

Un tuffo nel Sebino: lo stato della conoscenza geologica del Lago d'Iseo (Lombardia, Italia)

Andrea Piccin (*), Ulrich von Grafenstein (***) e i partecipanti al Progetto DECLAKES

(*) Regione Lombardia, Direzione Territorio e Urbanistica, via F. Filzi 22, 20124 Milano (IT)
andrea_piccin@regione.lombardia.it

(**) Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, UMR CEA-CNRS, Orme des Merisiers
91191 Gif-sur-Yvette (F), Ulrich.von-Grafenstein@cea.fr

Riassunto

Fin dal 2002 Regione Lombardia ha avviato attività di conoscenza topografica e geologica nel bacino del lago d'Iseo (Sebino), dapprima con i rilievi geologici per la Carta Geologica d'Italia (Foglio CARG 99 Iseo) e successivamente con due campagne di rilievo morfobatimetrico e geofisico del bacino lacustre (2002) e di rilievo LIDAR della fascia spondale (2004). Alle informazioni così acquisite si sono aggiunte le indagini geognostiche realizzate nell'ambito del Progetto DECLAKES (ESF - Euroclimate), finalizzate a ricostruire, tramite campionamento ed analisi di gusci di ostracodi, la curva del rapporto isotopico O16/O18 negli ultimi 20.000 anni e le relative variazioni climatiche in alcuni laghi d'Europa. Il Progetto DECLAKES ha realizzato, tra il 2005 e il 2007, un carotaggio dei sedimenti lacustri di 24 metri di spessore nel bacino di Sale Marasino (BS) e un rilievo sismico di dettaglio e ad alta risoluzione nello stesso bacino, compreso tra Montisola (BS) e la costa orientale del lago. Le successive analisi sedimentologiche, micropaleontologiche, radiometriche e palinologiche (alcune ancora in corso di completamento) stanno delineando la storia geologica degli ultimi 16.000 anni del bacino Sebino, con significativi risvolti per la paleoclimatologia, la paleobotanica, la paleosismologia e la paleoetnografia. Il progetto DECLAKES rappresenta inoltre un significativo esempio di approccio multidisciplinare alla conoscenza, avendo coinvolto in un gruppo strettamente cooperante ben 25 ricercatori, specializzati in diverse discipline e facenti capo a 9 enti di 6 paesi europei.

Abstract

Regione Lombardia, since 2002, is involved in knowledge actions on topography and geology of the Lake Iseo basin (Sebino). Starting with the geological survey for the National Geological Mapping Program (CARG Project, sheet 99 Iseo), and continuing with bathymetric and geophysical surveys of the lake basin (2002) completed with a LIDAR survey in the surrounding areas (2004), these information were the base for the following geognostic analysis performed by the Declakes Project (ESF-Euroclimate). These studies are aimed to reconstruct, on the basis of Ostracod shells sampling and O16/O18 rate analysis, the climatic curve for the last 20k years in some selected European lakes. Between 2005 and 2007, Declakes Project has realized a 24 meters deep core in Sale Marasino Basin (BS) and a 3.5 Khz detailed seismic survey in the channel between Montisola island and the eastern coast of Iseo Lake. The following core analysis (sedimentology, micropaleontology, radiometry and palinology, some of them still on the run) are outlining the last 16k years story in the Sebino basin, with remarkable consequences on palaeo - climatology, bothany, seismology and ethnography. Declakes Project also represents a significant example of multidisciplinary approach to knowledge, having involved in a strongly cooperating team 25 researchers, coming from 9 institution of 6 european countries.

Introduzione

Il Progetto di Cartografia Geologica di Regione Lombardia (Fogli CARG 99 Iseo, 78 Breno e 98 Bergamo, in stampa) ha prodotto dati geologici di dettaglio, derivanti dal rilievo di terreno alla scala 1:10.000, significativi per delineare l'assetto geologico e strutturale del bacino del Lago d'Iseo (Sebino). Per estendere la conoscenza geologica e geomorfologica anche al settore occupato dall'attuale lago, Regione Lombardia ha realizzato, tra il 2002 e il 2004 e con la collaborazione dell'Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale (OGS) di Trieste, un rilievo batimetrico di dettaglio esteso a tutto il lago (tecnologia *multibeam*, risoluzione planimetrica al fondo di circa 1 punto per mq, accuratezza in profondità di circa 10 cm), completato da un rilievo Laser Scanner aereo (LIDAR) della fascia costiera, con risoluzione paragonabile alla precedente (Piccin & Coren, 2002). L'evoluzione sedimentaria del bacino lacustre è stata analizzata tramite l'interpretazione di una densa griglia di sezioni sismiche ad alta risoluzione (sismica a rifrazione monocanale) che ha sostanzialmente indagato i sedimenti dell'Olocene e di 10 sezioni (sismica a rifrazione multicanale) mirate ad indagare le strutture più profonde che interessano i sedimenti plio-pleistocenici e il substrato carbonatico terziario (Bini et al., 2007). Sempre nell'ambito del Progetto CARG è stato inoltre realizzato nel un sondaggio a carotaggio continuo di 145 m di profondità sulla sponda meridionale del lago d'Iseo (RL6 Cremignane) che ha permesso di approfondire la conoscenza sulla storia pleistocenica del settore meridionale del bacino (Scardia et al., 2006).

Sulla base di queste informazioni e interpretazioni sono stati ubicati due carotaggi (S1, 2005 e S2, 2006) realizzati da piattaforma galleggiante (tecnologia *Piston-coring*) nel bacino di Sale Marasino dal Progetto DecLakes (ESF-Euroclimate) e finalizzati a ricostruire la storia postglaciale del bacino e a definire la curva delle variazioni climatiche sulla base del rapporto isotopico O16/O18 fissato nei gusci carbonatici degli Ostracodi presenti nel sedimento lacustre. In particolare, il sondaggio S2 ha raggiunto la profondità di 24 metri dal fondale (in un battente d'acqua di circa 100 m), incontrando a fondoforo sedimenti riferibili al tardiglaciale, datati intorno ai 18.000 anni BP. L'analisi multidisciplinare dei sedimenti carotati ha tra l'altro permesso di individuare e datare numerosi eventi di deposito in massa (*slump* e torbiditi, Lauterbach et al., in stampa) nonché di caratterizzare l'evoluzione climatica e paleobotanica di questo settore del bacino, compreso l'instaurarsi di attività agricole intorno ai 6.000-7.000 anni BP (Sabina Rossi, com. pers.).

Inquadramento geografico e geologico

Il lago d'Iseo, localizzato nella Lombardia centro-orientale, a cavallo delle Province di Bergamo e Brescia, copre un'area di circa 60 km², per una lunghezza di circa 25 km, una profondità massima di 256 m and un livello medio posto a 185 m s.l.m.: buona parte del fondale del lago è pertanto abbondantemente al di sotto dell'attuale livello del mare. Nel settore centro-meridionale del lago si trova Montisola, che con i suoi 4 km² di estensione e un'elevazione massima di 420 m sul livello del lago (605 m s.l.m.) rappresenta la più grande isola lacustre dell'Europa meridionale. L'assetto geologico-strutturale di quest'area è caratterizzato da una serie di scaglie tettoniche sud-vergenti che coinvolgono il basamento cristallino subalpino e le successioni sedimentarie Permo-Cretaciche (Cassinis et al., in stampa). Il substrato roccioso (*bedrock*) del bacino lacustre è costituito prevalentemente da rocce carbonatiche mesozoiche la cui strutturazione, legata alle diverse fasi dell'orogenesi alpina, risente dell'eredità dei lineamenti strutturali permiani e mesozoici. Le ultime fasi dell'orogenesi, culminate nel Tortoniano, hanno portato all'emersione della catena e all'instaurarsi di un reticolo idrografico fortemente controllato dall'assetto tettonico. L'origine del Lago d'Iseo è legata alla morfologia fluviale tardo-miocenica, caratterizzata da profonde incisioni vallive al margine subalpino causate dallo stazionamento basso del livello del mare durante il Messiniano (Bini et al. 1978); a queste morfologie fluviali si è poi sovrapposta l'azione morfogenetica delle diverse fasi glaciali pleistoceniche, che hanno modellato entrambi i fianchi del bacino lacustre e generato l'anfiteatro morenico della Franciacorta, che chiude il lago verso Sud (Bini et al., 2007). Non è escluso tuttavia che anche le fasi strutturali del Pleistocene medio, documentate nell'alta pianura bresciana (Carcano, Piccin, 2002), possano avere avuto un qualche ruolo nella definizione della soglia meridionale del lago.

Geomorfologia del bacino

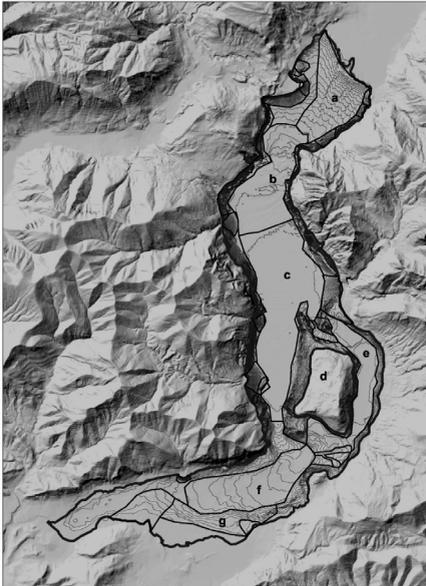


Fig. 1 – Unità fisiografiche nel Bacino Sebino.

Il rilievo batimetrico e LIDAR del bacino ha permesso di ricostruire nel dettaglio la morfologia del fondale lacustre e delle aree spondali. Questi dati, uniti all'interpretazione geomorfologica delle sezioni sismiche, hanno permesso di individuare nel bacino diverse unità fisiografiche (Fig. 1, da Nord verso Sud):

Prodelta del Fiume Oglio (a): il settore settentrionale del bacino è rappresentato dal pendio sommerso della fronte del delta del Fiume Oglio, proveniente dalla Valle Canonica. La sua superficie, immergente verso Sud, raggiunge la profondità di – 160 m all'altezza dello stretto delle Punte delle Croci ed è percorsa da diversi canali longitudinali utilizzati dal sistema per trasferire verso il bacino centrale i sedimenti trasportati dal fiume. Il pendio è inoltre caratterizzato da numerose contropendenze, indice di processi gravitativi che interessano il corpo sedimentario saturo d'acqua.

Unità transizionale Prodelta-Bacino (b): si tratta di un'area molto irregolare, caratterizzata da contropendenze, depressioni, accumuli di frana (sia subaeree che subacquee) provenienti da entrambi i versanti del bacino. Sono presenti anche alcune conoidi alluvionali allo sbocco delle valli laterali, la maggiore delle quali si trova alla foce del T. Borlezza ed è parzialmente annessa dal Prodelta dell'Oglio in rapida avanzata. La conoide del Borlezza è stata anche artificialmente ampliata, con riporti a lago per espandere alcuni insediamenti industriali: misure di spostamento del suolo ottenute da interferometria radar da satellite (tecnica SAR-PS) mostrano che queste zone sono soggette ad una forte subsidenza.

Bacino Centrale (c): bordato da pendii subverticali, il fondale del Bacino Centrale (Figg. 5 e 6) si presenta pressoché piatto e raggiunge la profondità massima di 256 m (- 71 m s.l.m.). Verso Sud il fondale risale velocemente lungo un pendio che borda ad Ovest l'alto di Montisola. Lungo i versanti sono riconoscibili piccole conoidi sommerse, in corrispondenza dello sbocco di valli laterali minori. Solo in coincidenza con gli abitati di Tavernola (BG) e Marone (BS) sono presenti limitate conoidi emerse.

Alto di Montisola (d): una pronunciata scarpata chiude il profondo Bacino Centrale verso Sud-Est, bordando l'omonima isola e isolando a Sud-Est un settore del bacino, forse sollevato da una struttura tettonica sommersa, in cui si sviluppa il **Plateau di Sale Marasino (e)**, confinato tra Montisola e la costa orientale del lago. A Sud di Montisola si sviluppano invece il **Bacino Meridionale (f)**, caratterizzato da profondità limitate e fondale irregolare e i due **Plateau di Clusane** e di **Sarnico**, in cui dominano le morfologie glaciali sommerse, verosimilmente legate all'ultima massima espansione glaciale (LGM).

L'interesse del Progetto DecLakes si è focalizzato sul Plateau di Sale Marasino, sia per la sua profondità, non eccessiva per le operazioni di carotaggio e adatta alla preservazione dei gusci degli

Ostracodi, sia perché ritenuto al riparo da importanti flussi di detrito provenienti dalle aree costiere o dal Fiume Oglio, che avrebbero potuto “inquinare” la successione sedimentaria lacustre. Il Plateau si presenta diviso in due settori da una scarpata trasversale di circa 20 m di altezza, ed è caratterizzato da un fondale sub pianeggiante, posto a profondità rispettivamente di 80 m (a Nord della scarpata) e 100 m (a Sud della stessa). I rilievi sismici effettuati (Fig. 4) hanno messo in evidenza che la scarpata interessa una successione sedimentaria prevalentemente lacustre, ma non sono sufficienti a chiarirne la genesi e l’eventuale dinamica.



Fig. 2 – Ubicazione dei carotaggi del Progetto Declakes.



Fig. 3 – Piattaforma di carotaggio Declakes a Sale Marasino.

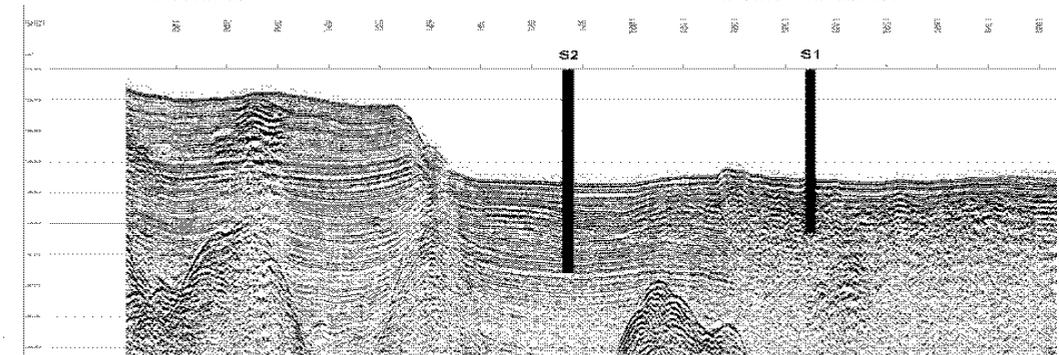


Fig. 4 – Carotaggi Declakes proiettati su linea sismica monocanale nel Plateau di Sale Marasino.

Il primo carotaggio (S1), posizionato a Sud della scarpata (Fig. 2) ha raggiunto la profondità di 11 m, ma è stato interrotto per la presenza di un potente livello di slump (deformazione gravitativa del sedimento). Il carotaggio S2, anch’esso a Sud della scarpata, ha invece raggiunto la considerevole profondità (in ragione della tecnologia impiegata) di 24,5 m. Le analisi multidisciplinari sui sedimenti carotati, tuttora in corso di completamento, hanno messo in evidenza una sequenza lacustre che si espande dall’attuale a circa 18.000 anni BP, caratterizzata da sedimenti prevalentemente lacustri contenenti tuttavia, a più livelli, significative porzioni riferibili a sedimentazione in massa, alcune delle quali interpretabili come “sismiti”, cioè livelli di sabbie limose liquefatte dall’azione di scosse sismiche importanti. Altri livelli detritici presenti nella sequenza lacustre sono invece interpretabili come prodotti di eventi sedimentari eccezionali legati ad alluvioni con tempi di ritorno a scala centennale. I due livelli a sismiti individuati (Fig. 5) sono tentativamente correlati il primo con il noto terremoto del 1222 DC di Brescia (Ms 6.0) mentre il secondo con un terremoto non documentato storicamente, verosimilmente di simile intensità, localizzato intorno all’anno 350 AC. Altri livelli di sismiti sono probabilmente riferibili ad eventi

sismici localizzati intorno agli anni 570, 2540 e 6210 AC, ovviamente anche questi non documentati da fonti storiche (Lauterbach et al., in stampa).

L'analisi palinologica (pollini fossili, tuttora in corso di completamento) ha proposto (Sabina Rossi, com. pers.) il passaggio dal Tardiglaciale all'Olocene in corrispondenza di un netto limite litologico posto alla profondità di 20,5 m, dove la successione lacustre passa da limi grigio chiari compatti, con sottili intervalli sabbiosi, a limi grigio scuri o nerastri, lacustri, con locali livelli sabbiosi. La sequenza posta tra i 14,5 e i 16,5 m di profondità (datata tra i 4.500 e i 6.300 anni BP) è invece caratterizzata da un clima più mite (Periodo Atlantico) e soprattutto dalla comparsa dei primi pollini di Cereali, indice delle prime attività agricole sviluppatesi sulle sponde del lago d'Iseo. Le sequenze superiori rimarcano sostanzialmente le variazioni climatiche e vegetazionali già note nell'area per l'Olocene, con un sensibile aumento della presenza percentuale di cereali intorno ai 3.000-3.500 anni BP e addirittura con il ritrovamento di un nocciolo di oliva alla profondità di 4,0 m, datato a 1.244 anni fa.

Anche la ricostruzione del tasso di sedimentazione, ottenuta dal modello di età dei sedimenti ricostruito su circa 30 datazioni al Carbonio 14 (AMS), corretto sottraendo i livelli di sedimentazione in massa, mostra un deciso aumento in corrispondenza dei 4.300 anni BP, passando da circa 0,5-1 mm/anno a 2,5-3,5 mm/anno: questa variazione è verosimilmente collegabile, oltre alle variazioni climatiche "naturali", anche all'espandersi delle attività agricole che, soprattutto lungo la sponda orientale del lago, hanno indotto una maggiore erodibilità dei terreni ed aumentato quindi il flusso di sedimenti nel bacino.

Nel 2007, conclusa la fase preliminare delle analisi sul carotaggio S2, è stato effettuato nel Plateau di Sale Marasino un rilievo sismico di grande dettaglio e risoluzione (3,5 khz, con la collaborazione dell'ETH di Zurigo) per individuare l'area sorgente dei livelli detritici rinvenuti nel carotaggio e definirne le geometrie. Il rilievo ha messo in evidenza come i maggiori corpi caotici provengano sia dai margini orientale e occidentale del Plateau, ma anche dalla scarpata trasversale che lo attraversa e presentano il massimo spessore proprio a ridosso di tale scarpata.

Queste osservazioni hanno suggerito l'opportunità di realizzare un terzo carotaggio, ubicato qualche centinaio di metri a Nord della scarpata in oggetto, in cui si prevede di incontrare una sequenza sedimentaria più regolare, dominata dalla sedimentazione lacustre. Dall'analisi di questo sondaggio, la cui realizzazione è prevista per l'autunno 2010, ci si aspetta di migliorare ulteriormente la qualità dei dati finalizzati a ricostruire la curva climatica e, al contempo, di acquisire informazioni geologiche utili ad interpretare la natura e il ruolo geologico della scarpata.

Conclusioni

L'azione congiunta degli studi effettuati sul Sebino da Regione Lombardia e dal Progetto DecLakes, sta confermando l'importanza cruciale dei grandi laghi lombardi quali archivi privilegiati per leggere la storia anche remota del nostro territorio, interpretando e utilizzando gli stessi dati per molteplici esigenze disciplinari.

La proficua collaborazione tra enti e istituti di ricerca ha anche dimostrato la reale possibilità di unire gli sforzi e mettere in sinergia attività e risultati, per massimizzare l'utilizzo delle sempre più scarse risorse a disposizione della ricerca.

Riferimenti bibliografici

Bini, A., Cita, M.B., Gaetani, M. (1978), "Southern Alpine Lakes – hypothesis of an erosional origin related to the Messinian entrenchment", *Marine Geology* 27, 271–288.

Carcano C., Piccin, A. (2002), *Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia*, S.EL.CA., Firenze, p. 130.

Cassinis G., Corbari D., Falletti P., Perotti C., “Note illustrative della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:50.000 - Foglio 99 Iseo”, Servizio Geologico d’Italia – Regione Lombardia, in stampa.

Lauterbach S., Chapron E., Brauer A., Arnaud F., Gilli A., Piccin A., Nomade J., Hüls M., von Grafenstein U. & DecLakes participants, “A sedimentary record of Holocene earthquake activity and surface runoff events from Lake Iseo (Southern Alps, Italy)”, *Holocene*, in stampa.

Piccin, A., Coren, F. (2002), “Acquisizione e trattamento di dati morfobatimetrici ad alta risoluzione nel bacino del lago Sebino, Lombardia”, *Atti VI conf. Naz. ASITA*, Perugia, 5–8 Novembre 2002

Scardia G., Muttoni G., Sciunnach D. (2006), “Subsurface magnetostratigraphy of Pleistocene sediments from the Po Plain (Italy): constraints on rates of sedimentation and rock uplift”, *Geological Society of America Bulletin*, 118, 1299–1312.