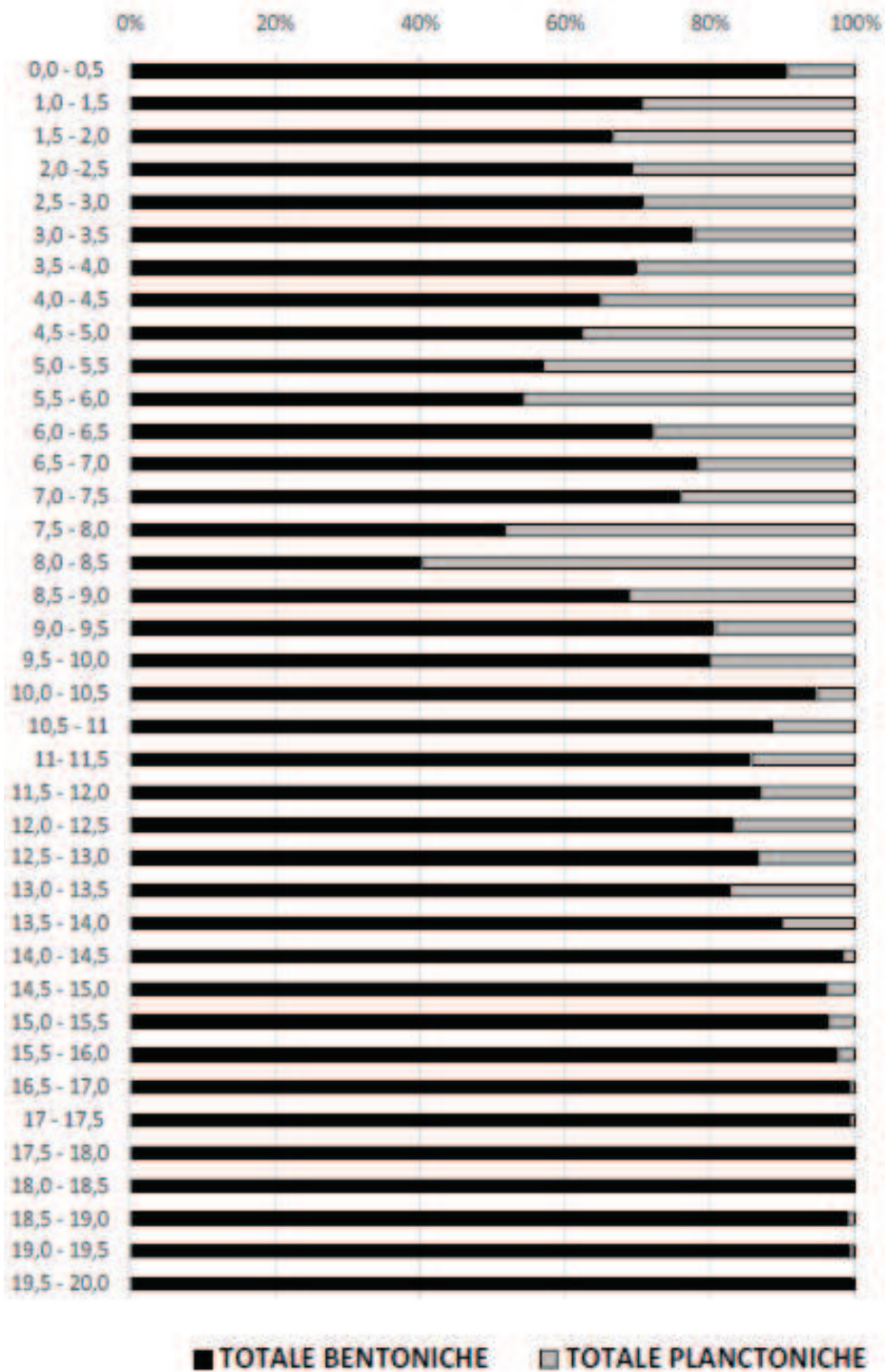


Fig. 7: percentuale diatomee bentoniche/planctoniche nei primi 20 cm della carota di sedimento VAL_1_2013.

6. Ricostruzioni ambientali dai pigmenti vegetali subfossili

Le analisi sono state eseguite ma l'elaborazione dei dati deve ancora essere effettuata. Questi dati potrebbero fornire utili indicazioni sull'evoluzione nel tempo del rapporto competitivo tra microalghe planctoniche e macrofite bentoniche nel Lago di Valagola.

7. Limnogenesi ed evoluzione post-glaciale del Lago di Valagola

Durante la prima parte del Tardiglaciale, successiva all'Ultimo Massimo Glaciale che ha visto il suo apice tra 19 e 21.000 anni dal presente con l'inizio del ritiro dei ghiacciai dagli anfiteatri, la Val d'Agola era ancora interamente occupata dal ghiaccio. In particolare durante la fase fredda datata 16.000-15.500 \pm 1.400 anni BP che registra un'importante avanzata glaciale, l'intera Val d'Agola era occupata da una lingua di ghiaccio che si spingeva fino alla Val Rendena. Il tratto di ghiacciaio compreso tra la conca del Lago di Valagola e il fondovalle rappresentava il bacino ablatore, caratterizzato dalla mancanza di neve invernale durante la stagione estiva.

Successivamente a questa fase fredda inizia una fase di deglaciazione, interrotta 15.600 anni BP da una nuova fase di avanzata glaciale denominata Stadio di Daun. È in questa fase che vengono costruite le morene oggi osservabili pochi metri a sud di Malga Valagola. Nel dettaglio si possono osservare più archi morenici, testimoni di una serie ravvicinata nel tempo e nello spazio di avanzate glaciali. La morena più interna ha quindi operato uno sbarramento alle acque di fusione con la conseguente formazione del lago.

Il ghiacciaio, in questo punto, ha operato un significativo processo erosivo di sovraescavazione guidato dalla tettonica e in modo particolare dal fascio strutturale della Pala dei Mughì. La faglia principale mette a contatto la Dolomia Principale del Norico – Retico presente a est, con la Formazione di Val d'Agola. La

sovrascavazione del ghiacciaio ha quindi gettato le premesse per la formazione della conca che oggi ospita le acque del lago, sbarrate a valle dalle morene dello Stadio Daun.



Fig. 8: carta geologica dei pressi del lago di Valgola.

Attorno al lago affiorano i depositi glaciali dello Stadio Daun e le relative morene, responsabili della sua formazione. Al di sopra di essi poggiano, con limite continuo, depositi da debris flow con copertura pedogenetica a sud del lago e depositi gravitativi a est e a ovest di questo, depositi che appartengono al Sistema Postglaciale Alpino.

8. Osservazioni geomorfologiche e idrogeologiche sulla soglia di sbarramento del Lago di Valagola

I depositi glaciali dello Stadío Daun sono stati caratterizzati sotto l'aspetto sedimentologico. Nello specifico è stato campionato il materiale glaciale del primo arco morenico a contatto con il lago e i relativi depositi lacustri.



Fig. 9: Punto di campionamento sulla morena a Nord del lago

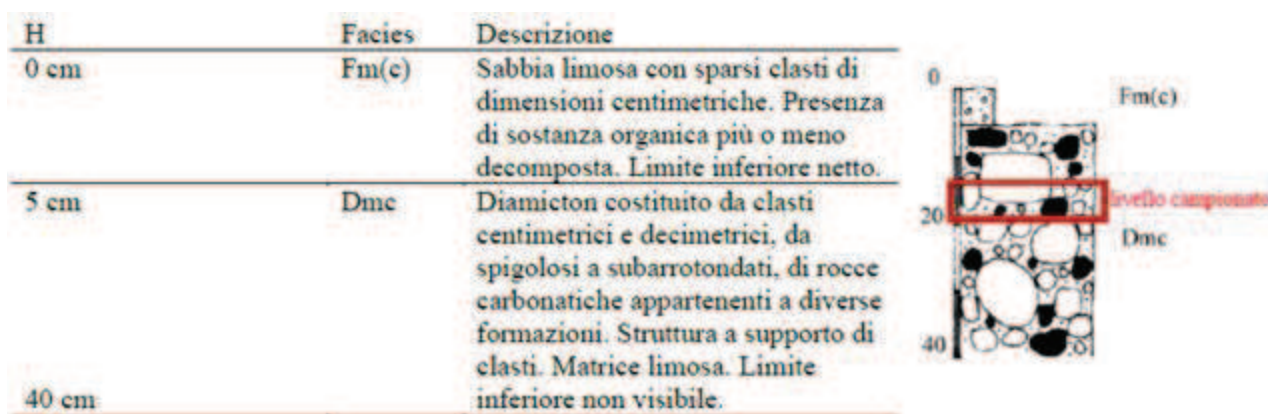


Fig. 10: Schema della stratigrafia del deposito e livelli di campionamento

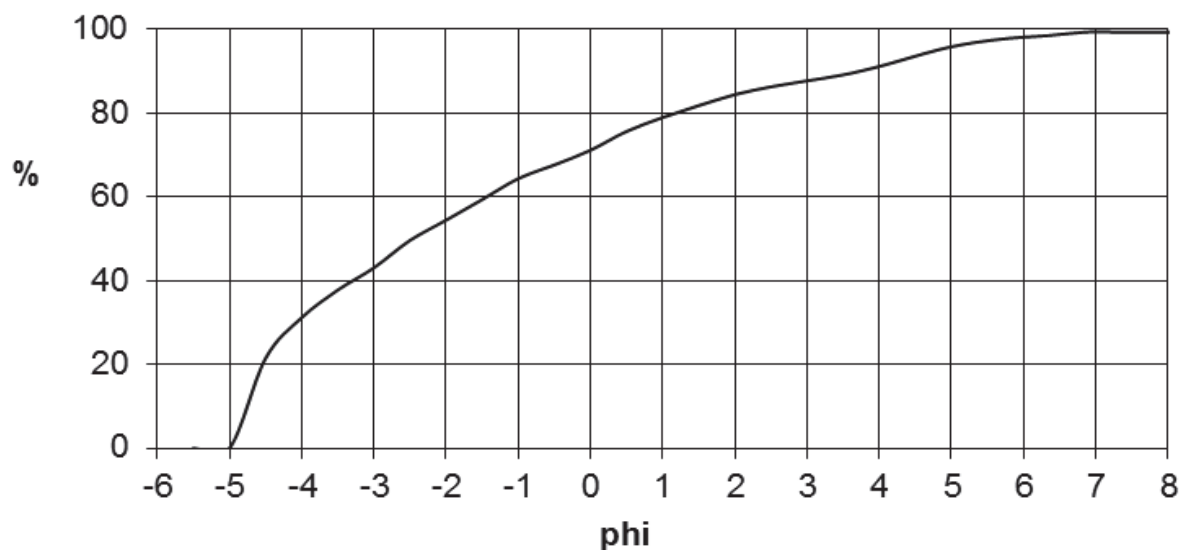


Fig. 11: Curva granulometrica cumulata

Il grafico mostra come vi sia un'alta percentuale di frequenza di ghiaia (ϕ compreso tra -5 e -4; ciottoletti), quindi una quantità di sabbia (ϕ compreso tra -1 e 4) inferiore alle ghiaie ed una percentuale ancora minore di materiale fine ($\phi > 4$).

I risultati ottenuti dall'osservazione e campionamento dello strato morenico sono quelli tipici di un deposito glaciale antico, quale appunto il campione prelevato, nel quale risulta essere stato dilavato della sua frazione più fine. L'indagine sedimentologica ha quindi messo in luce come il deposito sul quale si è impostato il Lago di Valagola sia dotato di una certa permeabilità; per questo motivo è possibile ipotizzare l'esistenza di processi di filtrazione a livello della morena di sbarramento e alla base della conca che ospita le acque.

Il lago non ha immissari diretti. Il Rio Valagola, che scende dalla Val Nardis e raccoglie le acque di fusione dei ghiacciai d'Agola e di Prato Fiorito, poco a monte del lago s'infiltra all'interno del conoide alluvionale da lui stesso formato. Le portate misurate sul Rio Valagola non sono comunque sufficienti a spiegare le portate in uscita del lago (outlet discharge) (vedi Tab. 7) che risultano essere di circa 4 volte superiori alle portate in entrata. Di conseguenza si deve ammettere l'esistenza di un

apporto dal fondo, cosa plausibile in un contesto tettonico-carbonatico come quello in esame.

| Data | Inlet | | | | | Outlet | | | | |
|------------|---------------|------------|-----------------------|------|-------|---------------|------------|-----------------------|------|-------|
| | Portata (l/s) | Temp. (°C) | Conducibilità (mS/cm) | pH | Redox | Portata (l/s) | Temp. (°C) | Conducibilità (mS/cm) | pH | Redox |
| 15/10/2014 | 1,84 | - | - | - | | 8.17 | - | - | - | - |
| 03/11/2014 | 0,22 | 3,42 | 222 | 8,38 | 281 | 0.79 | 6,49 | 191 | 8,26 | 251 |

Tab. 4: Portate di immissari ed emissario a confronto. Portate misurate con metodo volumetrico. Parametri misurati con sonda multiparametrica Hydrolab H2O.

Il livello del lago, in corrispondenza di periodi particolarmente piovosi, arriva a sfiorare quello della strada forestale che lo costeggia sul lato est nonché del sentiero circumlacuale sul lato ovest. Ciò è anche testimoniato dalla presenza di evidenti depositi fini di origine lacustre.

Importante per la comprensione della storia recente del lago fu negli anni '70, su richiesta dell'associazione pescatori, la costruzione di una soglia per permettere l'innalzamento del livello del lago. Ciò avrebbe impedito il congelamento delle acque profonde e quindi la moria della fauna ittica durante l'inverno. Precedentemente, già descritto nel 1966, esisteva uno sbarramento con tronchi in legno. Su di esso sono stati posati più ordini di gabbionate in pietrame appoggiati verso valle ad un muro a grandi massi atto a sostenerli. Attualmente in corrispondenza dell'emissario le reti metalliche delle gabbionate sono lacerate ed alcuni massi del muro che li sostiene sono crollati.



Fig. 12: Soglia di sbarramento in pietrame e gabbionate degli anni '70 ed emissario.



Fig. 13: La soglia di sbarramento del Lago di Valagola

9. Misura dei tassi di sedimentazione con trappole per sedimento

Nel corso di un anno di misure in continuo si sono accumulati 186.44 grammi di sedimento per metro quadro, il che corrisponde a un tasso di sedimentazione annuo di $0.019 \text{ g cm}^{-2} \text{ y}^{-1}$.

| | Giorni | Tasso sedimentazione ($\text{g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) | Sedimento accumulato nel periodo (g m^{-2}) |
|------------------------|------------|---|--|
| Ottobre-Novembre 2013 | 28 | 0.28 | 7.84 |
| Novembre-Dicembre 2013 | 33 | 0.15 | 4.96 |
| Dicembre-Giugno 2014 | 183 | 0.18 | 33.42 |
| Giugno-Luglio 2014 | 38 | 1.52 | 57.77 |
| Luglio-Settembre 2014 | 40 | 0.90 | 35.86 |
| Settembre-Ottobre 2014 | 43 | 1.08 | 46.59 |
| Totale | 365 | | 186.44 |

Tab. 5: Tassi di sedimentazione misurati con le trappole per sedimento. Giorni: durata del periodo di esposizione delle trappole in giorni.

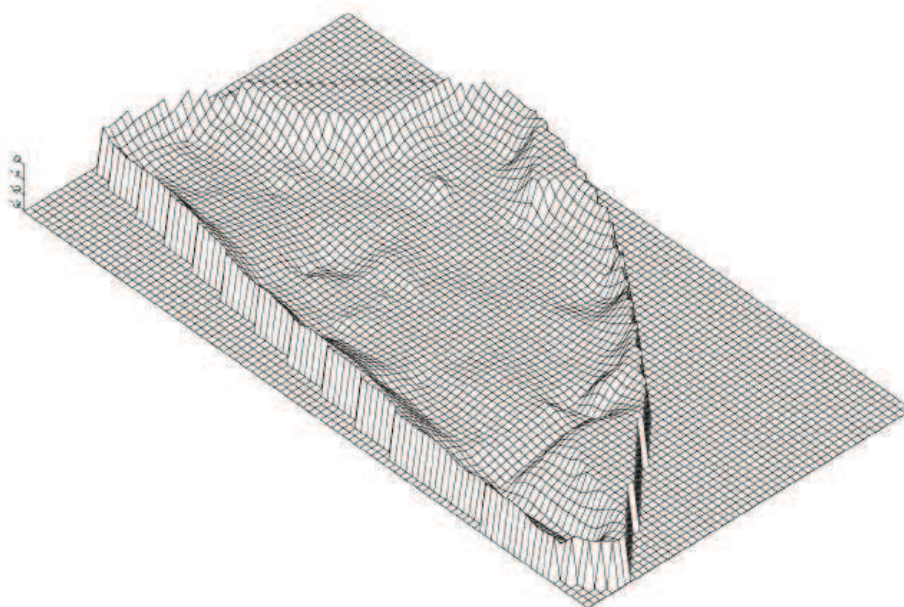


Fig. 14: Ricostruzione tridimensionale della batimetria del lago di Valagola, a cura dell'Università di Stettino (Poland)

10. Analisi limnologiche e idrochimiche

| data | Profondità (m) | Temp. (°C) | Conducibilità (µS/cm) | pH | Redox |
|-------------------|----------------|------------|-----------------------|------|-------|
| 09/09/2013 | 0,5 | 18,18 | 159 | 8,82 | |
| | 1 | 17,88 | 160 | 8,83 | |
| | 1,5 | 17,66 | 159 | 8,81 | |
| | 2 | 17,67 | 226 | 8,57 | |
| 13/11/2013 | 0 | 3,33 | 265 | 8,48 | |
| | 0,5 | 3,25 | 266 | 8,51 | |
| | 1 | 3,25 | 266 | 8,52 | |
| | 1,5 | 3,29 | 266 | 8,53 | |
| | 2 | 3,37 | 266 | 8,53 | |
| | 2,5 | 4,33 | 264 | 8,57 | |
| | 2,9 (fondo) | 4,48 | 264 | 8,55 | |
| 16/12/2013 | 0 | 0,23 | 305 | 8,65 | |
| | 0,5 | 3,51 | 295 | 8,61 | |
| | 1 | 3,66 | 295 | 8,6 | |
| | 1,5 | 3,71 | 296 | 8,6 | |
| | 2 | 3,71 | 296 | 8,6 | |
| | 2,5 | 4,13 | 355 | 8,53 | |
| 19/06/2014 | 0 | 13,82 | 226 | 7,96 | |
| | 0,5 | 13,82 | 226 | 8,02 | |
| | 1 | 13,78 | 227 | 8,01 | |
| | 1,5 | 13,72 | 227 | 8,01 | |
| | 2 | 12,6 | 227 | 8,06 | |
| | 2,5 | 12,24 | 226 | 8,07 | |
| | 2,9 (fondo) | 11,4 | 226 | 8,08 | |
| 25/07/2014 | 0,5 | 15,03 | 210 | 7,85 | 212 |
| | 1 | 14,9 | 208 | 8,07 | 218 |
| | 1,5 | 14,83 | 208 | 8,16 | 219 |
| | 2 | 14,8 | 207 | 8,18 | 221 |
| | 2,5 | 13,13 | 215 | 8,11 | 223 |
| | 2,8 (fondo) | 12,75 | 222 | 8,05 | 225 |
| 03/09/2014 | 0 | 11,99 | 210 | 7,86 | 208 |
| | 0,5 | 11,92 | 210 | 7,76 | 208 |
| | 1 | 11,91 | 211 | 7,94 | 207 |
| | 1,5 | 11,9 | 211 | 8,02 | 206 |
| | 2 | 11,87 | 210 | 8,05 | 206 |
| | 2,4 | 11,91 | 208 | 8,09 | 206 |

| | | | | | |
|-------------------|-----|-------|-----|------|-----|
| 14/10/2014 | 0 | 10,58 | 187 | 8 | 320 |
| | 0,5 | 10,58 | 187 | 8 | 320 |
| | 1 | 10,58 | 187 | 8 | 320 |
| | 1,5 | 10,58 | 187 | 8,09 | 320 |
| | 2 | 10,57 | 187 | 8,1 | 321 |
| | 2,5 | 10,64 | 190 | 8,1 | 321 |

Tab. 6: Dati relativi sul campo in occasione di ogni campionamento.

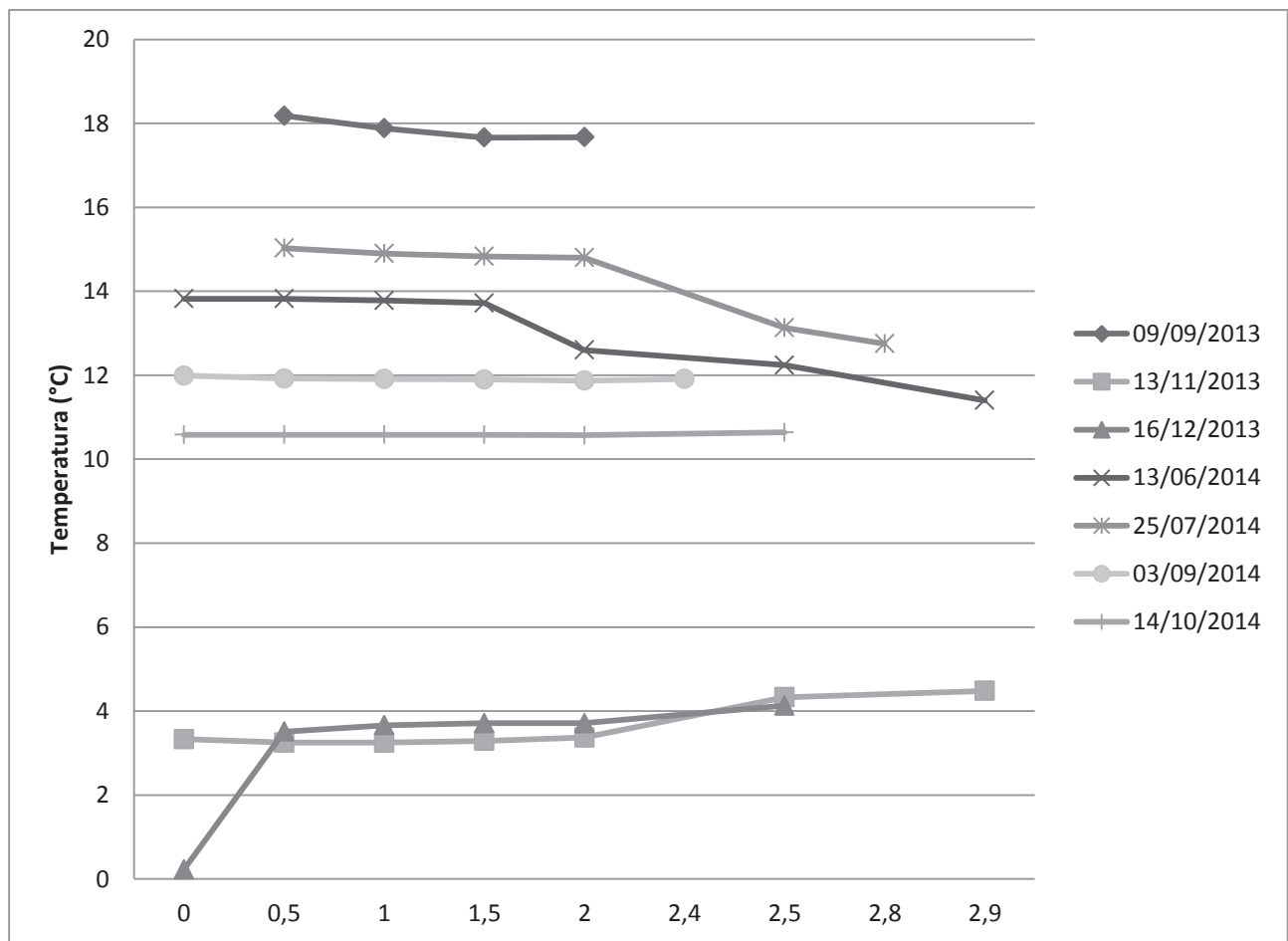


Fig.15: grafico delle variazioni di temperatura alle diverse profondità nelle date di campionamento

La temperatura dell' acqua registrata alle varie profondità, come si può notare dalla linearità nelle linee del grafico a figura 15, indica l' assenza di una zona di ipolimnio, cioè di una zona di separazione tra strati d' acqua di temperature differenti che non si rimescolano.

La Tabella sottostante (Tab. 7) mostra i risultati delle misure di portata eseguite sull'emissario in occasione di ogni campionamento:

| | Portata (l/s) |
|------------|---------------|
| 09/09/2013 | 3 |
| 13/11/2013 | 15 |
| 16/12/2013 | assente |
| 19/03/2014 | 110 |
| 19/06/2014 | 8,5 |
| 25/07/2014 | 4 |
| 03/09/2014 | 8 |
| 14/10/2014 | 8,17 |

Tab. 7: Portata dell' emissario

Spicca in particolare il valore elevato di portata misurato nell'emissario il 19 marzo: sul lago e nel bacino era ancora presente molta neve e le elevate temperature provocavano un'intensa e diffusa fusione della neve.

| Lago Valagola | prof. m | pH 20°C | Cond. µS/cm | Alcal. Tot mg/l | durezza °F | N-NO ₃ µg/l | N-NH ₃ µg/l | Nt µg/l | P-PO ₄ µg/l | Pt µg/l |
|---------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|------------|------------------------|------------------------|---------|------------------------|---------|
| 11/09/2013 | 0.5 | 8.8 | 138 | 81.0 | | | 12 | 427 | <1 | 14 |
| 11/09/2013 | 1.5 | 8.8 | 139 | 80.0 | | | 13 | 401 | <1 | 15 |
| 11/09/2013 | 2.5 | 8.7 | 139 | 81.0 | | | 12 | 341 | <1 | 17 |
| 03/09/2014 | 0.5 | 8.3 | 190.4 | 116.2 | 11.4 | 190 | 39 | 407 | 1 | 12 |
| 03/09/2014 | 1.5 | 8.3 | 190.6 | 116.4 | 11.5 | 187 | 38 | 403 | 1 | 14 |
| 03/09/2014 | 2.5 | 8.2 | 190.4 | 116.2 | 11.4 | 190 | 70 | 408 | 1 | 16 |
| Lago Valagola | SiO ₂ mg/l | HCO ₃ mg/l | CO ₃ mg/l | SO ₄ mg/l | Cl mg/l | F µg/l | Ca mg/l | Mg mg/l | Na mg/l | K mg/l |
| 11/09/2013 | 2.2 | 85.0 | 7.0 | | | | | | | |
| 11/09/2013 | 2.2 | 86.0 | 6.0 | | | | | | | |
| 11/09/2013 | 2.3 | 88.0 | 5.0 | | | | | | | |
| 03/09/2014 | 0.5 | 141.7 | | 1.4 | 0.3 | 68 | 31.9 | 8.1 | 1.6 | 0.2 |
| 03/09/2014 | 0.5 | 142.0 | | 1.5 | 0.1 | 54 | 32.1 | 8.2 | 1.5 | 0.2 |
| 03/09/2014 | 0.5 | 141.8 | | 1.3 | 0.2 | 89 | 31.9 | 8.1 | 1.8 | 0.2 |

Tab. 8: risultati delle analisi idrochimiche (ioni principali e nutrienti) svolte in laboratorio (Cantonati, Angeli 2014)

Dalla Tab.8 si nota come i nutrienti siano disposti omogeneamente all' interno della colonna d' acqua, questo è dovuto all' esigua profondità che permette un veloce rimescolamento creando le condizioni che portano all'assenza di un vero e proprio ipolimnio.

Tutta la porzione della colonna d'acqua del lago di Valagola è attraversata dalla radiazione luminosa e interessata da attività produttiva trofica, può essere quindi considerata come zona trofogenica fotica.

11. Macrofite sommerse e carta della loro distribuzione nel Lago di Valagola

Durante le giornate del 09-10 settembre 2013 sono stati effettuati i carotaggi tramite carotatore a gravità e la misura di posizione dei dati GPS e profondità (ogni 5 m) lungo i sette transetti posizionati con corde e picchetti tesi tra le sponde del lago formando una griglia da cui è avvenuto il prelievo, assistito da subacqueo, di macrofite in 5 punti lungo ciascun transetto (36 campioni di macrofite da cui sono stati subcampionati 36 campioni di diatomee epifitiche).



Fig. 16: foto ripresa durante la raccolta di una carota di sedimento e la raccolta dei dati di profondità e posizione GPS in collaborazione con il Nucleo Sommozzatori del Corpo Permanente dei Vigili del Fuoco di Trento

Sono state determinate le macrofite (macroalghe Caracee e piante vascolari) presenti nei 36 campioni prelevati con l'assistenza dei sub lungo i sette transetti.

Carofite (=alghe a candelabro)

- *Chara aspera* Detharding
- *Chara virgata* Kützing

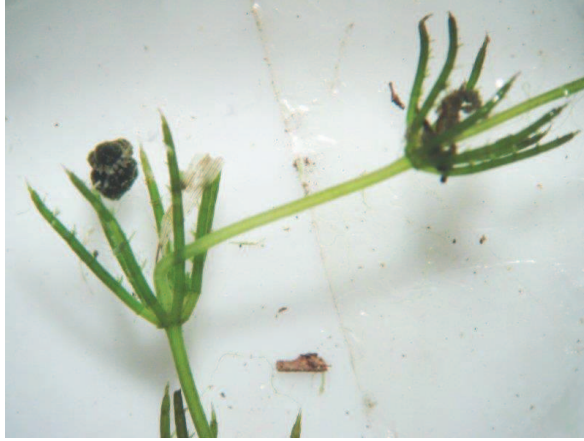


Fig. 17: *Chara virgata*

Piante vascolari (piante superiori)

- *Potamogeton gramineus* L.



Fig. 18: *Potamogeton gramineus*

Briofite

- *Calliergon giganteum* (Schimp.) Kindb.



Fig. 19: Distribuzione spaziale delle maggiori specie di macrofite sommerse campionate nel lago.

In Fig. 20 sono riportate in bianco le aree con una profondità estremamente esigua che si presentano ricoperte prevalentemente da un' abbondante vegetazione di equiseti (*Equisetum palustre*, *Equisetum fluviatile*)

12. Diatomee epifite sulle macrofite sommerse

Sono state identificate tutte le specie di diatomee campionate e sono stati svolti i conteggi per determinare le abbondanze relative. Sono state identificate 78 specie appartenenti a 33 generi. Analisi statistiche preliminari suggeriscono interessanti relazioni significative tra le comunità di diatomee e le macrofite su cui sono insediate.

I dati statistici riguardanti l'abbondanza di tali diatomee e il loro volume all'interno dei campioni d'acqua prelevati nei vari punti del lago saranno soggetti ad ulteriori studi e dati saranno resi pubblici solo nei prossimi mesi.

Il risultato di tali studi andrà a determinare la componente biotica microalgale sia planctonica che bentonica fornendo un importante dato per quanto riguarda la limnologia del lago in esame e cioè il suo biovolume, definito come la percentuale biotica in peso su un determinato campione d'acqua di peso noto.

Nel Lago di Valagola è particolarmente abbondante la rara specie di diatomee *Fragilaria polonica*. Da campioni di materiale fresco prelevati nel lago, è stato possibile prelevare la specie, che attualmente è mantenuta in coltura presso l'Università di Olomouc (Rep. Ceca) dove sarà anche sottoposta a sequenziamento.



Fig. 20: *Fragilaria polonica*

13. Storia delle passate gestioni del Lago

Prima di indicare le possibili modalità di intervento sul lago è bene precisare che l'area in questione è una zona dove l'uomo nel corso dei secoli ha sempre avuto una presenza massiccia con lo sfruttamento dei beni naturali e delle aree di pascolo.

Oltre all'intervento di innalzamento della soglia che ha modificato pesantemente il lago, già nei secoli passati sono documentate attività nei pressi del lago che hanno sicuramente influenzato in maniera sia diretta che indiretta la sua conformazione attuale.

Sulle sponde del lago è ancora attivo il pascolo proveniente dalla adiacente stalla di Valagola. Meno attiva che in passato tutt'oggi ospita ancora una quarantina di capi durante il periodo estivo.

Non è possibile sapere a quando risale la costruzione della prima malga (a cui sono poi susseguite varie ristrutturazioni e ampliamenti a metà '900) ma sappiamo tramite varie fonti storiche che l'attività di alpeggio in Valagola e soprattutto attorno al lago è molto più antica di quanto si pensava inizialmente.

La stalla nasce molto probabilmente su uno dei molti masi che si trovavano sparsi nella alta valle e di cui ora si sono perse le tracce.

Il primo rimando storico a una qualsiasi attività nei pressi del lago di Valagola risale al 1223.

Nel documento in questione viene riportata una disputa territoriale tra gli abitanti della comunità del Bleggio Inferiore e di Stenico.

-Documento tratto da: Franceschini I., 2008. *L'alpeggio in Val Rendena tra Medioevo e Prime età Moderna*. Tratto da una parziale traduzione della pubblicazione in Valenti S. 1901, *Regesto cronologico di documenti riflettenti il Dosso del Sabbion, Vall'Agola Valle d'Algone e montagne limitrofe nelle Giudicarie Interiori*.

Riferito al documento originale conservato presso AST, miscellanea, capsula I, n° 13:

Stenico, 1223

Bochegnolo, sindaco della comunità degli uomini di Stenico ha giurato di dire la verità. Ha detto: *“Io affermo, secondo quanto riferitomi dai miei convicini che me lo hanno detto, che Gato figlio di Vito [] , questi uomini assieme ad altri della loro comunità che erano presenti assaltarono le nostre casare sul monte e i pascoli di Valagola e a mano armata le assaltarono e danneggiarono le nostre casare, perforarono i nostri calderoni e sparsero il latte, spaccarono i formaggi, ne mangiarono e ne devastarono e devastarono e trapassarono le nostre bestie che , come ritengo, sono morte e portarono via il loro pane e lo rovinarono ed ingiuriarono i nostri uomini e li bastonarono e fecero a noi e a quelli il massimo del danno ed oltraggio possibile e per l’oltraggio e per l’infamia non ne avremmo abbastanza con mille lire e allo stesso modo il signor vescovo nelle sue ragioni e nelle sue casare e nei propri domini di vescovo. Agli uomini di Stenico e agli uomini del vescovo arrecarono queste ed altre ingiurie.” []* Chiestogli se fosse a conoscenza dell’inchiesta a proposito di quel monte condotta dalla commissione del signor imperatore e se questa aveva dato loro la sentenza, rispose: *“Ho sentito dire che la causa a questo riguardo è stata verificata alla presenza del signor vescovo, ma il signor vescovo di Trento, dopo che avevamo ottenuto da lui la vittoria della causa, ci disse e ci vietò, anche se non lo volevamo, di presentarci altrove per quella causa, perché avrebbe difeso noi e le nostre ragioni [] La vertenza non era riguardo al monte, ma ci hanno oltraggiati e ci hanno procurato un grandissimo danno sul nostro su quel monte e ci lamentiamo dell’ oltraggio e della violenza.” []* Orlando della Pieve Inferiore del Bleggio ha giurato di dire la verità riguardo al fatto del monte per il quale vi era discordia e di rimettersi alle decisioni dell’ autorità. Ha detto: *“Affermo che la comunità di Pieve Inferiore del Bleggio è salita sul monte di Valagola ma se essa abbia portato via qualche bestia di quelli di Stenico, se l’ abbia uccisa, se abbiano infranto le loro casare o i loro calderoni o se abbia arrecato loro qualche altra offesa, non lo so né l’ho visto [].”*

Chiestogli allora per quale motivo la comunità sia salita sul detto monte, ha risposto: *“ Perché ho sentito che le bestie di Stenico erano là e così vi siamo andati e abbiamo chiesto che i malgari di Stenico conducessero giù le loro bestie dal nostro monte ed essi le condussero senza che subissero alcuna violenza. Ed affermo a ricordo dei miei predecessori che quelli di Stenico devono avere su questo monte una sola malga e una sola casara.”* [...]

Questo documento di disputa conferma la presenza già nell' XI secolo di vari alpeggi già affermati nelle zone della Valagola.

Documenti precedenti riguardanti zone limitrofe conformano la presenza di altri alpeggi già nel 1150.

Questo tipo di attività però non può essere considerato un alpeggio vero e proprio se non fino al XV secolo, momento nel quale sembra emergere qualche traccia della presenza di attività intensive di transumanza e dell' attestazione della presenza in regione di pastori professionisti.

Nonostante questo il lago di Valagola non viene quasi mai citato nelle fonti storiche se non per questioni di confini comunali, questo indica come nel passato la visione che si aveva del mondo naturale era legata ad un forte utilitarismo. Il valore che gli animali e la natura avevano era direttamente proporzionale alla loro utilità e possibilità di sfruttamento.

Infatti è molto probabile che vari interventi fatti sul lago o nei pressi di esso non siano mai stati riportati in quanto il lago non era visto di persè come una risorsa rispetto alla grande importanza che ricoprivano piuttosto i pascoli e i boschi adiacenti.

14. Interventi idraulici

Leggenda vuole che l' abitato di Pinzolo sarà prima o poi distrutto da un'alluvione del rio Plazzole o Rovina che discendono dal Doss del Sabion (sul versante opposto rispetto alla Valago). Si tratta di una previsione esageratamente catastrofica che trova tuttavia un suo fondamento in alcune notizie storiche.

Una relazione tecnica del 1914 ricorda infatti come *“due furono le piene straordinarie, in cui il materiale proveniente dal Rio Rovina raggiunse nei cortili i 2 metri”*

Oltre all' intervento per l' innalzamento della soglia, fatto principalmente per l' eventuale sfruttamento delle risorse ittiche esistono testimonianze di opere idrauliche in Valagola che interessano però solo l' emissario del lago.

Gran parte di queste opere sono del periodo posteriore alla grande alluvione del 1966 a seguito dell' evoluzione nella gestione di questo tipo di interventi e della nascita dell' idrologia moderna.

15.Scenari futuri

Utilizzando i tassi di sedimentazione desunti dalle datazioni radiometriche e assumendo che venga mantenuta l'altezza e la permeabilità della soglia artificiale attuale si sono elaborati i due seguenti scenari futuri del Lago di Valgola (mappe batimetriche tra 500 e 1000 anni):



Fig. 21: Batimetria del Lago di Valgola allo stato attuale



Fig. 22: Previsione batimetrica le lago di Valagola fra 500 anni. Il bacino ha ancora in parte le caratteristiche di un lago solo nei punti più profondi.



Fig. 23: Previsione batimetrica del lago di Valagola a 1000 anni. Il bacino ha assunto ormai le caratteristiche di un acquitrino e si avvia verso la trasformazione in torbiera montana. L'innalzamento del fondale dovuta all'abbondante apporto di sedimenti rispetto al volume totale del bacino ha consentito di espandere l'area fino ad un livello stimato simile a quello attuale.

Discussione

Il Lago di Valagola è un lago di sbarramento morenico che insiste sul fascio strutturale della Pala dei Mughì. La forte differenza tra le portate in entrata e in uscita portano ad ammettere un'alimentazione del lago di natura sotterranea.

L'indagine sedimentologica del deposito glaciale evidenzia come possa esserci permeabilità a livello della morena di sbarramento e/o del deposito glaciale alla base del lago. Anche a livello della soglia, visti i materiali utilizzati per la sua realizzazione, si deve ammettere un certo grado di permeabilità.

Un ulteriore deterioramento delle attuali condizioni dell'opera comporterà l'aumento della permeabilità della stessa ed il conseguente abbassamento del livello del lago; il crollo della soglia ne causerebbe il parziale se non completo svuotamento.

I tassi di sedimentazione misurati nel Lago di Valgola con due metodiche (una diretta e una indiretta) appaiono essere quelli tipici per i laghi di montagna e alta montagna delle Alpi. Considerata l'età stimata per il lago (vedi sezione sulla limnogenesi ed evoluzione geomorfologica del lago), era lecito supporre che la coltre di sedimenti sul fondo del lago fosse molto più spessa rispetto a quanto suggerito dalle operazioni di carotaggio dei sedimenti (non è stato possibile prelevare a gravità carote più lunghe di circa 40 cm). Tenendo in considerazione che le profondità attuali del lago sono possibili solo grazie alla soglia artificiale completata negli anni Settanta, un'ipotesi che spiega la scarsa consistenza della coltre di sedimento potrebbe essere quella di un lungo periodo di regime fluvio-lacustre nella storia postglaciale del Lago di Valagola. In una condizione di questo tipo, le piene eccezionali avrebbero potuto frequentemente rimuovere i sedimenti accumulatisi.

L'instaurarsi di un ambiente più tipicamente lacustre viene confermata dall'analisi delle diatomee subfossili nella carota di sedimento: le diatomee planctoniche (tipiche delle acque libere dei laghi) sono sempre in netta minoranza rispetto a quelle dei fondali (bentoniche). La loro abbondanza relativa aumenta nettamente nei primi anni

Settanta, cioè esattamente negli anni in cui è stata realizzata la soglia rialzata con i gabbioni di pietre.

I valori dei principali nutrienti algali (in particolare quelli dei nitrati e del fosforo totale) riscontrati durante questa indagine non si discostano particolarmente dai pochi dati idrochimici riportati in letteratura per il Lago di Valagola (IASMA 1997). I valori dei nitrati paiono anzi essersi ridotti. Si può quindi confermare per il lago uno stato di meso-oligotrofia, rispetto all'oligotrofia/ultraoligotrofia tipica dei laghi di alta montagna. Va tuttavia considerato che la profondità esigua del catino predispone il lago a una condizione di mesotrofia, causata prevalentemente dalla vicina malga con il relativo alpeggio. Gli effetti di quest'ultimo sul trofismo del lago sarebbero probabilmente anche più marcati se il tempo di ricambio delle acque del lago non fosse piuttosto rapido.

Le macrofite sommerse del Lago di Valagola sono tutti elementi tipici di raccolte d'acqua più o meno estese di montagna su substrato carbonatico e indicatrici di ambienti con buona integrità ecologica. La pianta vascolare è *Potamogeton gramineus*, che è specie minacciata in diverse aree geografiche e che non tollera inquinamento organico e incrementi significativi dei nutrienti.

La dettagliata mappa di distribuzione delle macrofite realizzata in questo studio potrà essere particolarmente utile a distanza di decenni per futuri confronti e considerazioni sull'evoluzione dei popolamenti a macrofite del lago. Lo stesso vale per la dettagliata batimetria, che, sorprendentemente, non era disponibile per il Lago di Valagola, sebbene questo specchio lacustre sia raggiungibile con relativa facilità.

Conclusioni e indicazioni generali di gestione

Il paesaggio che possiamo osservare oggi dalle sponde del Lago di Valagola ci può sembrare immutabile ed eterno ed è facile pensare che sia nostro dovere mantenerlo così come lo vediamo noi anche per le generazioni future, ma i dati raccolti in questa ricerca ci mostrano sicuramente una realtà ben diversa, gli ecosistemi alpini che cerchiamo così tanto di proteggere sono in verità ambienti estremamente mutevoli e plastici che cambiano in periodi rapidi se rapportati a quelli che sono i tempi geologici. Va sottolineato che gli ambienti ai quali porterà il naturale processo di interrimento del lago nell'arco di centinaia se non migliaia di anni (zona umida, torbiera) (vedi scenari futuri) sono ambienti di grande pregio naturalistico e non si vede quindi il motivo per cui l'Ente Parco debba contrastare queste dinamiche naturali con misure gestionali.

Abbiamo dimostrato che questo ambiente ha subito già modificazioni a causa di interventi inappropriati che hanno causato uno sconvolgimento nell'ecosistema naturale, le nuove politiche verdi e il crescente interesse verso l'ecologia e l'ambiente dovrebbe essere uno stimolo anche per un ente che si occupa di turismo per valorizzare un ambiente naturale anche se esce dai canoni classici del turismo montano valorizzando il lago come la prova di un ambiente mutevole che si evolve verso un ecosistema differente e forse più ricco dal punto di vista della biodiversità.

La conclusione principale di questo studio, basato su una varietà di approcci scientifici che ci permettono di gettare uno sguardo approfondito non solo sulla situazione attuale ma anche su tutta la storia, è che il Lago di Valagola, per la maggior parte della propria esistenza, non è probabilmente stato un lago in senso stretto, ma un ambiente che potremmo definire "fluvio-lacustre". Questo ambiente è stato reso più simile a un lago in senso stretto con un intervento artificiale svolto agli inizi degli anni Settanta. La costruzione di soglie rialzate, con una variazione della linea di livello medio e una variazione del livello idrologico, rappresenta sempre un

intervento traumatico, al quale tuttavia l'ambiente si adatta in alcuni decenni. Il ritorno alle condizioni originali rappresenterebbe un nuovo trauma, di eguale intensità ma senso inverso nella serie successionale. Questo intervento è peraltro primariamente stato effettuato per favorire la sopravvivenza invernale della fauna ittica. Fauna ittica costituita da trota iridea, ripetutamente immessa dalla Regione negli anni Cinquanta e primi anni Sessanta e sanguinerola (Tomasi 1963). Secondo moderni criteri di gestione della fauna ittica la trota iridea è una presenza del tutto inopportuna, trattandosi di elemento alloctono di origine nordamericana.

Sulla base delle stime dei tassi di sedimentazione e delle analisi limnologiche effettuate si può affermare che il lago (con le dimensioni che ha dagli anni Settanta) sta andando incontro alla propria evoluzione con tempi e modalità sostanzialmente naturali, eventualmente un poco accelerati dall'influenza della vicina malga e dalle immissioni di pesci.

Alla luce delle conclusioni sopra riportate si suggeriscono le seguenti indicazioni gestionali:

- Ristrutturazione e consolidamento delle opere esistenti per il mantenimento della situazione attuale della soglia e del livello medio delle acque. I danni alla soglia vanno riparati con opere in muratura. Si deve fare attenzione a non utilizzare materiale della morena che sbarra il lago per contenere le acque, poiché questo materiale è permeabile. Poiché questo lago si trova in un contesto ambientale di grande pregio, sarebbe da valutare l'opzione di mascherare la barra della soglia e i gabbioni di pietre con materiali naturali per migliorare l'impatto visivo complessivo.
- Favorire modalità di gestione dell'alpeggio che impediscano l'accesso del bestiame al lago o a pendii che drenano immediatamente nel lago.
- Rimuovere eventuale fauna ittica alloctona e impedire immissioni.

RINGRAZIAMENTI

Prima di tutto voglio ringraziare il Dott. Marco Cantonati e il Dott. Nicola Angeli della Sezione di Limnologia del MUSE per l'incredibile opportunità datami e la loro disponibilità durante l'attività di tirocinio e la stesura della tesi, senza il loro appoggio e la loro cordialità non avrei mai potuto partecipare a questo importante progetto.

Si ringrazia inoltre il Parco Naturale Adamello Brenta per aver ispirato e finanziato questa ricerca, il Nucleo Sommozzatori del Corpo Permanente dei Vigili del Fuoco di Trento per l'aiuto dato durante i campionamenti, la Fondazione E. Mach, la biblioteca di Pinzolo per il supporto e l'aiuto durante il lavoro di ricerca storica.

Infine vorrei ringraziare la professoressa Anna Giorgi e il professor Luca Giupponi per l'aiuto durante la stesura e la correzione della tesi.

BIBLIOGRAFIA

- Appleby P.G., 2001. Chronostratigraphic techniques in recent sediments, in *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments Volume 1: Basin Analysis, Coring, and Chronological Techniques*, Kluwer Academic.
- Appleby P.G., P.J. Nolan, D.W. Gifford, M.J. Godfrey, F. Oldfield, N.J. Anderson & R.W. Battarbee, 1986. ^{210}Pb dating by low background gamma counting. *Hydrobiologia*.
- Appleby P.G. & F. Oldfield, 1978. The calculation of ^{210}Pb dates assuming a constant rate of supply of unsupported ^{210}Pb to the sediment. *Catena*.
- Appleby P.G., N. Richardson & P.J. Nolan, 1992. Self-absorption corrections for well-type germanium detectors. *Nucl. Inst. & Methods B*.
- Cantonati M. & Lowe R.L. 2014. Lake benthic algae: toward an understanding of their ecology. *Freshwater Science*.
- Cantonati M., 2014. Progetto Valagola_SEFIRA, Reconstruction of the development of the mountain Lake Valagola -Adamello-Brenta Nature Park-, and prediction of senescing and filling rates. Museo delle Scienze – MUSE
- Cantonati M., Tolotti M. & M. Lazzara (eds), 2002. I laghi del Parco Naturale Adamello-Brenta. Ricerche limnologiche su laghi d'alta quota del settore siliceo del Parco. Documenti del Parco, 14.
- Franceschini I., 2008. L'alpeggio in Val Rendena tra medioevo e prima età moderna. Centro studi Judicaria
- Fumagalli V., 1993. L'uomo e l'ambiente nel medioevo. Roma-Bari.
- Filippi M.L., Spötl C., Corradini F., Mandelli M. & Tardio M. 2007. Sedimentazione in ambiente lacustre: studio tramite trappole per sedimento nel Lago di Lavarone (NE Italia). *Studi Trentino di Scienze Naturali – Acta Geologica*.
- IASMA 1997. Caratteristiche limnologiche dei laghi del Trentino – Rapporto 1996. Istituto Agrario di S. Michele all'Adige.

- Leira M. & Cantonati M. 2008. Effects of water-level. Museo delle Scienze – MUSE
- Malpaga L., Mussi D., 2004. La difesa dalle alluvioni nella Judicaria. Centro studi
Judicaria
- Malpaga L., 2002. La sistemazione idraulico-forestale nelle aree protette. In
AdamelloBrentaParco n°4, dicembre 2002.
- Minelli A., 2004. Le torbiere montane – Relitti di biodiversità in acque acide.
Quaderni Habitat
- Rosenmaier, Abbott, 2005. Loss on ignition protocol. Draft
- Tomasi G., 1963. I laghi del Trentino. Editori Manfrini – Monauni. Trento, Rovereto.
- Tomasi G., 2007. I trecento laghi del Trentino. Temi
- Trevisan L., 1939. Il Gruppo di Brenta (Trentino occidentale). Memorie Istit. Geol.
Univers. – Padova.
- Valentini S., 1901. Regesto cronologico di documenti riflettenti il Dosso del Sabbion,
Vall'Agola Valle d'Algone e montagne limitrofe nelle Giudicarie Interiori.