ATENEO - Gruppo Ragazzoni
Legato G. B. CACCI

MUSEO
BIBLIOTECA
STORIA NATURALE
d. G. R.
15
m. 70.
BRESCIA

CONTRIBUTO

ALLA

LIMNOLOGIA DEL SEBINO

CON UN ABBOZZO DI CARTA BATOMETRICA

DELL'INGEGNERE

FRANCESCO SALMOJRAGHI.

MILANO
TIP. BERNARDONI DI C. REBESCHINI E C.

1897-1898.

1986
663

SCANDAGLI.

Per una discussione sulla profondità dei laghi lombardi, sorta a Fabriano nel congresso geologico del 1883,[1] ebbi l'idea di rilevare le profondità del lago d'Iseo, in sussidio ad alcuni studi, allora intrapresi, sui terreni glaciali di quel bacino. Dopo qualche tentativo, riescii nell'intento durante l'autunno del 1884, talchè l'anno stesso potei rappresentare la conca subacquea del lago sulla carta 1 : 75000, riprodotta da quella 1 : 86400 dello S. M. A. Mentre stavo per pubblicarla, venne in luce la nuova carta 1 : 50000 dell'I. G. M. I. Desistetti dalla pubblicazione di quella per rifare il lavoro su questa, valendomi degli stessi dati, e frattanto ebbi occasione di citare la massima profondità del lago in una nota geologica,[2] donde altri la riportarono altrove.[3]

---

[1] *Boll. Soc. geol. ital.* II, pag. 162. Roma, 1883.

[2] Salmojraghi, *Le piramidi di eros. ed i terreni glac. di Zone.* (Boll. Soc. geol. ital. IV. Roma, 1885.)

[3] *Annuario stat. ital.*, pag. 8 e 56. Roma, 1888. — Marinelli O., *Area, profondità, ecc. dei princip. laghi ital.* (Riv. geogr. ital. I, pag. 623. Roma, 1894.) — Sina, *Guida del lago d'Iseo.* Bergamo, 1896.

*

Distratto poi da altri studi, ma specialmente deluso nella speranza concepita, che il rilevamento batometrico potesse dar luce al problema limnogenetico, e persuaso d'altra parte, che una esplorazione, con tecnica migliore, estesa alle condizioni fisiche e biologiche, dovesse intraprendersi dall'Ufficio idrografico della R. Marina, non diedi corso alla pubblicazione della nuova carta. Se lo faccio ora dopo 13 anni, è perchè penso che il mio rilevamento, per quanto incompleto, varrà sempre meglio che nulla.

Metodi impiegati. — Mi servii di una lancia leggera, che dava poca presa ai venti e con facile manovra si prestava alla verticalità degli scandagli; sul bordo di essa era impiantato un verricello con avvolta una fune graduata (diam. m. 0,003) portante all'estremo un cilindro di piombo di kg. 4, peso che trovai sufficiente, perchè la sensazione del fondo raggiunto fosse percepita dalla mano. [1]

La posizione dei punti scandagliati, difficile a determinarsi quando vi è un solo operatore, venne fissata mediante uno squadro allineatore a riflessione di Wollaston. [2] In qualunque punto del lago uno si trovi, può col detto strumento rapidamente riconoscere di essere sull'incontro di almeno due allineamenti, presso a poco perpendicolari fra di loro, ciascuno dei quali determinati da due punti opposti, visibili sulla terra: case, chiese, edifizi stradali, vette di monti, sporgenze di capi, ecc., i quali o esistono sulle carte, o, se vi mancano, possono con misure dirette esservi segnati. Pratico delle sponde del lago, trovai ciò molto facile. Spesso anzi, se i due allineamenti si incontravano con un angolo acuto, ne individuavo un terzo per controllo, presso a poco divi-

[1] Il cilindro era stato fuso con un peso svantaggiosamente maggiore ed era provveduto sulla base di una cavità, destinata a raccogliere i saggi di fondo. L'averlo dovuto mozzare per ridurlo più leggero fu la causa per cui dovetti rinunciare a quella raccolta e limitarmi alla misura delle profondità.

[2] Sarebbe stato inattuabile il metodo, che è seguito pei laghi stretti o piccoli, di scandagliare i punti di un allineamento, valutandone le distanze col numero dei colpi di remo.

dente per metà il supplemento ottuso di quell'angolo. Talora questi tre allineamenti tracciati sulla carta si intersecavano nello stesso punto, talora invece determinavano un triangoletto, del quale tenni buono il centro. L'istrumento inoltre permette di tracciare delle normali agli allineamenti stessi e, quando esse da una parte o dall'altra incontravano sulle sponde dei punti noti, servivano talvolta di controllo.

Questo processo di orientamento raggiunse una esattezza sufficiente per la scala della carta, cui fu applicato. Anzi per la persistente divergenza degli allineamenti, facenti capo ad alcuni punti, potei riconoscere che dessi vi erano inesattamente segnati.

Correzioni. — Le profondità lette sulla fune dovevano essere corrette. Facile mi fu ridurle al livello normale di magra, avendo costruito a Marone, dove risiedevo, un idrometro provvisorio, concordante con quello che allora esisteva a Paratico; d'altronde le variazioni di livello nel lago d'Iseo, in confronto di altri laghi lombardi, sono piccole [1] e minime furono in quell'autunno.

Di rado mi occorse di fare correzioni per la non verticalità della fune in scandagli rilevati al sopraggiungere di un tempo cattivo; preferiva ripeterli.

Una correzione invece importante fu richiesta dall'allungarsi della fune. L'allungamento fu rapido nei primi giorni, più lento dappoi, e alla fine raggiunse la misura del 4 %. Mediante controlli della graduazione eseguiti a diversi intervalli, potei per interpolazione e col sussidio di un diagramma correggere le letture fatte. E credo tale correzione soddisfacente, perchè alcune misure di punti cadenti in plaghe pianeggianti del fondo, ripetute in diversi tempi e quindi in diversi stadii di allungamento della fune e corrette coll'anzidetto diagramma,

[1] Secondo le mie osservazioni, che datano dal 1879, l'escursione del pelo di acqua, dalla massima magra alla massima piena, non oltrepassa m. 2,50. Era maggiore nella prima metà del secolo, innanzi che si eseguissero dei lavori allo sbocco del torrente Guerna, che migliorarono il deflusso dell'emissario.

diedero per risultato presso a poco la stessa profondità. Certo sarebbe stato preferibile adoperare una fune metallica.

Carta batometrica. — Gli scandagli fatti in questo modo in 32 giorni di lavoro nel 1884 sommano a 247, dei quali, togliendone 21 per misure termiche o controlli, rimasero 226 scandagli utili, con cui ho dapprima rappresentato il fondo del lago sulla carta 1 : 75000. Nel 1893 eseguii altri 21 scandagli per accertare una prominenza subacquea e nel rifare il lavoro sulla carta 1 : 50000, [1] ne soppressi 11; quindi 268 furono gli scandagli eseguiti e 236 quelli utilizzati.

Il bacino sommerso è rappresentato con isobate di 10 in 10 m., tranne sulle pareti subacquee più scoscese, deve non fu possibile segnarle che di 50 in 50. Le curve a profondità multiple di m. 50 hanno tratto più forte e la chiarezza con ciò ottenuta dispensa dall'aggiungervi sezioni trasversali. Nel tracciare le curve cercai di interpretare la forma del bacino nel modo, che mi parve il più consentaneo ai fenomeni, che a mio avviso concorsero a modellarlo. Per ogni verifica lasciai sussistere sulla carta i punti scandagliati e le quote corrispondenti, arrotondate in metri. Si badi però che un rilevamento batometrico, con scandagli distribuiti a caso e quindi solo eventualmente cadenti nei punti singolari del fondo, è parificabile ad un piano quotato, i cui punti siano stati scelti da un cieco, a meno di moltiplicare notevolmente gli scandagli. Quelli da me assunti sono pochi, 4 per kmq., mentre furono, ad esempio, 21 pel Lemano, [2] 39 pel Cusio. [3]

Tuttavia, se qualche inesattezza occorse nella posizione e valore delle quote per causa dei metodi di orientamento e di correzione, o nel tracciamento delle curve per insufficienza di punti, o infine nel trasporto

[1] È la carta annessa al presente scritto. Nel ricavarla da quella dell'I. G. M. I. conservai soltanto le isoisse di 100 in 100 m., soppressi alcuni dettagli non necessari e feci diverse aggiunte e mutazioni alla nomenclatura.

[2] Forel, *Le Léman*. I, pag. 37. Lausanne, 1892-1895.

[3] De Agostini, *Il lago d'Orta*. Torino, 1897.

di punti e curve dal disegno originale alla pietra, non può derivare da tutto ciò una notevole alterazione alla plastica generale del bacino. Chi avrà migliori mezzi potrà compire il lavoro che io ho soltanto abbozzato.

CENNI GEOGRAFICI.

Forma. — Il lago d'Iseo, interposto sul corso del fiume Oglio, fra le provincie di Bergamo e Brescia, si distingue per la sua forma flessuosa. In una prima tratta a monte, lunga circa km. 5 dalla foce dell'Oglio, fra Lovere e Pisogne, fino a Riva di Solto, l'asse è diretto da N N E a S S O in continuazione della Valcamonica, poi in una seconda tratta centrale di km. 11 da Riva di Solto verso Iseo si piega allineandosi da N a S, e infine bruscamente, prima di Iseo, svolta verso O per altri km. 9 fino all'escita dell'Oglio, fra Sarnico e Paratico.

Monti contigui e valli affluenti. — Lo circoscrivono monti di mediocre altezza, separanti i bacini delle valli affluenti.

A destra, sovrasta a Lovere l'altipiano di Bóssico (m. 700—1000 sul lago), [1] che è gradino al monte Váltero (m. 1274 s. l.) Indi presso Castro sbocca in lago dalla gola del Tinazzo il torrente Borlezza, tributo del bacino che si intercala fra i bacini camuno e seriano fino alla Presolana. Vi fanno seguito l'isolato monte Clemo (m. 609 s. l.) e la sella di Solto, che dà passaggio alla val Cavallina. Tutto il resto del versante destro fino a Sarnico è formato dai diversi contrafforti dei monti Torrezzo (m. 1193 s. l.) e Bronzone (m. 1149 s. l.), che dividono il Sebino dalle valli Cavallina ed Adrara, ed ivi sono incise le valli affluenti dei torrenti Candile, di Parzánica, Rino di Vígolo e Rino di Predore.

A sinistra, fra Pisogne e Marone sorgono i monti Ágolo (m. 1193 s. l.),

[1] Le altezze citate nel presente scritto si riferiscono al livello del lago d'Iseo, che è a 185 m. sul mare.

e Noale (m. 862 s. l.), il Corno Trentapassi (m. 1063 s. l.) con altre cime minori e le Punte Tisdello (m. 1149 s. l.) e Valfellera (m. 948 s. l.), tutti contrafforti occidentali del monte Guglielmo (m. 1764 s. l.), donde portano il loro tributo al lago il torrente Trobiolo ed il Bagnadore, scendente dalla conca di Zone. Indi si staccano dallo stesso Guglielmo il monte Percaprello (m. 1052 s. l.) colla cresta diretta verso il lago, donde scende la *Valle* di Marone; poi il monte Valmala (metri 1142 s. l.), il Redondone (m. 959 s. l.), il Grandinale (m. 826 s. l.) e la Punta dell'Orto (m. 816 s. l.), dividenti il Sebino dalla val Trompia. E dalla loro gronda occidentale affluiscono i minori corsi di Sale Marasino, Sulzano ed Iseo. Infine fra Iseo e Clusane sul Lago si apre la regione collinesca della Franciacorta, dopo la quale il monte Alto (m. 467 s. l.), col tributo di piccoli affluenti, chiude il bacino fra Clusane e Paratico.

Maggiori dettagli orografici troveranno posto nei cenni geologici.

Principali dimensioni. [1] — Lo sviluppo dell'asse del Sebino, tracciato indipendentemente dalle isole, misura dalla foce all'uscita dell'Oglio km. 24,82; [2] la massima larghezza cade nella parte mediana su di una retta normale all'asse e tangente a nord di Montisola ed è di km. 4,46, mentre se non si tenesse conto dell'isola cadrebbe tra Sale e Tavernola Bergamasca e sarebbe di km. 4,90. [3] La superficie

[1] Le dimensioni aerometriche sono medie di più misure graficamente prese sulla carta 1 : 50000 (poichè quella 1 : 25000 è un ingrandimento in 4 fogli con linee di congiunzione poco precise). Ad onta di ogni cura impiegata sono ben lungi dall'assicurarne l'esattezza in confronto delle misure, invero poco diverse, di G. ed O. Marinelli, che citerò insieme a quelle di altre fonti.

[2] Cifra che si accosta a quella di km. 24,90 misurata da G. Marinelli sulle carte austriache (*Ann.* 1888, op. cit., pag. 56) ed a quella di km. 25 data dalle *Not. statist. intorno ai fiumi, laghi, ecc. delle prov. comprese nel Gov. di Milano* (Milano, 1833). La differenza può dipendere dal modo di tracciare l'asse ed anche dall'avanzarsi della foce dell'Oglio.

[3] È quindi errata la massima larghezza di km. 5,40 data dalle citate *Notizie statist.* del 1833 e ripetuta in pubblicazioni posteriori.

ad acque magre misura kmq. 60,69, [1] indi la larghezza media risulta di km. 2,44. Il perimetro è di km. 60,33, [2] dei quali km. 28,56 spettano alla sponda destra e km. 31,77 alla sinistra. Infine il volume dell'acqua in magra è di kmc. 7,46, [3] in piena di kmc. 7,60; indi essendo la profondità massima, come si dirà, di m. 250,75, la profondità media risulta di m. 123, e il rapporto fra la media e la massima di 0,49.

Isole. — Il lago d'Iseo si distingue anche per le sue tre isole sorgenti all'estremo meridionale della parte mediana, e come questa allineate.

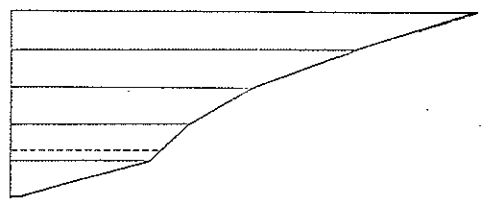
[1] Cifra pressochè intermedia fra quella di miglia quadr. 17,4 (da 60 al 1°) data dalle *Not. stat.* del 1833, arrotondata poi in kmq. 60 nelle *Not. nat. e civ. su la Lombardia* di C. Cattaneo (Milano, 1844), e quella di kmq. 61,36 di O. Marinelli (op. cit., 1894); più discosta dalla cifra di kmq. 62 di Strelbitsky (*Superf. de l'Europe*, St. Pétersbourg, 1882).

[2] Si accorda di più con quello assegnato da G. Marinelli in km. 59,80 (*Ann.*, 1888, op. cit.), che non con quello di km. 56 delle *Not. stat.* del 1833.

[3] Calcolai il volume in due modi: cioè con 6 sezioni orizzontali di 50 in 50 m., e con 52 sezioni verticali, opportunamente scelte normalmente all'asse del lago; misurando le aree col planimetro rispettivamente sull'originale della carta batometrica e sopra profili in scala 1 : 25000 e moltiplicando la media delle aree per la distanza. Adottai la media dei due risultati, singolarmente e forse solo per caso concordanti, essendo stato l'uno di kmc. 7,44, l'altro di kmc. 7,48. Del primo computo cito le superficie racchiuse dalle isobate multiple di 50 m. e il loro rapporto colla superficie dell'isobata 0, tracciandovi di fronte la curva ipsografica, ove 1 cm. equivale sulle ascisse a kmq. 10 di superficie, sulle ordinate a 100 m. di profondità:

Isobata	*Superficie*	*Rapporto*
m. 0	kmq. 60,69	1,00
50	44,92	0,74
100	31,47	0,52
150	23,41	0,39
200	18,35	0,30
250	0,60	0,01

Curva ipsografica



La maggiore di esse è *Montisola*, colla forma di un quadrilatero mediamente largo km. 1,70 da est ad ovest, e lungo km. 2,40 da nord a sud, colle dimensioni massime rispettivamente di km. 1,99 e km. 2,87; il perimetro di km. 8,63; la superficie di kmq. 4,28 [1] ed il punto culminante a m. 414 s. l. [2]

Le altre due sono piccole e trascurabili nel calcolo delle aree; l'una, l'*isola Loreto*, distante circa km. 0,68 a nord di Montisola è uno scoglio attualmente deserto, alto circa m. 15 s. l.; l'altra, l'*isola S. Paolo*, abitata, dista circa km. 0,45 a sud di Montisola, è piana e appena al sicuro dalle massime piene.

Queste isole e la riva sinistra, cui sono più vicine, determinano un canale di lago, distinto dal bacino principale: è il *canale di Sale*, largo in corrispondenza a Montisola da km. 0,63 a km. 1,07, e in media km. 0,84.

ALCUNI APPUNTI FISICI.

Il mio contributo alla fisica del Sebino è insignificante, dacchè non fu mai ne' miei intenti di occuparmene. Però, visto che sulla temperatura del lago non si ha, per quanto io sappia, che una osservazione di Pavesi, [3] darò quelle da me fatte, aggiungendo un cenno sui venti e sulle correnti, che non sono senza influenza per la morfologia limnica.

Temperatura. — Con un termometro a massimo e minimo, del gabinetto di fisica dell'Ist. tecn. sup. di Milano esplorai la temperatura a diverse profondità sopra tre verticali consecutivamente. L'operazione durò dalle 2 alle 6 pom. del 14 ottobre 1884, mentre un

[1] Secondo O. Marinelli (op. cit., II, 1895) è kmq. 4,34.

[2] Dalla carta 1 : 50000. Altre volte (op. cit., 1885) ritenni la quota di m. 434, media di parecchie osservazioni barometriche.

[3] Pavesi, *Ulter. studi sulla fauna pelag.*, ecc. (Rend. Istituto lomb. XII, Milano, 1879.)

termometro, posto a Marone all'ombra ed a nord, segnò nello stesso lasso di tempo un'escursione da 13°.2 a 10°.2 C. Eccone i risultati:

Profondità	m. 0	Temperatura	15°.0 C	tra Loreto e Montisola
»	5	»	16.2	
»	10	»	16.4	
»	20	»	15.3	
»	25	»	12.1	
»	31	»	8.7	
»	41	»	7.2	
»	52	»	7.0	
»	63	»	6.9	
»	79	»	6.9	
»	105	»	7.1	a 1 km. da Loreto verso Tavernola
»	131	»	7.0	
»	157	»	7.0	
»	182	»	7.1	a 2 km. da Loreto verso Tavernola.
»	239	»	7.0	

Quindi la massima temperatura dell'acqua si trovò, quel giorno, a circa m. 10 sotto la superficie, col salto termico fra m. 20 e 31, e in tutta la massa d'acqua inferiore a m. 41, la temperatura oscillò di 0°,1 intorno a 7°,0. [1] Pavesi (op. cit.) il 23 giugno 1879 aveva trovato, tra Iseo e S. Paolo, 23° in superficie, 19° a m. 100 di profondità.

Sarebbe vano con questi soli dati intavolare il complesso problema della termica del lago, tanto più che il termometro da me adoperato, per quanto buono, non era difeso contro le pressioni, e la serie essendo frazionata sopra tre verticali perde di valore. Mi limito a notare che la

[1] Il fatto è noto ai pescatori, che calano in lago al disotto di m. 30 i cesti colla pesca della giornata, per mantenerveli ammarrati, fino alla spedizione settimanale ai mercati.

temperatura abissale del Sebino sarebbe superiore di circa 1° a quelle del Lario e del Verbano, inferiore, di poco meno, a quella del Benaco. [1]

Venti. — Sul lago d'Iseo regnano col bel tempo due venti regolari ed alterni. Uno, appunto detto il *vento*, spira dal monte al piano durante la notte ed il mattino. L'altro, detto *óra*, spira con direzione opposta durante il giorno. Due periodi più o meno lunghi di calma intercedono fra l'uno e l'altro, segnandone l'inversione. Il fatto è noto, ripetendosi in tutti i nostri laghi. Il *vento* e l'*óra* del Sebino corrispondono rispettivamente alla *tramontana* e *verna* del Verbano, al *tivano* e *breva* del Lario, al *sòver* e *ànder* del lago d'Idro ed al *sòver* ed *óra* del Benaco.

Altri venti regolari sone le brezze terrestri od *arie*, che spirano verso sera per qualche ora, principalmente allo sbocco delle valli, precedono il *vento* propriamente detto e sono poi da esso soprafatte.

Ma col cattivo tempo la regolarità vien meno e in generale il *vento* soffia anche di giorno, quindi a danno dell'*óra;* oppure i due venti principali si spostano di angoli variabili e prendono diversi nomi, fra gli altri quelli di *bresciana* e *bergamasca*, che non sono però gli stessi per tutti i punti del lago.

I temporali poi, che agitano il Sebino nella parte superiore, entrano nel bacino da più punti, ma il più spesso dalla val Cavallina per la sella di Solto, dove ritengo piova di più che in altri punti della regione. [2] L'agitazione in questo caso si estende a tutto il bacino me-

[1] Forel, *Ricerche fis. sui laghi d'Insubria*. (Rend. Ist. lomb. XXII, Milano, 1889.) — Uff. idrogr. della R. Marina, *Carta idrogr. del Verbano*, 1891. — Richter, *Corrisp. scient.* (Riv. geog. ital. I, Roma, 1894.) — Bettoni E., *Sopra le temp. delle acque del lago di Como, rilevate dal cav. E. Burguières.* (Rend. Ist. lomb. XXVIII, Milano, 1895.) — Uff. idrogr. della R. Marina, *Carta idrografica del Benaco*, 1896. — Marinelli O., *Sopra alcune ricerche relat. alle cond. di temp. del lago di Como.* (Riv. geog. ital. III, 1896.) — Garbini, *Alcune notizie fis. sulle acque del Benaco.* Ibid., IV, 1897.

[2] In mancanza di dati pluviometrici ho questa notizia che ad Endine, in valle Cavallina, il cui laghetto è alto m. 154 sul Sebino, si fanno tre tagli annuali di fieno, e sulle rive del Sebino due; mentre poi quivi i prodotti maturano prima.

diano e batte principalmente contro la sponda sinistra. Talora i temporali si affacciano dalla valle di Parzanica o di Vigolo, colpendo parte o tutto il fianco occidentale di Montisola. I più violenti seguono il ramo da Sarnico ad Iseo, e, noti col nome di *sarnighere*, investono il lato meridionale di Montisola stesso, facendosi risentire fino a Tavernola ed a Sale. In ogni caso è dominante la provenienza dei temporali da ponente.

Correnti. — Le acque del Sebino sono dotate di un movimento di traslazione dall'entrata all'uscita dell'Oglio. Il filone di tale corrente tende ad accostarsi alla sponda sinistra nella tratta superiore fra Pisogne e le Punte delle Croci, si mantiene poscia sull'asse del bacino centrale, e da ultimo, nello svoltare per il ramo di Sarnico, si accosta al Corno di Predore; in sostanza segue la linea longitudinale, che corrisponde ai punti più profondi dei profili trasversali. Su questa linea si trovano appunto i galleggianti (foglie e detriti diversi), che l'Oglio anche in magra porta al lago. La velocità della corrente non si avverte però nel bacino centrale, ma solo là dove la profondità e quindi la sezione è minore, e cioè nella tratta che fa seguito alla foce dell'Oglio e principalmente in quella che ne precede l'escita ed è poi ivi distinta quando il lago è gonfio. Le velocità, che ho determinato in più luoghi, presentano scarso interesse, perchè variabili ed influenzate da altri movimenti.

Infatti sulla spiaggia di Marone, durante la calma che segue il *vento* e precede l'*óra*, si osserva sempre una corrente costiera diretta verso nord e quindi inversa al movimento naturale delle acque. La velocità col bel tempo arriva fino a m. 1,14 per 1'. Credetti si trattasse di un movimento vorticoso, prodotto dall'ostacolo di Montisola. Ma dopo aver notato che analoghe correnti, ugualmente dirette, durante la stessa calma, si manifestano a valle di Montisola presso Montecolino e sulla sponda opposta a Tavernola, al *Bogno* di Zorzino, a Castro e altrove, mi convinsi trattarsi invece di un riflusso verso nord delle acque, che il *vento* precedente aveva accumulato a sud. Infatti quella corrente è

tanto più sensibile, quanto più forte è stato il *vento;* ed una volta, dopo uno dei più impetuosi, che aveva infuriato tutta la notte e il seguente mattino e mentre non era ancora completamente ceduto, la corrente costiera verso nord assunse a Marone una velocità di m. 3,35. Questa spiegazione è confermata dal fatto, che una corrente opposta si manifesta prima di notte durante la calma che precede il *vento,* per l'accumularsi delle acque sotto il soffio dell'*óra.* Anche per questo caso e in circostanze analoghe misurai velocità fino a m. 3,32.

Restrinsi le osservazioni alle calme, quando i galleggianti gittati in lago non si spostano che pel moto dell'acqua e le restrinsi alla spiaggia, dove è più facile farle; ma è ovvio che una corrente inversa a quella delle calme deve generarsi coi venti che le precedono, ed è probabile che gli stessi movimenti alterni si estendano al bacino centrale del lago, ed agli estremi rallentino od accelerino la corrente naturale. A Lovere quando l'Oglio è in piena si desidera il *vento* anzichè l'*óra.*

Forel (op. cit. II, pag. 278, 1892-1895) ammette nel Lemano l'accumularsi delle acque sottovento, ma ne suppone il ritorno per controcorrenti profonde, e, fra le altre prove, cita il lieve intorbidarsi delle acque, dopo un forte vento di N E, lungo la spiaggia svizzera, che è sopravvento.

Nel Sebino, quando l'Oglio è gonfio, il lago si mantiene chiaro o diventa solo opalino davanti a Castro, ma si intorbida sulla sponda verso Riva, che è rocciosa e senza affluenti. Sembra che le acque torbide del fiume sprofondantisi alla foce, come vedremo, in qualche punto risorgano alla superficie. Ma questo fatto, che non ho ancora studiato, sembra indipendente dai venti e non parificabile a quello descritto da Forel per comprovare le controcorrenti profonde del Lemano, dove poi il regime dei venti è ben diverso. In ogni modo da noi un ritorno delle acque accumulate sottovento avviene certo per correnti superficiali alterne, non escludendo l'esistenza di controcorrenti profonde che

infatti dai pescatori sono avvertite [1] ed ammettendo inoltre che abbia parte nel fenomeno e lo complichi il disuguale e non contemporaneo riscaldamento solare delle diverse plaghe del lago, diversamente orientate ed ombreggiate. [2]

CENNI GEOLOGICI.

Il Sebino è scavato fra rocce secondarie, coperte qua e là da depositi continentali, per lo più quaternari. A mostrare i rapporti che ha il lago colle sue sponde, premetto una rassegna geologica, breve e sommaria (giacchè una dettagliata avrebbe richiesto carta a colori e profili, che non potei ora, ma spero più tardi pubblicare) e limitata alle condizioni litologiche e tettoniche. Prenderò però occasione per citare pochi fatti nuovi osservati e alcuni dei fossili rinvenuti, che furono determinati dal prof. C. F. Parona, cui rinnovo pubblicamente i miei ringraziamenti.

---

[1] Mi hanno gentilmente comunicato di aver fatto più volte questa osservazione il prof. P. Castelfranco sul Sebino e l'ing. G. Besana sul Lario.

[2] Ho segnalato questo problema delle correnti; ma quanti altri sono da studiarsi e non soltanto nel Sebino! Esistono nei nostri laghi i movimenti di altalena, come nel Lemano *(seiches)?* Essi furono bensì osservati nel Benaco e descritti più volte da Goiran e P. Bettoni; ivi anzi (come men danno cortese notizia il prof. O. Marinelli e il dott. A. Garbini), diconsi *sesse,* nome che potrebbe benissimo adottarsi nel linguaggio scientifico. Ma i limnometri di precisione per studiarne il ritmo sono un desiderio. E poi con quali leggi si stratificano o si uniformizzano termicamente le acque nelle diverse stagioni? Come ne varia la composizione? Quale la natura delle torbide e del fondo? Quali i fenomeni ottici? Il patrimonio delle nostre cognizioni su questi argomenti è scarso, perchè sono pochi gli osservatori. In questi ultimi tempi i piccoli laghi italiani vennero quasi tutti esplorati da volonterosi giovani, ed anche pei grandi, ove l'opera, pel tempo e la spesa che richiede, supera le forze di un privato, si nota un promettente risveglio. Ma molta via rimane da percorrere per raggiungere il livello d'oltralpe. Qual geniale impiego di ozi autunnali troverebbero i colti villeggianti dei laghi lombardi, se, da qualcuno guidati in un indirizzo scientifico, si dedicassero a studi limnici!

Sponda destra. — Lovere-Zorzino. — Allo sbocco dell'Oglio la costa di Lovere fa seguito al versante destro della Valcamonica, e s'innalza con moderata acclività fino al ciglione dell'altipiano di Bòssico. La formano diverse rocce triasiche, non le più antiche, che prima del lago spariscono sotto la foce dell'Oglio per ripresentarsi sulla sponda sinistra. A destra le prime rocce in contatto del Sebino sono i calcari norici, visibili all'estremo nord di Lovere ed estendentisi presso Branico e sopra Corti allo sbocco di val Supina. Vi si sovrappongono i calcari scuri e le arenarie policrome del raibliano, formanti la nota lista, che dall'abitato di Lovere sale a Qualino e Flaccanico, per proseguire indi verso il monte Pora ed oltre. Essa racchiude ne'suoi strati più recenti una gran lente di gesso, che si sviluppa parimenti dalle case di Lovere per notevole altezza verso l'altipiano di Bòssico. La serie si chiude colla dolomia principale, compatta, raramente farinosa, spesso brecciforme, che occupa una più ampia area dalla gola del Tinazzo all'altipiano anzidetto ed al versante sinistro di val Borlezza e che prosegue poi per altri km. 3 nella ripa scoscesa lungo il lago, da Castro fin presso Zorzino, donde si interna nell'altipiano di Cerrete, e sui monti Bogno e Clemo. Dentro di essa dolomia sono incisi due seni lacuali a pareti inaccessibili, detti *Bogni:* il *Bogno* di Castro, largo ed aperto, nel centro del quale trovai, a fior d'acqua, un esiguo affioramento di gesso raibliano, e il *Bogno* di Zorzino o di Riva, dove il trias ha fine.

Nei piani norici e nel raibliano la posizione degli strati muta da un punto all'altro, ma mediamente può loro attribuirsi una direzione parallela a quella delle loro liste di affioramento (da N a S) ed una pendenza mutabile, ad O, quindi i rapporti di posizione sono normali. Le anzidette liste tagliano con ciò obliquamente il lago, dirigendosi verso la loro ricomparsa in punti più meridionali della sponda sinistra. E lo stesso dicasi della dolomia, meno distintamente stratificata, per quanto il risorgere del gesso nel *Bogno* di Castro faccia sospettare un nascosto sconcerto.

Sull'area triasica descritta, diversi ed interessanti più che altrove sono i depositi quaternari, che ebbi occasione di distinguere in una recente nota [1] e sui quali presto ritornerò per rendere conto di ulteriori osservazioni e rinvenimento di fossili, confermanti le deduzioni fatte. Anzitutto evvi presso Corti, a S. Maurizio ed altrove una alluvione fortemente cementata, con elementi camuni, preglaciale, che rivedremo altrove. Speciale invece alla plaga di cui si tratta è una brecciola dolomitica *(crespone)*, che a Poltragno, presso Castro intorno al Tinazzo, non che a riva di lago fra i due *Bogni*, mal si distingue talora dalla dolomia brecciforme, che ricopre e da cui deriva, ma che per la sua giacitura e pel contenere ciottoli striati, dimostrai spettare in parte ad una prima fase interglaciale. E ad una seconda fase interglaciale riferii invece, oltre il noto deposito lacustre di Pianico, una grandiosa formazione, prima d'ora inosservata, di travertino, tufo e sabbione calcarei, che si sviluppano intorno allo sbocco del Borlezza dal Tinazzo. Le morene, in parte terrazzate, hanno pure notevole sviluppo sulla costa di Lovere, nel versante sinistro del Borlezza e sugli altipiani di Bòssico e del Cerrete; sono scarse invece tra Castro e Zorzino. Infine spettano al quaternario recente l'alluvione dell'Oglio e la conoide del Borlezza.

Zorzino-Zu. — Il *Bogno* di Zorzino, quasi porto naturale, è difeso da un lato dalla Punta delle Croci bergamasche, triasica, e dall'altro da una sporgenza acutissima di strati verticali, retici; nel centro sta il confine fra i due terreni, con qualche discordanza, benchè nel loro insieme essi concordino sufficientemente.

Il retico dopo il *Bogno* occupa per lungo tratto la sponda destra del lago, con calcari oscuri ed argilloscisti neri, i primi in contatto del trias e fin oltre Gargarino, i secondi a Riva, dove formano la falda, che sale dolcemente a Solto, ivi muore in un ondulato altipiano, per

[1] Salmojraghi, *Formaz. intergl. allo sbocco di V. Borlezza,* ecc. (Rend. Ist. lomb. XXX, Milano, 1897.)

scendere poi in val Cavallina. Ma da Riva verso Zu ed oltre si ripresentano i calcari, non privi di interstrati scistosi; indi una maggiore acclività della sponda lacuale. Gli strati del retico sono diretti a SE e verticali dal *Bogno* a Gargarino; verso Riva, senza mutar direzione, inclinano a SO e in tale inclinazione persistendo ed accentuandosi, dopo oltrepassato Zu, spariscono nel lago sotto il lias del monte Creò.

In questa successione trasgressiva, dove forse dei salti e scorrimenti spostarono gli scisti dal contatto del trias, mal si possono tracciare i tre piani di Curioni; [1] più attendibile è la divisione di Varisco [2] e di Taramelli [3] in due piani e il riferimento della maggior parte del retico costeggiante il lago all'inferiore. Però il loro confine e quello col lias, che dovrebbero cadere sull'erta del Creò, non sono facilmente determinabili per l'uniformità litologica e l'asprezza del luogo. [4]

Il quaternario consta di qualche alluvione cementata (di cui è notevole un relitto presso Zu con rocce camune e in strati inclinati al lago), e di morene, estese e terrazzate, lateralmente alla sella di Solto e a Fonteno nella valle del Candile. La mancanza di elementi glaciali sulla falda da Riva a Solto accusa una denudazione recente dell'erodibile retico, che fu influenzata anche dalle citate condizioni pluviometriche della località.

Zu-Predore. — Il lias si sviluppa sulla sponda destra in una sinclinale che ne è il motivo tettonico dominante. I suoi strati, sovrapposti al retico, scendono dal monte Creò, attraversano la valle di Portirone e con movimenti flessuosi, che alla Punta della Preda si accentuano in

---

1 Curioni, *Geol. appl. delle prov. lomb.* I, Milano, 1877.

2 Varisco, *Note illustr. della carta geol. della prov. di Bergamo.* Bergamo, 1881.

3 Taramelli, *Spiegaz. della carta geol. della Lomb.* Milano, 1890.

4 In una galleria aperta presso Zu, per seguire un banco di pietra da cemento, trovai: *Myophoria inflata* Emm., *Anatina praecursor* Opp., *Chemnitzia Quenstedti* Stopp., *Cerithium Hemes.* D'Orb.; e più in alto, nel Candile, *Bactryllium* sp. sp.

piccole sinclinali, susseguite da anticlinali a ginocchio, pur con direzione sensibilmente costante si immergono gradatamente nel lago e a Tavernola gradatamente risorgono per innalzarsi, regolarissimi quivi nel loro andamento, verso Gallinarga ed oltre. L'ala settentrionale, che dirò di *Portirone*, inclina all'incirca verso S, e l'ala meridionale, che dirò di *Gallinarga*, all'incirca verso N, essendo però le direzioni delle due ali non parallele, ma convergenti verso Siviano. Il centro poi, a riva di lago, si distingue nelle cave aperte presso il Follo di Tavernola in una curva irregolare, a grande raggio. Le sorgive, che ivi sgorgano perenni, mostrano che la piega fu accompagnata da fratture. L'asse della sinclinale si interna per un certo tratto verso ponente, alla sinistra del Rino di Vigolo, che ha inciso una gola negli strati dell'ala di Gallinarga; ma più in alto se ne perde la traccia. Forse si dirige a NO, e le ali così regolarmente divaricate sulle falde del lago, scostandosene si contorcono e si avvicinano. Infatti osservando la regione da un punto elevato, per es. dal Guglielmo, si scorgono gli strati dell'ala di Portirone continuare a perdita d'occhio sui contrafforti del Torrezzo, e quelli dell'ala di Gallinarga drizzarsi quasi verticali sul cono del Bronzone.

Della sinclinale di Tavernola è visibile in numerosi affioramenti, sulla estesa delle sue ali, la parte superiore. È un calcare compatto, per lo più di color plumbeo, con macchie di fucoidi, in strati di variabile grossezza, sempre distinti, con interstrati marnosi, scistosi o galestrini, e noduli o straterelli di focaia nera. Dove questa manca, la pietra è in generale atta a dare calce idraulica. La parte inferiore invece vedesi bene soltanto sulle sponde lacuali e principalmente lungo la strada da Tavernola a Sarnico. Quivi, appena oltrepassato Gallinarga, in relazione all'innalzarsi dell'ala omonima, si presentano man mano da sotto ai calcari selciosi precedenti e con essi concordanti, altri calcari dello stesso colore o più oscuri, in strati più grossi, privi di focaia, ma atti a dare calce grassa, e alternati a qualche banco di dolomia bianca. Sulla stessa strada, al di là del Corno di Predore, una

scarpa di detriti maschera probabilmente a riva di lago il passaggio al retico. Ma più in alto sul dorso del Mondara gli strati liasici selciosi continuano verso S. Gregorio, dove li riprenderemo.

Curioni riferì al lias inferiore soltanto gli anzidetti strati più profondi in contatto del retico, e tutto il resto, quindi la maggior parte della sinclinale di Tavernola, al superiore. Varisco invece dà la prevalenza al lias inferiore (in cui comprende anche il medio) e limita il superiore ad una lista normale al lago dal Corno di Predore verso il Bronzone, ciò che non si accorda colla descritta tettonica. Parona[1] infine, pei fossili già studiati da Meneghini ed altri, segna a Tavernola il lias medio. Ora quei fossili provengono dalle cave aperte a riva di lago un poco a tramontana del Follo;[2] e cioè da strati prossimi al centro e quindi fra i più recenti della sinclinale. Dovrebbe concludersi che il lias superiore è soppresso o ridotto e tutta la stratificazione va spartita principalmente tra il lias inferiore ed il medio. E mancando altri dati paleontologici, in analogia anche con quanto vedremo sulla sponda sinistra, il confine ne può essere segnato nel punto presso Gallinarga, dove ha luogo il menzionato cambiamento litologico, e quindi in via di presunzione in un punto omologo dell'ala di Portirone.

Nell' area liasica il quaternario è scarso sull' erta del Creò e sul dosso del Mondara; lo è meno nella valle del Rino di Predore; copioso invece nelle valli di Parzanica e del Rino di Vigolo. A Parzanica un' alluvione, in parte cementata, sparsa in superficie di massi glaciali è analoga a quella di Cislano; anzi verso il torrente genera delle piramidi di erosione. Così Vigolo giace sopra un' alluvione cementata. Le morene poi sono frequenti in depositi discontinui, per lo più terrazzati, nelle due valli e principalmente nella seconda, a Cam-

[1] Parona, *Appunti per lo studio del lias lomb.* (Rend. Istit. lomb. XXVII, Milano, 1894.)

[2] In una di quelle cave trovai soltanto: *Lytoceras nothum* Mgh. Recentemente vi feci col prof. Sina una maggior raccolta, non ancora studiata.

biànica, a Biànica e più a monte verso il collo del Giogo fino all'altezza di m. 477 s. l. e ad una maggiore altezza sopra Vigolo. Spesso si associano a depositi di loro sfacelo o coprono relitti di alluvioni ad elementi locali. Infine oltre alcuni giacimenti di tufo calcareo presso la Punta della Preda, nella valle di Parzanica ed altrove, si notano a riva di lago i detriti più recenti, per quanto in parte cementati, fra il Corno e Predore e le conoidi attuali dei due Rino.

Predore-Sarnico. — In quest' ultima tratta, per l' elevarsi dell'ala liasica di Gallinarga, risorge il retico. Il fatto non sfuggì ai primi osservatori, ma fu esagerato: da Villa[1] che vi faceva spuntare anche il trias, da Mortillet[2] e Stoppani[3] che coronavano la sinclinale di Tavernola col giura e colla creta. Più attendibile è il profilo di Curioni (op. cit., pag. 17). Planimetricamente però l'area retica è meno internata di quanto tutte le carte hanno raffigurato. Infatti l' ala di Gallinarga si spinge regolarissima e tutta di un pezzo dal Corno di Predore, per S. Gregorio attraverso la valle del Rino, fino al collo Cambline. Quivi giunta si piega in un'ardita anticlinale a ginocchio, di cui dal lago vedonsi, in parte infrante, la curva e l' ala meridionale, o stinco, scendente quasi verticale al lago tra S. Giorgio e Cadè. È sotto questo ginocchio, in una valletta, che l'affioramento retico è più esteso e da lì muove in punta verso Predore, ed oltre sotto i detriti di falda del Corno.

Agli strati liasici dello stinco anzidetto si appoggiano successivamente, pure verticali o fortemente inclinati a S S O: le marne per lo più rossastre, talor altrimenti colorate, con straterelli di focaia ed ap-

[1] Villa G. B., *Osserv. geogn. e geol.* ecc. (Giorn. dell'Ing. Arch. Agr. V, Milano, 1857.)

[2] Mortillet, *Note géol. sur Palazzolo,* ecc. (Bull. Soc. géol. de France. XVI, Paris, 1859.)

[3] Stoppani, *Riv. geol. della Lomb.*, ecc. (Atti Soc. geol. I, Milano, 1859.) Il profilo di Stoppani fu popolarizzato nelle opere generali di Omboni e di Negri.

tici sopra Cadè; la maiolica pure selciosa e con aptici del monte Faeto; i calcari marnosi, poco compatti, cinerei o giallognoli, in parte galestrini, della Forcella; e infine le brecciole con sovrapposte arenarie delle cave di Sarnico. Se girando intorno a queste si rimonta la val Maggiore (affluente della valle Adrara, e scorrente quasi parallela al lago al di là del Cambline e del Faeto) si rivede la stessa serie invertita e cioè: i calcari marnosi all'unione delle due valli, la maiolica a Capra, le marne rossastre a Viadanica, oltre Viadanica il lias. Ma quivi in corrispondenza al ginocchio di Cadè la tettonica si complica per salti o scorrimenti, in conseguenza dei quali è portato a circa m. 750 s. l., presso il collo d'Oregia a piè del Bronzone, un lembo isolato di marne rossastre, non però accompagnate dalla creta, come credette Hauer.[1]

Non entro nei dettagli delle formazioni enumerate e nei problemi che involge la loro successione, se cioè le marne rossastre rappresentino soltanto il giura propriamente detto o includano nella loro parte più bassa il lias superiore (rosso ammonitico), se la maiolica debba e come spartirsi fra il giura e l'infracretaceo e infine a quali piani della creta spettino i calcari marnosi e le arenarie. Ci importa solo il fatto che le anzidette formazioni, addossate allo stinco liasico dell'anticlinale di Cadè, sono nelle loro liste d'affioramento, dalla val Maggiore al Sebino, e mediamente nei loro strati, dirette a S E E e quindi tagliano obliquamente il lago, ivi orientato da O ad E, talchè le liste stesse appaiono, sulla pendice tra Cadè e Sarnico, più larghe della loro rispettiva potenza. Esse poi nel loro insieme iniziano un'ala di sinclinale, di cui vedremo il seguito.

Il quaternario è principalmente rappresentato da scarpe di detriti di falda, che scendono fino al lago. Tracce moreniche si trovano da per tutto, ma non estese morene, se non al di là di Sarnico, nel poggio di Montecchio, ove si addossano alla grande alluvione terrazzata dall'Oglio. Evvi pure qualche tufo calcareo ed infine un lembo del deposito lacustre di valle Adrara sembra insinuarsi in val Maggiore fino a Viadanica ed oltre, sfumantesi poi a monte e lateralmente in detriti cementati.

[1] Hauer, *Erläut. z. e. geol. Uebersichtskarte*, etc. (Jahrb. d. kk. geol. Reichsanstalt. IX, Wien, 1858.)

Sponda sinistra. — Pisogne-Marone. — Il bacino del lago si inizia a sinistra colle arenarie rosse del trias inferiore, scendenti in ripida china sul piano interrito della foce dell'Oglio. Ad esse si sovrappongono gli scisti (servini), con letti di siderite e filoni di baritina; indi le dolomie cariate e le argille con selenite ed anidrite, che iniziano il trias medio. Gli affioramenti di queste rocce, dentro cui è incisa, prima di sfociare in lago, la valle del Trobiolo, si seguono nell'anzidetto ordine, in liste orientate da N O a S E con immersione degli strati mutabile, ma dominante a S O e colla complicazione di fratture e salti, che nei dintorni stessi di Pisogne danno luogo a ripetizioni di affioramenti.[1] Questi salti, di cui non è facile seguire l'andamento e segnare i limiti (in relazione ai filoni di baritina ed agli spostamenti incontrati nelle miniere di questa, e in quelle di siderite), spiegano la discordanza, ivi già nota, fra arenarie e servini, ed è forse per essi che le filladi pretriasiche dell'alta valle del Trobiolo scendono ad incastrarsi fra dette rocce fin sotto Pontasio a km. 2,5 dal lago. In ogni caso le descritte formazioni spariscono, e i gessi prima delle altre, sotto la massa calcarea del monte Noale.

Sono calcari talora dolomitici, per lo più marnosi e scuri o bernoccoluti, comprendenti diversi piani mediani del trias, in parte continuativi a quelli che iniziano la conca sebina sulla sponda destra. In essi frammezzo ad ondulazioni secondarie domina lo stesso orientamento delle rocce del Trobiolo, ma, pare, senza i disturbi ivi notati. Anche dal lago si può collo sguardo seguirvi l'andamento degli strati addos-

[1] Alcuni di questi salti furono osservati da Salomon e citati da Vigo (*Le porfiriti del M. Guglielmo.* Rend. Ist. lomb. XXIX, Milano, 1896).

santisi ai precedenti gessi e sottoponentisi ai calcari, arenarie e marne policrome del seguente piano.

È questo il classico affioramento raibliano di Toline, che da Lovere attraversa il lago e sul versante sinistro si erge in una stretta lista verso S E fino alla Croce di Zone ed oltre.[1] Gli strati, in generale diretti come la lista, spariscono, con pendio a S O, sotto la susseguente dolomia e nel livello più alto presso Sedergnò[2] inglobano una lente di gesso, che corrisponde a quello di Lovere, come il gesso di Pisogne corrisponde a quello di Volpino. Curioni (op. cit., pag. 199) e Cacciamali[3] citano ivi affioramenti di diorite (porfirite ?).

La dolomia principale incomincia alla Punta delle Croci bresciane (quasi di fronte al luogo dove sulla destra la stessa roccia finisce) e prosegue poi a formare la dirupata sponda sinistra del lago per oltre km. 5, donde si interna verso oriente nelle aspre balze del Corno Trentapassi, dei Corni Capreni, del monte Pizzoli e della Punta Conicolo, fino alla conca di Zone. Litologicamente, tranne che alla Punta delle Croci è brecciata, presso Vello bituminosa e qua e là si muta in calcari dolomitici, presenta pel resto nella sua più gran parte i caratteri, che la distinguono dalle altre dolomie; e il paesaggio ne è improntato. La sua posizione fra il raibliano e il retico e la saltuaria presenza della *Gervillia exilis* Stopp. sp. confermano il suo riferimento ad un unico livello.

Però la sua tettonica non è chiara, anche perchè la stratificazione in grossi banchi non è sempre distinta, talor ingannatrice per litoclasi

[1] Limitandomi alle sponde del lago non seguo il raibliano oltre la Croce di Zone; noto solo che non ne potei accertare la biforcazione tracciata da Deecke (*Beitr. z. Kennt. d. raibl. Sch.*, etc., N. Jahr. f. Min. Geol. u. Pal., Stuttgart, 1885) intorno al Monte Blùsena, che egli, seguendo Curioni (op. cit., pag. 206-217), pone nella dolomia principale, mentre credo si tratti di calcari preraibliani.

[2] Villaggio che sulla carta dello S. M. A. aveva il nome (ricordato perciò in scritti di geologi italiani e tedeschi) di *Sodarina*. Ivi è la chiesa di S. Bartolomeo, da Curioni citata più volte e da Deecke non ritrovata.

[3] Cacciamali, *Una gita geol.*, ecc. (Comm. Aten. Brescia, 1881.)

paralleli. Dalla Punta delle Croci a Vello domina la direzione del restante trias; i banchi pendono a S O od a S S O, per lo più con forte inclinazione, talor raggiungono la verticale, anzi alla Punta delle Croci la oltrepassano. Ciò si distingue anche dal lago, perchè secondo testate meno compatte, non secondo linee di massima pendenza, si tracciò il corso di alcuni burroni. A Marone collo stesso orientamento la dolomia si sottopone al retico. Ma intermediamente tra Vello e Marone, dove la roccia bituminosa e scistosa segna il livello del piano ittiolitico, che altrove divide o sostiene le masse dolomitiche, si presenta nelle cave di pietra da calce il vertice di una dolce anticlinale, che fa supporre o una nascosta sinclinale nelle vicinanze di Vello o meglio una o più fratture, con che la potenza della formazione si riduce ad una cifra verosimile di m. 1000-1500.

Sull'area triasica descritta notasi, fra i depositi quaternari, anzitutto degli isolati lembi di alluvione cementata nel Trobiolo e tra Pisogne e Marone, dove rimasero rispettati dalla denudazione. Una più estesa alluvione, parzialmente cementata, riempie la conca di Zone, si prolunga in detriti nelle sue convalli e con sovrapposte morene forma le piramidi di erosione di Cislano. Le considerazioni, che feci altre volte (op. cit., 1885) sopra quei depositi, devono correggersi in rapporto alla pluralità delle glaciazioni constatata nel Borlezza. Le morene salgono sul versante destro del Trobiolo a Siniga, a Grignaghe ed oltre fino a m. 875 s. l. Morene meno estese e massi isolati esistono sul sinistro, nonchè sulle pendici lacuali e principalmente nelle selle dei monti sopracitati, ove raggiungono l'altezza di m. 858 s. l. e donde si riversarono nella conca di Zone per congiungersi alle morene entratevi dal Bagnadore. Citansi ancora nel quaternario i cumuli di detriti di falda sulla sinistra del Trobiolo verso Gòvine e presso Toline, quivi su area raibliana, ma con elementi dolomitici; i grugni di tufo calcareo della cascata di Gòvine e infine le conoidi alluvionali dei torrenti Sonvico, Trobiolo e Bagnadore.

MARONE-VESTO. — Da Marone fin oltre Vesto affiora il retico in una lista, che, normale al lago, si estende verso oriente, lungo la *Valle* di Marone, ivi appunto determinatasi negli scisti neri del retico inferiore. Questi scisti, con intercalazioni di calcari compatti, oltre occupare il fondo della valle, si adagiano nel suo versante destro fino ad un irregolare terrazzo, sopra cui si drizza la barriera di dolomia principale dividente la *Valle* dal Bagnadore. Il contatto delle due rocce, dove non è mascherato dal quaternario, presenta delle discordanze in grado diverso, che accusano il disuguale movimento orogenetico subìto per la diversa compattezza. Invece sul più uniforme versante sinistro non si hanno che calcari oscuri, compatti (salvo interstrati scistosi), che forse in parte invadono il retico superiore. I loro strati, assecondando lo spostamento di direzione già assunto dalla dolomia triasica, sono in media diretti verso oriente, e dal poggio di S. Piero si drizzano per la Punta dei Dossi fino al Percaprello, volgendo le testate alla *Valle* e immergendo le facce sotto le morene di Sale. L'inclinazione è forte, in qualche punto raggiunge i 90°, al cimitero di Marone li oltrepassa.

Questa formazione indubbiamente retica,[1] fu da Curioni scambiata per raibliana. Il raibliano esiste, ma più addentro nella *Valle*, a Pergarone ed oltre, dove, persistendo il calcare retico sulla sinistra, scopronsi nel fondo le marne policrome affioranti da sotto alla dolomia principale della destra. Quindi nella *Valle* di Marone la tettonica, salvo le citate discordanze, è normale per km. 4 dal lago; al di là è disturbata da un salto.[2]

[1] Vi raccolsi: *Gervillia inflata* Schaf., da un erratico; *Lucina circularis* Stopp., dalla falda sinistra della *Valle; Pecten Massalongi* Stopp., *Anatina Passeri* Stopp., *Myophoria isosceles* Stopp., *Mytilus globatus* Dkr., *Bactryllium* sp. sp., dalla falda destra.

[2] La geologia dell'alta *Valle* di Marone è tutta da rifare. Curioni (op. citata, pag. 230) mette il Percaprello e la grotta dell'Acquasanta nella dolomia principale, mentre il primo è retico, la seconda norica. E lì vicino, sul passo di Sesser che mena in val Trompia, sonvi porfiriti, che da Deecke e da me si ritennero associate al raibliano, da Vigo più antiche. La plaga però è troppo discosta dal lago, perchè convenga trattarne in dettaglio.

Il quaternario sull'area retica consta di morene sparse specialmente sulla destra della *Valle* e quivi una è notevole presso la Madonna della Grotta, sovrapposta ad un'alluvione più antica. Gli erratici isolati vi salgono fino a m. 510 s. l. Vi si notano ancora le scarpe di detriti di falda, dolomitici e con massi voluminosi a destra, calcarei e trasformati in argilla smettica a sinistra.[1] Infine lo sbocco della *Valle* in lago dà luogo ad una conoide alluvionale, che per la sua forma accusa uno spostamento progressivo della foce verso tramontana ed un innalzamento, temibile per l'abitato di Marone.

VESTO-SULZANO. — La tratta che segue presenta difficoltà ad essere decifrata pel quaternario che quasi tutta la copre. Curioni vi segnò in massima parte il lias superiore, Ragazzoni il superiore ed il medio, Taramelli il medio e l'inferiore.

Ivi la costa sale dal lago fino ad incontrare le gronde meridionale del Percaprello e occidentale dei monti Valmala, Redondone e Grandinale. Due grandi morene la coprono, al di là delle quali prosegue il quaternario in forma di detriti, con sviluppo variabile e contorno frastagliato. Solo allo sfumare di questi appaiono le rocce dei citati monti. Lungo la loro cresta (lasciato da parte il retico Percaprello) trovansi sul Valmala calcari e dolomie, che reputo del retico superiore o del lias inferiore; però lo visitai una sol volta e durante una bufera di neve. Nel varco della Croce di Pozzolo, che fa seguito, si hanno dolomie scure e sul Redondone calcari, probabilmente entrambi del lias inferiore. Altri calcari vi succedono, analoghi a quelli di Tavernola e quindi del lias medio, indi nella sella di S. Maria del Giogo le marne rossastre e infine la maiolica sul Grandinale. La successione sembra

[1] SALMOJRAGHI, *Giacim. ed orig. della terra follonica*, ecc. (Atti Soc. it. di Sc. nat. XXXIV, Milano, 1893.)

avvenga senza rovesciamenti, e, ad onta della mutabile posizione degli strati, con una prevalente immersione verso ponente.

Nella parte mediana della costa non è dato scoprire la natura delle rocce sottostanti alle morene. Però ivi le acque piovane hanno solcato delle vallecole, raccoglientisi in brevi e ripidi torrenti, che scendono secondo linee di massima pendenza al lago e, prima di distendersi in conoidi, hanno inciso la morena e messo a nudo al disotto di essa dei piccoli ed isolati lembi di un'alluvione cementata e di rocce in posto. Queste rocce si osservano anche a nord di Sale, in Sale stesso, a Santa Giulia presso Tassano, dove rappresentano grugni sporgenti di un'orografia premorenica. Sono calcari per lo più oscuri, corrosi e frantumati, raramente risaldati, con associate dolomie bianche. La frantumazione è tale che in qualche punto la roccia si risolve in detriti minuti, utilizzati come sabbia. Trovai anche presso Sulzano un calcare oolitico. Queste rocce mal si possono studiare rispetto alla loro tettonica; vi prevale però una debole pendenza verso occidente. Ritengo che si tratti pure del lias inferiore, per quanto, nè quivi nè sulla cresta abbia trovato fossili.

Del quaternario furono già implicitamente citate le alluvioni più o meno saldamente cementate; i detriti estesi sotto il Valmala e il Percaprello, talora convertiti in breccia, raramente in argilla smettica; e le morene. Queste si adagiano in due piani inclinati, quasi semianfiteatri perchè terrazzati; l'uno sopra Sale, l'altro sopra Sulzano, elevantisi rispettivamente a 547 e 491 m. s. l. In realtà si tratta di una morena sola, perchè i due depositi, separati in alto per l'avanzarsi verso il lago di uno sprone del Redondone (Punta di Gole), sono più in basso riuniti. Aggiungansi diversi grugni di tufo calcareo, di cui uno grandioso presso Sale, creato da una sorgente, ora sminuita d'afflusso, e le alluvioni recenti (prismoidi e conoidi) dei corsi sfocianti fra Sale e Sulzano, dove la spiaggia è ghiaiosa.

Sulzano-Iseo. — Qui le formazioni sono palesi, però in parte rovesciate. Curioni, seguendo Hauer, vi segnò ancora lias superiore; più

attendibili sono le carte di Ragazzoni e Taramelli; il rovesciamento fu già notato da Mortillet, sol che parmi più esteso.

Al lago ivi scendono le pendici, in qualche punto scoscese, dei monti Grandinale e Punta dell'Orto e del contrafforte che se ne stacca, diretto verso S O sopra Provaglio. Ma tra il piè di quelle pendici e la riva lacuale sorgono alcuni piccoli ed isolati poggi, orograficamente anomali, e cioè Montecolo (m. 109 s. l.) e Montecolino (m. 23 s. l.), formanti due penisole, i poggi di Cavone (m. 44 s. l.) ad est di Iseo ed il castello d'Iseo stesso (m. 19 s. l.).

Se si prendono le mosse dal mentovato contrafforte, vedesi, tra Provaglio ed Iseo, il lias in strati regolari, piegarsi con lievi ondulazioni in un'ala di sinclinale pendente a nord. Presso Iseo, nella val Cùrtelo, vi si sovrappongono le marne rossastre selciose ad aptici e sovra queste la maiolica. La posizione quindi vi è normale, ciò che si conferma al poggio del castello d'Iseo, che, finora creduto una morena, consta invece, nel lato rivolto a mezzodì, di una sporgenza di marne rossastre e di maiolica, aventi gli stessi anzidetti rapporti.

Proseguendo verso Sulzano la maiolica si fa esclusiva e, mutabile ne' suoi caratteri litologici, costituisce i poggi di Cavone, le falde di Bùsine e di Covelo, il Montecolino e la rupe di Prato del Monte, donde si interna con notevole sviluppo verso la val Trompia, a Polàveno coperta da marne cretacee. Se non che, mentre fino a Bùsine i suoi strati hanno sempre l'aspetto di ala, inclinata a nord, di una sinclinale, più innanzi si fanno ondulati e contorti, ma mediamente mantengono la stessa direzione con una pendenza maggiore nello stesso senso. Credo che la maiolica in questo punto appaia duplicata, perchè si sia rovesciata verso sud sovra sè stessa in una sinclinale coricata. La piega dovrebbe cadere presso Covelo, ma è nascosta, forse sostituita od accompagnata da una frattura; e la grotta che ivi si interna nel monte lo fa sospettare.

Comunque sia, al rovesciamento parteciparono le successive formazioni più antiche. Le marne rossastre, non affioranti invero a riva di

ago, forse sottostanno alla bassura fra Montecolo e Pilzone, e nella susseguente valletta del Parlo appaiono ondulate, ma sovrapposte alla maiolica di Prato del Monte; non continuano però verso la val Trombia, nè si collegano a quelle di S. Maria del Giogo, che rispetto alla maiolica del Grandinale sembrano in posizione normale.

Vengono dopo i calcari liasici del Montecolo, la cui compagine è svelata dalle due cave, che ne hanno squarciata la fronte verso il lago (cava della Società italiana di cementi e calci idrauliche) e il fianco verso Sulzano (cava Pesenti).

Il calcare che vi si estrae per le calci idrauliche, rispettivamente di Palazzolo e di Zu, è in strati rotti da frequenti ed intrecciati litoclasi, talor spostati da piccoli salti; però vi domina la direzione EO ed una forte pendenza a N, talor raggiungente i 90°, per ciò gli strati delle due cave si corrispondono. [1]

Questo calcare, ritenuto fin qui del lias superiore, è ascritto da Paona (op. cit.) al medio [2] e in tal caso, come sulla sponda destra, mancherebbe o sarebbe ridotto il lias superiore. Entrambe le cave poi si stendono verso il lato settentrionale della penisola; ma ivi il calcare à calce grassa, è in strati più grossi, più regolari, ugualmente diretti e pendenti, però con pendenza minore, in ogni caso adagiati sul

[1] L'indice di idraulicità varia grandemente da uno strato all'altro; ma il fatto che le cave si esercitano con fronti pressochè normali alla direzione degli strati e che questi sono molto raddrizzati, favorisce l'ottenimento di una calce di tipo costante. Credo poi di intravvedere un rapporto fra la idraulicità e lo stato di frattazione; e cioè questa impedì l'accentrarsi della silice in noduli e straterelli (i quali frequenti altrove, mancano al Montecolo) e la silice invece, rimasta diffusa nel calcare, lo rese idraulico. Un fatto analogo ha luogo nelle cave aperte presso il centro della sinclinale di Tavernola.

[2] Raccolsi al Montecolo: *Phylloceras Partschi* Stur. sp., *Harpoceras algovianum* Opp. sp., *H. domeriense* Mgh., *H. boscense* Reyn. sp., *Coeloceras Morlleti* Mgh., *C. medolense* Hauer sp., *Platypleuroceras Salmojraghi* Par., l'ultima, una specie nuova, dalla cava Pesenti; le altre dalla cava della Società italiana negli strati più meridionali, che sono i più recenti.

lias medio. Spetta al lias inferiore e forse in parte anche al retico. [1] Il rovesciamento quindi è manifesto e le *cardite* citate in nota, giacendo sopra facce apparentemente inferiori, lo confermano.

E questo fascio di strati ribaltati del Montecolo si rivede nella stessa posizione sulla destra di val Parlo, dove il lias medio (e superiore?) si sovrappone e fa passaggio alle marne rossastre, e il lias inferiore, associato a dolomie, si sovrappone al lias medio. Da lì inflettendosi prosegue lo stesso fascio verso la Punta dell'Orto, oltre cui è interrotto.

Del quaternario non mancano sulle pendici da Sulzano ad Iseo le morene; rimarchevoli sono quelle insinuate e terrazzate in val Parlo fino a m. 450 s. l. e in val Cùrtelo fino a m. 406. Notiamo ancora una alluvione cementata antica nella stessa val Cùrtelo; un'alluvione recente addossata alla sporgenza rocciosa del castello d'Iseo; alcuni tufi calcarei; la conoide attuale del Cùrtelo e infine la spiaggia per lo più ghiaiosa, talor paludosa, fuorchè sul contorno delle penisole di Montecolo e Montecolino.

Iseo-Clusane. — Dopo Iseo le rocce secondarie lasciano il lago, sfuggendo verso Provaglio; ivi s'apre lo sbocco dell'antico ghiacciaio, pel quale dolcemente si sale alle molteplici cerchie dell'anfiteatro morenico della Franciacorta. I terreni quindi sono quaternarii.

Però fra le più basse morene si incontra un'alluvione cementata, già notata da Mortillet, che Taramelli (opera citata, 1890, pag. 36) giustamente ritiene anteriore alla formazione dell'anfiteatro. Il colle fra Cremignane e Barovardo la mostra formata di ciottoli e ciottoloni di rocce sebine e camune, d'aspetto torrenziale, solcata e arrotondata dall'azione glaciale. Ora questa azione deve essersi esercitata quando quell'alluvione era già trasformata nella compatta pudinga che vediamo ora, se potè troncarne e dimezzarne per sfregamento i ciottoli della super-

[1] Vi rinvenni: *Cardita austriaca* Hauer (?), *C. munita* Stopp. (?) e *Terebratula gregaria* Suess.; questa copiosa nel banco più settentrionale. Sono specie retiche, che però salgono al lias inferiore.

ficie, che ora per ciò appaiono incastrati, come lo sarebbero in un selciato, che fosse stato artificialmente arrotato. La singolare erosione meteorica, che colpì il centro di alcuni fra quei mezzi ciottoli esterni e ne rispettò il contorno, forse perchè solidificato dal cemento, depone pure in favore della sua antichità.

Mi scosterei troppo dal lago se mi estendessi a parlare delle morene frontali della Franciacorta, che furono descritte da molti e ultimamente da Sacco.[1] Ricordo soltanto che le sue cerchie esterne sono tagliate da una valletta (Fosso Longherone). Fra i terreni più recenti notansi i prodotti di sfacelo morenico, che fecero bassa e paludosa la riva del lago da Iseo a Clusane e che aiutati dai detriti di falda del contrafforte di Provaglio e dalla vegetazione palustre, trasformarono a piè del contrafforte stesso un seno di lago nella torbiera della Lama. L'idea che questa sia stata interclusa dalla conoide del Cùrtelo vien meno dopo la constatata sporgenza di rocce secondarie nell'abitato di Iseo.

Clusane-Paratico. — A Clusane si ripresentano le rocce secondarie sul fianco del Corno Pendila, propaggine del monte Alto, che sorge isolato fra l'Oglio, il Sebino, la Franciacorta e la pianura. Si ripete ivi la serie osservata tra Cadè e Sarnico, in liste d'affioramento alquanto irregolari, ma mediamente orientate da S O a N E con immersione a N O e cioè, cominciando dalla più recente: l'arenaria cretacea, affiorante a Paratico, dove in un con quella di Sarnico chiude la conca del Sebino, ed affiorante ancora su uno sprone presso Tidone, ma non scendente fino al lago; i calcari marnosi galestrini, parimenti cretacei, che rivestono invece la pendice lacuale fino a Clusane; la maiolica dietro di essi e successivamente le marne rossastre ed i calcari del giura e del lias, che, innanzi di arrivare al lago, spariscono tutti sotto le morene della Franciacorta.

[1] Sacco, *L'apparato moren. del lago d'Iseo.* (Ann. Acc. d'Agricolt. XXXVII, Torino, 1894.)

Questa serie delinea con quella fra Cadè e Sarnico la nota sinclinale sotto l'estremo del lago d'Iseo, per quanto le direzioni negli strati delle due ali siano un poco divergenti. Se poi questa sinclinale contorcendosi verso oriente faccia continuazione a quella che si ribalta fra Iseo e Pilzone, o se le due sinclinali sieno disgiunte da nascoste fratture, è difficile giudicare. Troppo estesa è l'area quaternaria che intercede fra di esse, mentre è noto che il basamento, che sostiene l'anfiteatro morenico, manda fuori spuntoni liasici, che non sono indizio di una sottostante tettonica uniforme.

Il quaternario di quest'ultima tratta si riduce alle morene di ostacolo del Corno Pendila e del monte Alto, a quelle frontali di Paratico, appoggiate sopra l'alluvione terrazzata dall'Oglio; alla conoide del torrente di Clusane; ai detriti di falda scendenti fino al lago tra Clusane e Tidone; e infine all'interrimento di un seno di lago fra Tidone e Paratico.

Isole. — Montisola. — Le divergenze sulla geologia di Montisola provano che fu poco visitata. Hauer la colorò tutta col lias inferiore; Curioni tutta col superiore; Ragazzoni vi tracciò tre formazioni (lias, marne rossastre, maiolica) in liste orientate N S. In realtà, nè maiolica, nè marne rossastre vi esistono. La roccia dominante è un calcare compatto, per lo più di color plumbeo, a fucoidi, con interstrati marnosi e spesso con noduli di focaia nera; esso forma, in strati distinti, l'ossatura di tutta l'isola, in tutto il suo contorno, per quasi $^9/_{10}$ della sua altezza sul lago. Dal lato orientale se ne vedono le testate pressochè orizzontali, corrispondenti a strati lievemente e mediamente acclivi verso O. Invece nel lato S O dell'isola si riconosce una inclinazione verso N, concordante coll'ala di Gallinarga, e nel lato N O una verso S concordante coll'ala di Portirone. Ciò si intenda in linea media ed approssimativa, perchè le oscillazioni e contorsioni secondarie sono molte. In ogni caso sembra che la sinclinale di Tavernola, che vedemmo contorcersi e sfumare verso ponente, continua invece verso levante, nel senso della direzione del suo asse, attraverso al lago fino

a Montisola, dove però la sua curva a poco a poco si stende e si raddrizza.

Come cappello a questo calcare stratificato, sorge sulla vetta dell'isola la piccola massa di un calcare bruno, subcristallino, fetido alla percossa, talor fratturato o brecciforme, imperfettamente stratificato, ma che ad onta di ciò si riconosce discordante dal precedente. Tra i due calcari si intercala, dal lato occidentale e in un punto di difficile accesso, un banco di conglomerato, ad elementi per lo più calcarei, taluni micacei od arenacei, in parte decomposti, ben diverso dalle alluvioni preglaciali.

Parona (op. cit.) indicò nel Montisola il lias inferiore, in base a pochi fossili che trovai fra Peschiera e Senzano, circa nel mezzo dei calcari stratificati;[1] vi indicò parimenti il lias medio per una specie raccolta erratica nello stesso punto.[2] La determinazione del lias inferiore veramente non si accorderebbe coi caratteri litologici della roccia, che sono eguali a quelli del lias medio di Tavernola. In ogni caso ed a maggior ragione sembra che il superiore manchi. Il calcare fetido della vetta poi, ove non trovai finora che resti indecifrabili, dovrebbe riferirsi ad un piano del giura, mentre il conglomerato, che lo separa dal lias, segnerebbe una fase di emersione posliasica. Però in nessun altro punto del Sebino trovai quelle rocce.

Del quaternario segniamo dei lembi di alluvione cementata a Peschiera Maraglio, sotto il castello della Rocca ed altrove e le morene terrazzate, coprenti discontinuamente tutte le pendici dell'isola, meno la orientale. Sul lato settentrionale occorrono i massi più voluminosi della regione sebina e in quello meridionale delle scarpe di detriti in parte cementati.

Loreto. — Consta di un calcare bruno, sensibilmente concordante con quello di S. Piero; per ciò e pei rapporti orografici lo ritenni

[1] *Arietites ceratitoides* Quenst. sp., *A. spiratissimus* Quenst. sp.
[2] *Harpoceras boscense* Reyn (?).

retico (op. cit. 1893). Ma un miglior confronto colla serie del Corno di Predore mi induce ora a collocarlo, quanto meno, sul confine tra il retico ed il lias; mentre poi tettonicamente si può considerare come partecipante all'ala di Portirone.

S. Paolo. — Ad acque basse, vi affiorano strati corrosi dalle onde di calcare liasico, con interstrati di focaia nera, concordanti coll'ala di Gallinarga.

Le due isolette quindi confermano i rapporti tettonici dell'isola maggiore colla sponda destra.

Riepilogo. — Nella parte superiore del Sebino le formazioni più antiche si succedono in ordine ascendente, regolare, secondo liste di affioramento corrispondentisi da una riva all'altra e con stratificazioni infrante, ma in generale uniclinali. La direzione media dei loro strati, assecondando presso a poco l'andamento di quelle liste, taglia obliquamente il lago in modo, che sulla sponda sinistra ciascuna formazione si protende più a mezzodì che sulla destra. Però quella direzione per gradi si sposta e all'altezza di Marone diventa pressochè normale all'asse del bacino. Indi nella parte inferiore di questo subentra, colle formazioni più recenti, una tettonica a grandi ondulazioni. La sinclinale di Tavernola, estendentesi alle isole, genera, all'estremo della sua lunga ala meridionale, l'anticlinale a ginocchio di Cambline e lo stinco di questa si avalla a formare la sinclinale di Sarnico, la quale infine, continua o no, si contorce verso oriente per ribaltarsi sopra sè stessa tra Iseo e Sulzano. La plaga che non si lascia coordinare in questo sistema di ondulazioni è quella nascosta sotto le morene di Sulzano e di Sale, dove bisogna ammettere delle fratture, che la dividono dalla precedente sinclinale ribaltata e dalle isole e spiegano forse la singolare struttura che vi abbiamo notato.

Dal punto di vista litologico è notevole il persistente alternarsi di formazioni aventi diversi gradi di erodibilità e cioè:

meno *più*
erodibili

arenarie triasiche
servini, dolomia cariata e gesso
calcari preraibliani
marne raibliane e gesso
dolomia principale
scisti neri retici
calcari e dolomie retici e liasici
marne rossastre liasiche? e giuresi
maiolica giurese ed infracretacea
calcari marnosi cretacei
arenaria cretacea.

Sui terreni quaternari ritorneremo più avanti.

MORFOLOGIA SUBACQUEA.

La descrizione d'una conca lacustre trova una difficoltà nella nomenclatura morfologica, non ancora convenuta od accettata fra i limnologi italiani. Per ciò sono indotto a proporre, con speciale riguardo al Sebino, ma senza troppo dettaglio, alcune denominazioni, sulle quali mi consultai con colleghi competenti, pronto però a rinunciare ad esse, quando altre migliori esistano o si contrappongano.

In senso longitudinale il *bacino principale* comprende: la *conoide subacquea* del fiume affluente, la *rampa discendente*, il *bassopiano* o *piattaforma centrale*, e la *rampa ascendente*, che fa capo alla escita del fiume.

In senso trasversale, se la sponda è rocciosa e cade a picco o molto ripida nel lago, manca in generale la spiaggia ed il profilo bagnato è costituito dal prolungamento sott'acqua della sponda stessa, che forma *parete* al bacino; al piè di questa una *scarpa di detriti* ne smussa l'angolo col *fondo* orizzontale. Se la condizione anzidetta non si verifica, allora sonvi uno *scanno costiero* ed una *spiaggia*, dovuti ad erosione od a dejezioni o ad entrambe le cause. La spiaggia si distingue in *insommergibile* e *sommergibile*; la prima per lo più colla costruzione di muri di sponda si trasformò in un *terrazzo artificiale*, più o meno largo e raccordantesi alla falda montana contigua. Al di là della spiaggia sommergibile sta lo *scanno*, che è un gradino sempre sommerso, limitato verso il largo dalla ripida *scarpa dello scanno*, il cui piede talora raggiunge il *fondo* orizzontale, talora segna il principio di una *falda subacquea*, meno acclive della scarpa e scendente al *fondo* stesso.[1] Questi accidenti si modificano alle foci degli affluenti, e cioè, secondo l'importanza di questi, la *spiaggia*, protendendosi od innalzandosi, prende forma di una *conoide emersa*, e lo *scanno* analogamente di una *conoide sommersa*, congiunta questa da una *scarpa* o da una *falda subacquea* al *fondo*.

Le stesse denominazioni sono applicabili ai *bacini secondari*, determinati dalle isole; se non che ivi il *fondo* per l'avanzarsi ed il congiungersi di *falde subacquee* opposte, o di *scarpe dello scanno* opposte, si modella con profilo trasversale concavo e con quello longitudinale di *valle sottolacustre*, scendente al bacino principale; oppure,

[1] Lo *scanno* corrisponde a beine del lago di Ginevra, blanc-fond di quello di Neuchâtel, Wysse, Schar, weisse Schar, Uferbank di altri laghi svizzeri o tedeschi; la *scarpa dello scanno* corrisponde a mont, Halde, Scharberg e la *falda subacquea* a talus del Lemano (Forel, op. cit. I, pag. 72). Garbini aveva proposto pel Benaco rispettivamente: spiaggia sommersa, declivio, talus (Garbini, *Primi mat. per una monogr. limn. del lago di Garda.* Verona, 1893). I pescatori del Lario dicono basso lo *scanno* e corona il ciglio della sua *scarpa*.

se intercluso da *dorsali*, prende la forma di *fossa* indipendente dal bacino stesso.

Ciò premesso, la conca del Sebino può distinguersi in quattro regioni: 1° *conoide dell'Oglio e rampa discendente*, 2° *bassopiano centrale*, 3° *isole*, 4° *rampa ascendente*.

Regione della conoide dell'Oglio e della rampa discendente. — A partire dalla foce il fondo si abbassa dapprima ripido (24—18 % fino alla isobata m. 50), indi prosegue con pendio per gradi più dolce (12—8 % fra m. 50 e 100; 6—4 % fra m. 100 e 200) fino a che, oltrepassate le Punte delle Croci, si raccorda col bassopiano. Il fondo per ciò comincia con un profilo longitudinale concavo, ma nello stesso tempo è lievemente convesso in senso trasversale, colla forma quindi di una conoide sommersa, sfumante nella rampa discendente. Ivi non esiste traccia di un alveo arginato sottolacustre, in continuazione a quello del fiume, come Hörnlimann ne scoprì nei laghi di Costanza e Ginevra alle foci del Reno e del Rodano. Se esso, per la natura delle dejezioni o per la composizione dell'acqua del Sebino, realmente manchi, o se la mancanza sia imputabile ad insufficienza di scandagli non saprei dire.

La foce poi non si protende deltiforme, ma con una fronte pressochè rettilinea o sol lievemente arcuata, occupante tutta la larghezza del lago e della valle. Ivi ha luogo quel fenomeno, pel quale, se nessun altro nome esiste, proporrei quello di *battagliera*, tradotto letteralmente da *bataillière* del Lemano (*Wellenkampf* dei tedeschi). E cioè le acque del fiume, più o meno torbide, entrano nel limpido lago per un certo tratto e poi si sprofondano in una cascata sottolacustre e spariscono. Alla superficie il confine fra le due acque è irregolare, ma spesso molto netto; il fatto dipende dal loro diverso peso specifico e quindi dalla temperatura rispettiva, ma più dal grado di intorbidamento del fiume. Per ciò l'interrimento di questo si avanza quasi tutto d'un pezzo, e quanta via abbia fatta lo mostra la valle che per circa

km. 10, fino a Darfo, è manifesta, e da tempo nota,[1] usurpazione dell'Oglio, aiutato dai torrenti laterali, sul Sebino. Curioni (op. cit., pag. 361) calcolò un progresso di circa m. 0,60 all'anno.

Le acque torbide del fiume e le limpide del lago si mescolano sul fondo e il processo non può seguirsi; ma una parziale miscela avviene anche in superficie per le oscillazioni della *battagliera* e pei movimenti vari delle acque del lago. Infatti, quando l'Oglio è in piena, l'acqua fra Lovere e Pisogne acquista un leggero intorbidamento, che si propaga gradatamente più in basso e diventa generale a tutto il lago, se tutti gli affluenti portano acque torbide, per quanto anch'essi, meno forse il torrente di Clusane, sfocino con una *battagliera* più o meno distinta. Per ciò in ogni punto del lago, tranne in vicinanza di sponde rocciose o spiaggie ghiaiose, lo scandaglio ritornò sporco di finissima melma.

Inoltre i due venti alterni e regolari si comportano in modo diverso sulla foce. L'*óra*, che si rinforza, come avviene dei venti lacuali, percorrendo la superficie liquida e che per di più deve infilare la strettura fra le Punte delle Croci, arriva alla foce con una violenza maggiore di quella, con cui vi arriva il *vento* dalla valle, quindi fa ostacolo all'ingresso dell'Oglio ed ha notevole influenza nell'impedirne lo interrimento deltiforme.

Se poi la fronte dell'interrimento non è normale alla comune direzione della valle e del lago, ma si avanza di più sulla sinistra, ciò devesi principalmente al torrente Sonvico, sboccante direttamente in lago fra la foce dell'Oglio e Pisogne, ed al Trobiolo, i quali fondono le loro dejezioni con quelle dell'Oglio, mentre dal lato opposto il Borlezza sbocca a maggior distanza e si crea una conoide sua propria.

L'entità di questa conoide e la sua forma di delta, benchè ivi abbia luogo parimenti la *battagliera* (non solo alla foce del ramo prin-

[1] Mairone da Ponte, *Sulla geol. d. prov. bergam.* pag. 29, Bergamo, 1825.

cipale, ma anche dei secondari artificiali) accusano la natura torrentizia del Borlezza, la forte pendenza della sua valle e la copia delle dejezioni grosse che trasporta. Il Borlezza sbuca dall' ultima tortuosità del Tinazzo con una direzione a sud, incontra l' ostacolo di depositi interglaciali, che già descrissi (op. cit., 1897), e spinge la punta della conoide emersa con una direzione anormale ad est, anzi quasi a N E E. Se in questa si mantiene, è perchè l' azione potente dell' *ôra*, sommata a quella della corrente di ritorno susseguente al *vento* (ivi distinta) prevale in superficie sull' azione debole del *vento*, sommata alla corrente di ritorno susseguente all' *ôra* ed al movimento naturale delle acque. Gli scandagli mostrano che invece la conoide subacquea si modella di più secondo questo ultimo movimento.

In conseguenza di questi complessi fatti, se da una parte il Borlezza tende a spingere la linea longitudinale di maggior profondità verso la sponda sinistra (dove come si disse sta il filone della corrente naturale), dall'altra per l' azione dei torrenti Sonvico e Trobiolo si può prevedere, che sarà interrito prima Pisogne di Lovere, anzi quivi lo avanzarsi del Borlezza intercluderà un laghetto, come in altri laghi già avvenne.

Ciò in un avvenire lontanissimo. Bartolini [1] da un'antica mappa dedusse che il delta del Borlezza si è proteso dal 1686 ad oggi di metri 100 e quindi in media di m. 0,50 all'anno; e con altre mappe più recenti calcolò che l'avanzamento fu di m. 55 dal 1686 al 1813, nullo dal 1813 al 1845 e di m. 45 da poi; ciò che si accorderebbe coll' opinione dei terrazzani, che il delta oggidì si protenda in lago di m. 1,00 all'anno. Ma non a torto l' autore dubita dell'esattezza della mappa del 1845.

E infatti mentre sarebbero spiegabili tanto l'accelerarsi, come il rallentarsi, entro certi limiti, della velocità d' avanzamento d' un delta,

[1] Bartolini, *L'allungamento della Punta di Castro.* (Riv. geograf. italiana. I, Roma, 1894.)

non saprebbesi, nel caso specifico, trovare le ragioni d'una sosta, susseguita da una così rapida ripresa. Comunque sia, ritengo che l'avanzamento medio annuo di m. 0,50 per gli ultimi due secoli, ed anche uno maggiore attualmente, devono interpetrarsi come un acceleramento, che ha forse la sua causa nelle mutate condizioni (per diboscamento) del bacino torrenziale, in più luoghi scolpito fra dolomie in sfacelo. Ma questi dati non servono di misura, nè per l' avvenire, a motivo della maggiore profondità che il delta va affrontando e delle frane subacquee (scorrimenti della spiaggia o dello scanno) che conseguentemente lo sminuiscono sul suo contorno, nè per il passato; bastando all'uopo ricordare che questo delta, ossia tutto l' edifizio che il Borlezza ha eretto dalla fine del glaciale ad oggi, misura, dalla gola del Tinazzo alla punta in lago, soltanto m. 800.

Infine lo scanno, ricorrente sulle due sponde del lago, manca in contatto delle pareti dei *Bogni* e delle due Punte delle Croci, la cui strettura è resa sott'acqua più angusta dal protendervisi d'una di esse.

2 **Regione del bassopiano centrale.** — Questa regione incomincia dopo la strettura anzidetta e finisce a quella fra Montisola e Gallinarga, escluso quindi il canale di Sale, che vedremo a parte. Essa giace tutta al di sotto del livello marino e vi forma una pianura sensibilmente orizzontale.

Infatti in senso longitudinale, il fondo, dopo essersi raccordato colla rampa discendente (2,4—1,3 % fra le isobate m. 200 e 240) scende ancora, mediamente del 0,20 %, e poi sale del 0,38 %, per indi innalzarsi di più ed iniziare la rampa ascendente. Nell'area collocata fra le due anzidette piccole inclinazioni opposte cade la massima profondità del lago, che nel 1884 determinai in m. 250,20 fra Porto di Siviano e Tavernola e nel 1893 in m. 250,75 fra Porto di Siviano e Portirone.

Innanzi al 1884 due cifre si ritennero come massima profondità del Sebino: la prima di m. 300 (tra Portirone e il Corno Trentapassi), che fu indicata primamente dalle *Not. statist.* (op. cit., 1833) e ri-

petuta nelle *Not. natur. e civ.* (op. cit., 1844), dalla quale opera, più nota, passò nelle descrizioni posteriori del Sebino;[1] la seconda di m. 340, divulgata da Pavesi (op. cit.), e parimenti ripetuta in pubblicazioni anche recenti.[2] Dal volgo e dai letterati[3] si crede che il punto più profondo cada sotto la rupe Trentapassi, laddove, scavata per dar passaggio alla strada, strapiomba quasi nel lago.[4]

In senso trasversale poi, specialmente nella tratta più larga, l'orizzontalità è perfetta. Il profilo bagnato è trapezio, salvo le scarpe irregolari di detriti, che raccordano il fondo alle pareti. Queste in generale sono sott'acqua meno declivi che fuori; però in alcuni punti il

[1] Perciò non vanno attribuiti a Cattaneo e rispettivamente a Lombardini i dati idrografici che sul Sebino e su altri laghi lombardi furono pubblicati nelle *Notiz. nat. e civ.* del 1844; mentre quei dati si conoscevano già per le *Not. statist.* del 1833. Quest'opera, dice Cattaneo (pag. 11), fu pubblicata per cura di Krentzlin. Ma questo nome, nè alcun altro, vi compare ad eccezione di quello di Masetti, direttore delle pubbliche costruzioni, che ne dettò la prefazione. Nè è probabile che Lombardini vi abbia collaborato, perchè la prefazione stessa porta la data del 1825 e Lombardini entrò bensì come aspirante nelle pubbliche costruzioni di Cremona, nel 1822, e vi fu nominato ingegnere di delegazione nel 1829, ma soltanto nel 1839 passò come ingegnere di 1.ª classe alla Direz. centr. di Milano (*Rendiconti Istit. lomb.* XII, Milano, 1879).

Mi consta poi dalle informazioni di vecchi barcaioli, che degli scandagli furono fatti in diversi tempi e tra gli altri dagli ingegneri che eseguirono la strada fra Marone e Pisogne, ma non da essi procede il dato di m. 300, perchè di quella strada, che fu aperta nel 1850, non si parlava nel 1833 che come di un desiderio, il che ricavasi dalle contemporanee *Not. statist. ossia tav. suppl. alla carta strad. delle prov. comprese nel gov. di Milano.* Milano, 1833.

[2] Garollo, *Diz. geog. univ.* Milano. 1898.

[3] Bertolotti, *Lett. da Telgate*, ecc. Milano, 1825. — Ferrari, *Un omaggio alla patria, ossia il Sebino.* Brescia, 1844.

[4] *Corno Trentapassi,* secondo le carte, è tutto il monte dolomitico, che sorge fra Toline e Vello; ma i lacuali per *Trentapassi* intendono propriamente la rupe a picco di fronte a Riva, e per *Trentapassini* quella di fronte a Zorzino, ambedue spettanti al Corno Trentapassi nel senso della carta. È poi da dirsi *Corno* e non *Corna,* perchè questa nel dialetto locale significa *roccia,* per lo più calcarea o dolomitica in strati indistinti, quello l'insieme di qualsiasi roccia mostrantesi nuda in una vetta, in uno sprone o in un capo sporgente in lago.

contrario ha luogo, come intorno al Corno Trentapassi, dove il fondo incomincia alla distanza orizzontale di soli m. 100–200 dalla riva. Quivi mancano e spiaggia e scanno; altrove esiste sol questo, non quella; oppure esistono ambedue, se, come nel retico della sponda destra, la erodibilità della roccia ne favorì la formazione. In questi casi la falda subacquea susseguente alla scarpa dello scanno è ripida e presto raggiunge il fondo.

Infine le condizioni anzidette subiscono poche modificazioni alle foci degli affluenti. Quanto sia stata grande la massa gettata in lago da questi lo dice l'erosione delle morene insinuate nelle loro valli; ma per la notevole profondità del lago le conoidi sommerse compaiono appena in forma di appiccicamenti (certo instabili) alle pareti o alle falde subacquee del bacino, salvo che con più numerosi scandagli non si riesca ad individuarne la plastica. Le conoidi emerse poi, che vi si sovrappongono, tendono a piegarsi a nord, al pari di quella del Borlezza e probabilmente per la stessa causa. Ciò è specialmente manifesto alla foce del Rino di Vigolo.

Regione delle isole. — L'allinearsi delle tre isole sebine e la non grande divergenza fra il loro allineamento e quello dei poggi, orograficamente anormali, di Montecolo e Montecolino suggeriscono l'idea, che essi, isole e poggi, segnino i punti di una cresta, che staccandosi dalla rupe di Covelo fiancheggiava nel preglaciale una valle affluente al bacino principale da sud a nord. Confesso che attendevo dagli scandagli una riprova a questa ipotesi, ma gli scandagli non la diedero.

L'isola Loreto orograficamente ha nulla a che fare col Montisola. Tra di esse il fondo del lago ha la forma di una flessuosa valle, con pendenza variabile, in media del 10 %, che collega il bacino meno profondo del canale di Sale col bassopiano centrale. Loreto è invece un protendimento del poggio di S. Piero e quindi della cresta della Punta dei Dossi e del Percaprello; anzi a S. Piero si congiunge sott'acqua mediante un basso fondo isolato, che è luogo noto ai pescatori. Ivi caddero due scandagli entrambi alla profondità di m. 21, ma

temo di non averne con essi individuato il punto più alto. Spetti poi Loreto al retico o al lias, la conclusione orografica rimane ferma.

Ad occidente poi ed a circa km. 0,77 da essa si innalza bruscamente sul bassopiano un cocuzzolo sommerso, dove per caso nel 1884 uno scandaglio si arrestò a m. 89. Credetti si trattasse di un ulteriore protendersi della cresta anzidetta (op. cit., 1885). Ma, per assicurarmene, feci nel 1893 altri scandagli, nei quali spostandomi intorno al punto ritrovato, la profondità minima risultò di m. 71, quindi il cocuzzolo alto m. 179 sul bassopiano. Dagli stessi scandagli fui condotto a ritenere che esso orograficamente dipenda piuttosto dal Montisola, che dall' isola Loreto. Per lo che la valle subacquea, che raccorda il canale di Sale col bassopiano, svolterebbe a nord lasciando Loreto a destra e il cocuzzolo a sinistra. Non sono però certissimo d'aver colpito la sua cima, come non sono certo d' avere rettamente interpetrato colle isobate la morfologia di quella plaga accidentata. Ad ogni modo una notevole elevazione esiste senza alcun dubbio sul fondo del lago d' Iseo e pare che essa in qualche punto abbia rocce sporgenti od incavate, perchè nel 1893 il peso dello scandaglio, che misurò la quota m. 145, rimase impigliato, nè potei più ritirarlo, talchè gli ultimi punti dovettero rilevarsi con un peso all'uopo improvvisato.

L' isola S. Paolo poi è connessa a Montisola e precisamente allo sprone della Rocca, e ciò sta bene, vista la comune liasicità e concordanza di stratificazione. Anche in questo punto sarebbe occorso qualche scandaglio di più per precisare il dettaglio della unione subacquea fra le due isole. Ma tanto Montisola quanto S. Paolo non hanno alcun rapporto orografico col Montecolo, benchè parimenti liasico. Secondo gli scandagli il fondo del lago tra Montisola e Montecolo è modellato a guisa di valle, con pendio variabile, in media del 5 %, che dal canale di Sale scende a confluire in quella raccordante la rampa discendente col bassopiano. Montecolo invece è una dipendenza orografica dello sprone che dalla Punta dell'Orto scende al lago tra Sulzano e Pilzone, come Montecolino lo è dell'altro sprone che scende a Covelo.

Nel canale di Sale lo scandaglio non oltrepassò m. 97, il fondo è sensibilmente piano (da m. 94 a 97), ma senza la perfetta orizzontalità in senso trasversale del bassopiano. La sua strettezza e minore profondità ne danno ragione. Gli scanni esistono su entrambe le sponde, la spiaggia soltanto sulla sinistra; quivi l'apparato costiero è più sviluppato e complicato per le molte conoidi dei torrenti che incisero le morene di Sale e Sulzano; le falde subacquee opposte tendono quindi a congiungersi ed a creare un profilo di fondo leggermente concavo.

Infine le due valli sottolacustri che collegano il canale di Sale al bassopiano, l'una a nord, l'altra a sud, hanno origine non alla profondità maggiore del canale stesso, ma in due dorsali congiungenti Montisola alla riva sinistra, rispettivamente dirette, l'una da Carzano a Vesto, l'altra da Peschiera ad un punto intermedio fra Sulzano e Montecolo. Queste dorsali foggiate a sella, entrambe alla profondità di circa m. 77, intercludono una fossa, sicchè se si imaginasse un sollevamento continentale, capace per la conseguente erosione dell'emissario di vuotare il Sebino, rimarrebbe nel canale di Sale un laghetto profondo m. 20. Ad onta di ciò, per l' insieme della sua forma emersa e sommersa, il Montisola appare, dal punto di vista orografico, un protendimento del Redondone, spingentesi per la Punta di Gole verso Maspiano.

4 **Regione della rampa ascendente.** — Il fondo del lago, partendo dal bassopiano centrale tra Montisola e Gallinarga, sale dapprima in forma di valle, con un pendio sensibilmente uniforme del 5—6 % (fra le isobate m. 240 e 170) e poi, svoltando a ponente, continua con uno più dolce, ma variabile, quindi secondo un profilo ondulato, fino ad un gradino pressochè orizzontale, che precede l' escita dell' emissario. Tra Montisola e Gallinarga la profondità massima è di m. 244, di fronte a Iseo di m. 100, a Predore di m. 65, a Clusane di m. 25, avvicinandosi a Sarnico si mantiene per circa km. 2 fra m. 17 e 18 ed è infine di soli m. 3 al ponte tra Sarnico e Paratico, dove l'Oglio rinasce. Non è improbabile che lungo questo percorso, con un rileva-

mento più dettagliato, si scoprano quelle fosse, che caratterizzano i rami omologhi di altri laghi.

Il profilo trasversale del fondo è piuttosto concavo, per le stesse ragioni dette a proposito del canale di Sale. La linea di massima profondità si accosta alla riva destra, lasciando sulla sinistra una plaga di acque basse con rive paludose. Sulla destra poi intorno al Corno di Predore, dove la sponda è scoscesa, merita menzione il fatto che la scarpa detritica, impiantata sul fondo, ha potuto per la minore profondità spingersi fuori acqua, e prestarsi essa stessa alla formazione di uno scanno, mentre l'analoga scarpa nel bassopiano sta sempre nascosta. Per lo stesso motivo gli affluenti di questa regione danno luogo a più distinte conoidi subacquee, benchè scolino valli meno estese in confronto degli affluenti del bassopiano. In quanto alle conoidi emerse notasi la direzione normale all'asse limnico di quella del torrente di Clusane, che si versa in acque morte. Il Rino di Predore sfocia piegandosi nel senso del movimento naturale dell'acqua del lago, inversamente quindi al Borlezza, ciò che appoggerebbe la spiegazione colà data. Il Cùrtelo di Iseo per contro si piega nel senso dell'*óra*, precisamente come il Borlezza, ciò che, salvo miglior studio, credo, dovuto all'azione dell'uomo. Infine i torrenti di Clusane e di Iseo sono anche elevati sulla spiaggia dove sboccano; talchè in un progetto di ferrovia, ch'ebbi occasione di farvi, dovevano passarsi con gallerie subalvee.

MATERIALI LIMNOGENETICI.

Il problema della genesi dei laghi prealpini invano affatica da mezzo secolo i geologi. Ipotesi disparate si proposero e si abbandonarono; alcune, cadute, risorsero;[1] non è raro che chi fu partigiano dell'una passi, armi e bagagli, nel campo di un'altra. Il velo non è ancora squarciato, nè lo sarà tanto presto. Per ciò quel problema in riguardo

[1] TARAMELLI, *Della storia geol. del lago di Garda.* Rovereto, 1894.

al Sebino non lo affronto; mi limito a raccogliere alcuni materiali di osservazioni e di fatti.

Sbarramento prequaternario. — Il Sebino non è sbarrato dal quaternario; se questo si imaginasse tolto, il lago si abbasserebbe, ma resterebbe. Infatti dal lato dell'emissario lo chiude l'arenaria; dal lato dell'antico sbocco glaciale il lias, che spunta sotto le morene, od un nascosto cretaceo. Se ciò non fosse (e secondo Cozzaglio[1] a Torbiato un pozzo raggiunse m. 14 sotto il lago) ecco a mezzodì dell'anfiteatro un ulteriore sbarramento prequaternario nel miocene continentale di Badia e Montorfano, il quale, anche supposto non continuo (poichè dei fatti nascosti sotterra lice sempre dubitare), spinge in ogni caso il lido pliocenico molto giù nella pianura. Comunque sia, la continentalità dell'apparato terminale del ghiacciaio camuno è certa, e l'ipotesi brillantemente difesa da Stoppani di un mare pliocenico, internantesi in fiordi, conversi in laghi da chiuse moreniche, è caduta. Se il fondo del Sebino sottostà in oggi di m. 66 al mare, niuno può sapere quale fosse il dislivello all'inizio del glaciale, molti essendo stati e agenti in senso opposto e con intensità ignota i fattori che lo hanno ridotto allo stato presente: da una parte l'abbandono di morene durante le avanzate e le ritirate, per quanto veloci, del ghiacciaio, e l'interrimento lacustre interglaciale, posglaciale e contemporaneo, eloquentemente dimostrato dal pianeggiare del fondo; dall'altra l'escavazione glaciale e forse i bradisismi discendenti, che sono accertati, quanto meno nella pianura, dalla continentalità delle alluvioni raggiunte nei pozzi di Milano[2] ed altrove sotto il livello marino.

Valle sebina. — I geologi sono ora in massima d'accordo, che i laghi prealpini non furono fiordi, ma valli, salvo dissentire sulla causa (bradisismi, escavazione di correnti o di ghiacciai, ecc.) della loro con-

[1] COZZAGLIO, *Paesaggi di Valcamonica.* Brescia, 1895.

[2] SALMOJRAGHI, *Osserv. geol. sovra alcuni pozzi*, ecc. (Rend. Istit. lombardo. XXV, Milano, 1892.)

versione in conche. Nè sono più le beanti squarciature della crosta terrestre, che un tempo a cuor leggiero si supponevano, ma valli lentamente plasmate dall'erosione di acque superficiali in concomitanza del corrugamento orogenetico. Questo, iniziatosi dopo l'eocene, procedette forse a scatti, con fasi di violenza e di debolezza, gradatamente poscia affievolitosi, in oggi, salvo gli assettamenti sismici, spento. Quella, accompagnatasi allo sviluppo della orografia, prescelse le aree di minor resistenza degli affioramenti erodibili, proseguì con decorsi mutabili e crescente intensità, raggiungendo il suo massimo molto prima della discesa dei ghiacciai, a cui cedette il campo.

A questo concetto il nostro lago non contraddice. Il suo bacino, da Lovere ad Iseo, è la vera continuazione della depressione camuna e forma con essa un'unica valle, che proseguiva, allargandosi, per la Franciacorta, fra il monte Alto a destra e i monti di Provaglio a sinistra, verso l'attuale pianura. Il ramo di Sarnico, che svolta a ponente e si restringe con sponde convergenti verso l'emissario, non entra nella traccia indicata; la sua storia fu diversa.

Il fatto orografico anzidetto è evidente. Il *vento* del Sebino, come per scendere dal monte infila la Valcamonica, così per proseguire al piano passa sulla Franciacorta. E l'inverso dicasi dell'*óra*. Quei due venti spirano anche nel ramo di Sarnico, ma con minore intensità, sicchè la navigazione a vela vi riesce meno facile.

Non mancano sul lago d'Iseo le altre prove, che altrove suffragano l'origine esogene delle valli.

Terrazzi orografici. — Probabili testimoni delle correnti, che nell'inizio solcarono l'area sebina, sono i terrazzi orografici, che, sparsi discontinuamente a tutte le altezze sui due versanti del lago, interrompono la acclività delle pendici rocciose, senza che quivi si avverta una predisposizione tettonica o litologica, valevole a spiegarli. Non si tratta, nella maggioranza dei casi, di gradini a spigoli netti, ma piuttosto di piccole tratte pianeggianti o poco declivi, con angoli rientranti e salienti, addolciti o smussati, spesso irregolarissime. Non sono da

confondersi coi terrazzi morenici o costieri, aventi aspetto di maggiore modernità. Però alcuni dei terrazzi morenici si distesero laddove preesistevano gli orografici. Uno studio di questi, topologico ed altimetrico, nell'intento di coordinarne i rapporti di continuità e di successione, non conviene ora. Mi limito a indicarne i principali.

Anzitutto, a destra, sulla pendice triasica di Lovere, i villaggi di Branico, Qualino, Flaccanico e Cerratello, scaglionati l'uno sull'altro, hanno le loro chiese, o una parte delle loro case, sopra tratte pianeggianti. Altre vi si intercalano frammezzo o si notano altrove sulla stessa pendice. Il carattere di terrazzi orografici, se non per tutte, in parecchie è plausibile. Nel dominio del retico analoghi gradini pianeggiano presso Zorzino, Gargarino, Zino e altrove, e sull'area liasica distinti fra gli altri sono i terrazzi di Cambiànica e Biànica scolpiti nell'ala di Gallinarga, coperti però da depositi quaternarii.

Sulla sinistra, oltre il pianoro raibliano di Sedergnò, si notano, sui dirupati fianchi della dolomia triasica, delle inflessioni di profilo che possono interpretarsi per terrazzi obliterati. Al Capo Colombera la roccia in strati raddrizzati strapiomba quasi nel lago, talchè la strada provinciale vi passa con più gallerie. Sovra queste appaiono due irregolari scaglioni, lunghi e larghi ciascuno qualche decina di metri, sovrapposti l'uno all'altro, ma divisi da un burrone. E dopo di essi il monte cogli stessi strati ripiglia la sua forte acclività verso la cresta. Il profilo terrazzato del Capo Colombera campeggia mirabilmente nel paesaggio del Sebino. Seguono nei dintorni di Vello e poi di Marone parecchi terrazzi o traccie di terrazzi, tanto nella dolomia sopra le ultime gallerie, al dosso Mergazzolo ed altrove, quanto nel retico tra Colpiano ed Ariolo, a Pregasso, a Vesto ed oltre. Ma il terrazzo orografico più distinto è quello che all'altezza di m. 302 s. l. è nettamente intagliato nella rupe, che ad oriente di Pilzone torreggia quasi a picco con strati raddrizzati ed arricciati di maiolica. È un piano di circa mq. 5400 di superficie, dopo cui l'erta ripiglia il suo andamento verso la Punta dell'Orto, ed ha il nome, che meglio non potrebbe espri-

mere il fatto, di *Prato del Monte*. Anche la Rocca d'Iseo sopra Covelo (m. 190 s. l.) ha sembianza di terrazzo orografico.

Sul Montisola, nelle morbide curve che principalmente a tramontana e ponente lo plasmano, si intercalano tratte pianeggianti alla Rocca, a Mensino, a Olzano, a Masse e più in alto altrove, in gran parte coperte da morene, ma probabilmente corrispondenti ad un preesistente terrazzamento del sottostante calcare liasico.

Infine le stesse apparenze terrazziformi si osservano fuori del bacino lacustre, in Valcamonica da una parte e sulle pendici conterminanti la Franciacorta dall'altra; quivi anzi (sopra Provaglio) distinguibili, pel diradarsi qua e là delle isoisse, anche sulla carta 1 : 25000.

Traccie di decorsi abbandonati. — Allo stesso ordine di fatti spettano le selle che intercedono fra alcuni poggi sporgenti dalle falde del lago e le falde stesse, e che possono interpetrarsi come traccie di decorsi abbandonati, tranne che l'erosione meteorica si presuma bastevole a spiegarne l'incisione ed a spiegare quindi l'isolarsi di quei poggi. Tale potrebbe essere il caso del monte Cala (420 s. l.), che, formato di dolomia brecciforme, si stacca dall'altipiano di Bòssico. Ma il poggio di S. Piero (151 s. l.) presso Marone, costituito da strati retici compatti, è separato dalla Punta dei Dossi, su cui continuano gli stessi strati, per l'interposta sella di Pregasso (m. 114 s. l.), la quale sembra appunto il solco di un'antica corrente migrata. E lo stesso dicasi di Montecolo, cui la bassura di Pilzone (m. 13 s. l.) divide dalla rupe di Prato del Monte, per quanto la causa possa anche ravvisarsi nella erosione meteorica o glaciale delle marne rossastre. I poggi anzidetti in ogni caso rappresenterebbero anche dei lembi rimasti di terrazzi orografici, arrotondati poscia dalle stesse azioni. Analoghe apparenze si ravvisano nel valico tra il Corno Pendila e il monte Alto e nelle due vallette che ne discendono in senso opposto verso Clusane e verso Paratico. Infine il canale di Sale, che in certo modo forma sella tra il Redondone e Montisola, corrisponde plausibilmente ad un decorso del fiume, che solcava la valle sebina. Un accidente analogo, benchè in scala minore, si osserva a Breno in Valcamonica.

Fenomeni carsici. — I tufi calcarei, a suo luogo ricordati, rappresentano una fase di attività carsica, svoltasi principalmente nel preglaciale, ora declinata. Di questa attività ci rimasero le doline, in generale con forme obliterate, sparse sugli altipiani di Bòssico e Cerrete sul Grandinale, sul Guglielmo e altrove, quindi tanto nelle aree che furono invase dal ghiacciaio, come in quelle che ne andarono immuni. Ci rimasero (oltre la grande grotta di Covelo) le molte e piccole grotte disseminate un po' da per tutto nelle regioni dolomitica e calcarea, intorno all'altipiano di Bòssico, sulle falde da Zu a Tavernola, del Corno di Predore, da Gòvine a Marone, da Sale ad Iseo, del Montisola, ecc. Corrispondono a sbocchi abbandonati di sorgive, che scomparvero o, sminuite, sgorgano ora da buche più basse; significano quindi un abbassarsi dell'idrografia sotterranea di mano in mano per l'erosione torrenziale si abbassava la superficiale. Degni di nota sono alcuni di questi sbocchi esauriti, che apronsi sopra Peschiera Maraglio a poche decine di metri sotto la cima di Montisola e che durante la loro attività dovevano richiedere una maggior area di alimentazione e quindi un'altezza soprastante maggiore.

Inflessione nel profilo degli affluenti — Mentre progrediva la incisione del solco principale della valle sebina, si incidevano nello stesso modo, lasciando analoghe testimonianze, i solchi delle valli affluenti; nello stesso modo, ma non di pari passo.

Il torrente di Parzanica, per es., scolpì il suo bacino dentro l'ala di Portirone, fra i monti Creò, Mandolino e Serezano, colla forma di una conoide negativa, percorsa da torrentelli confluenti, come la carta mostra a primo sguardo. Il torrente principale segue la generatrice mediana con un pendio sensibilmente uniforme del 24 %; giunto però presso il lago vi si precipita con un salto di m. 56, formando la cascata di Portirone.

Così il Bagnadore, escito dal quaternario di Zone, solca la dolomia principale con una pendenza in media del 17 %, indi si spicca in una cascata nel piano di Marone. Il salto è di m. 25, ma prima di esso

il torrente si tagliò una gola inaccessibile, profonda da principio m. 55 e la percorre con successivi piccoli salti fino al ciglio del salto principale. Quindi la cascata doveva essere un tempo di almeno m. 92, perchè il suo piede è alto ora m. 12 s. l.

Fatti simili si notano in quasi tutti gli altri affluenti del Sebino, che, innanzi sfociare in lago, hanno un profilo inflesso da una cascata unica o frazionata in cascatelle o da una rapida, precedute da una erosione, che testimonia essere stata l'inflessione maggiore nel passato.

Ora questi fatti, singolari per i tributarii di un lago, sono invece consueti per quelli di un fiume montano.

Le valli degli affluenti del Sebino, ingombre di morene, si sono formate prima della discesa dei ghiacciai e quando il lago non esisteva, poichè in questo nessuna traccia appare delle conoidi positive di dejezione, corrispondenti a quelle negative, così ampie, di erosione. Infatti nel bacino centrale il fondo si stende così piano sotto le rupi a picco, come davanti agli sbocchi delle valli affluenti. I materiali scavati per far posto a queste si versarono quando un impetuoso fiume poteva spazzarli via. La facoltà erosiva di questo fiume e quindi la velocità di affondamento prevalevano di gran lunga sopra quelle dei tributarii, che, rimanendo in ritardo, dovevano per guadagnarsi la foce sforzare il loro pendio ed infletterne il profilo.

E l'impronta creatasi in allora, quando la valle sebina era percorsa da un fiume, non si è ancora cancellata, benchè la causa sia da tempo cessata. Il raddrizzamento dei profili inflessi è il lavoro cui attesero gli affluenti da quando la valle si converse in lago. Ed è rimarchevole il fatto, che l'effetto ottenuto in questo lavoro si manifesta in ragione diretta dell'area del bacino degli affluenti e inversa della durezza delle rocce nel punto di inflessione, astrazione fatta dall'altezza originaria di questo punto, che fu influenzata dagli stessi fattori.

Il torrente di Parzanica con una piccola valle di kmq. 4,13 ha smussato sol di pochi metri il gradino di duro calcare della sua cascata. Lo stesso dicasi del Rino di Predore, che non ha una cascata unica, ma parecchi salti ed un bacino di kmq. 3,59. Più progredito è il raddrizzamento dell'inflessione di altri torrenti che hanno valli più estese, tuttochè fra rocce ugualmente dure o con durezza di poco inferiore alla precedente: sono il Candile (kmq. 11,07), il Rino di Vigolo (kmq. 14,84) e il Bagnadore (kmq. 18,12). Il torrente di Marone invece con un bacino di soli kmq. 6,54 si trovò alle prese col più erodibile retico e la sua cascata è ridotta ad una rapida con qualche piccolo salto. Il Borlezza infine, benchè non paragonabile ai precedenti per la fortunosa storia della sua valle, pure, se fra dolomie e brecce abbastanza dure potè colla gola del Tinazzo smussare notevolmente l'inflessione del suo corso, è perchè scola un'area di kmq. 139,51.

Alluvioni cementate. — Fino a quale profondità in relazione all'altimetria presente siasi spinto il solco sebino non sarà mai concesso di sapere. Ma se ad una fase di grande erosione seguì, come è nell'ordine dei fatti, una fase di grandi dejezioni, l'altezza cui giunsero queste è forse additata dai lembi di alluvioni cementate, che qualificai come preglaciali e per brevità di descrizione compresi tutte nel quaternario, mentre rimane aperta la quistione, se in parte non debbano retrodatarsi al pliocene. Non tutte però quelle che vedemmo sono preglaciali; tali ritengo per ora le pudinghe di S. Maurizio, Zu e Cremignane e forse qualcuna fra Sale e Sulzano, giacenti tutte a poca altezza sul lago. Altre, ad elementi locali, potrebbero attribuirsi ad affluenti sbarrati per opera del fiume recipiente, non potendo escludersi a priori, che questo, come prevalse su quelli nell'erosione, li abbia superati in qualche punto e in grado maggiore anche nelle dejezioni. Le grandi alluvioni sol parzialmente cementate, che più in alto colmano valli laterali (Zone, Parzanica, ecc.), coperte ivi da elementi morenici e sfumanti in detriti di falda, sembrano dovute invece a sbarramenti glaciali. Altre derivano da sfaceli morenici, quindi sono interglaciali o posglaciali. Il distinguerle caso per caso richiederà uno studio paziente, ma non inutile pel problema limnogenetico.

Per ora noto, che fra le alluvioni cementate di S. Maurizio (m. 140 s. l.)

e di Cremignane (metri 32 s. l.) havvi un dislivello di metri 108; che sopra un percorso di km. 18 corrisponde ad una pendenza di circa 0,6 %, la quale, per quanto non rappresenti con certezza il profilo d'impluvio del fiume preglaciale e sembri anzi insufficiente a travolgere i ciottoloni di quelle alluvioni, pure è superiore alle pendenze che ha ora l'Oglio dal lago a Cividate da una parte e dal lago a Palazzolo dall'altra. In ogni caso è una pendenza, non una contropendenza.

Morene. — Le alluvioni anzidette sottostanno sempre alle morene, talora portano i segni di arrotondamento glaciale; quindi i ghiacciai scesero dopo la fase di grandi dejezioni. Le morene del Sebino si sviluppano sulla sinistra più che sulla destra, dove il ghiacciaio deviava in parte pel Borlezza e la sella di Solto. Per ciò nelle morene sinistre prevalgono rocce camune, nelle destre, rocce locali. Il livello massimo raggiunto da entrambe sui due versanti si abbassa con una certa regolarità andando da tramontana a mezzodì. Ma se allo sbocco del Borlezza credo d'aver distinte le tre fasi di glaciazione, che oltralpe sono ammesse, e quindi due fasi interglaciali (op. cit., 1897), questa distinzione si presenta difficile per le morene laterali. Solo può riconoscersi come spettanti alle più antiche invasioni i massi isolati, sparsi a grande altezza specialmente sul versante sinistro, e alle più recenti le morene meno elevate con ciottoli a striature conservatissime. Un criterio litologico potrebbe aiutarne la distinzione, in base alla plausibile idea di Cozzaglio (op. cit.), che nelle prime glaciazioni il ghiacciaio camuno fu rinforzato dall'abduano, scavalcante l'Aprica. Ma in generale le morene estese e terrazzate, coperte da vegetazione, non svelano la compagine loro; spesso si confondono colle alluvioni di sbarramento, coi detriti di falda e coi prodotti del loro sfacelo. I terrazzi poi non sono netti che laddove si spianarono per coltivarli, e tali sono quelli misurati da Stoppani; [1] invece, se coperti di boschi o pascoli, sono irregolari, con un rialzo sul ciglio, che ne conferma l'origine.

[1] STOPPANI, *Era neozoica*, pag. 51. Milano, 1880.

Sembra invece, per quanto dice Cozzaglio e per gli appunti che già posseggo, che sarà meno difficile determinare la cronologia delle morene frontali della Franciacorta, in base alla integrità o al grado di ferrettizzazione dei loro elementi.

Lago. — È nel secondo interglaciale che ci appare il lago, se giudicai rettamente nell'ascrivere a questa fase i depositi lacustri calcarei di Castro (op. cit., 1897); e ci appare configurato come lo è ora, salvo lievi posteriori mutazioni. In questo passaggio da una valle ad una conca lacustre sta il punto più aspro del problema.

Dai precedenti cenni geologici emerge l'indipendenza tra la forma del lago e la tettonica delle sue sponde. La disposizione uniclinale delle formazioni nella parte superiore e quella policlinale (ad ondulazioni) nella inferiore possono segnare due momenti nel corrugamento, ma non hanno alcun rapporto col lago. Soltanto l'estrema tratta è probabilmente abbracciata dalla sinclinale di Sarnico, ma vedemmo come questa ne sfugga via. La sinclinale di Tavernola corrisponde bensì alle profondità maggiori, ma essa ne'suoi rapporti colle isole, più che di un'ondulazione, ha la forma di una conca quaquaversale. E sarebbe ardito supporvi un embrione di lago tettonico terziario. La sinclinale di Tavernola non sembra nemmeno la causa determinante esclusiva della valle del Rino di Vigolo, che ne incise un'ala. Infine l'attraversamento obliquo all'asse del lago di tutte le liste triasiche e retiche e principalmente quello della potente dolomia principale, che accenna ad un mare profondo, mi fa titubante ad accogliere l'idea di Cozzaglio (op. cit.), che fin dal trias medio un golfo preludesse alla depressione della Valcamonica inferiore.

Per contro sonvi evidenti rapporti tra la forma del lago e la litologia delle sponde. Le strettura segnano l'attraversamento delle rocce più compatte, come la dolomia principale tra le Punte delle Croci, ed il lias fra Montisola e Gallinarga. Invece le espansioni corrispondono a terreni erodibili: il raibliano, gli scisti retici, le marne rossastre. Il bacino di Lovere-Pisogne, che è una parte relativamente larga, coin-

cide colla lista raibliana e gessifera che va da Lovere a Toline. L'espansione mediana, a monte delle isole, coincide col retico che congiunge Riva a Marone, e quindi per una tratta notevole e pel bacino più profondo e più largo del lago. Questo si allarga di nuovo fra Iseo e Predore, forse per il risorgervi del retico, o piuttosto per l'incontro dell'ala contorta di marne rossastre, traversante per lungo tratto il lago da Cadè alla val Parlo. In sostanza il bacino lacustre si è insediato a preferenza longitudinalmente alle liste più erodibili e traversalmente alle più dure, indi la configurazione flessuosa che assunse.

Senza scordare le note obbiezioni contro l'ipotesi dell'escavazione, non si può disconoscere che i rapporti anzidetti la favoriscono.

Paesaggio lacuale. — Nel paesaggio del Sebino, oltre i terrazzi e gli affluenti a profilo inflesso, spiccano rupi cadenti a picco nel lago, o dorsi morbidi di contrafforti troncati da piani inclinati, che con ripido pendio parimenti si immergono nel lago. Tali sono le pareti quasi verticali che abbracciano i due *Bogni*, quelle dei Trentapassini e Trentapassi, del Capo Colombera, delle gallerie di Marone. Il monte Creò, che è così plasmato, come se verso oriente dovesse arrotondarsi e scendere dolcemente fino a metà lago, come scende a tramontana verso il Candile e a mezzodì verso il torrente di Parzanica, è invece mozzato da una troncatura, che ha in pianta la forma di un triangolo, con un lato a riva di lago di oltre km. 3 fra Zu e Punta della Preda e il vertice alla Trinità a m. 770 s. l. Così è troncato tra Predore e il Corno omonimo l'arrotondato dosso del Mondara. Anzi ivi presso il lago fu trovata una piccola grotta puteiforme, che fu ritenuta un pozzo glaciale, [1] e che, vuotata per opera di benemeriti cittadini, mostrasi realmente trapanata nel suo fondo da una marmitta, ma che invece giudico un ramo di cavità carsica, la cui prosecuzione superiore fu abrasa. Il Montisola, nelle sue apparenze orografiche di sprone dipendente dalla Punta

[1] Amighetti, *Nuove ricerche sui terr. glac.*, ecc. Lovere, 1889.

di Gole, è bruscamente interrotto verso il canale di Sale da un piano inclinato ed inoltre ha una troncatura anche a mezzodì, giacchè i dintorni di Senzano conservano la traccia di un dosso, che si protendeva fino all'isola di S. Paolo, e che, mozzato, lasciò il seno di Sensole. E così dicasi di altri punti, come tra Predore e Sarnico, ecc., dove però il piede delle troncature non tocca più il lago.

Questi accidenti veramente si formano anche nelle valli, non converse in bacini lacustri, per opera di fiumi erodenti, e quindi, nel caso nostro, potrebbero ritenersi coevi all'incisione della valle sebina. Può darsi che questo sia il caso per alcuni; ma la loro apparenza di relativa freschezza fa supporre una formazione meno antica. Il battito delle onde, che può invocarsi fra le azioni recenti, ha poco valore nel nostro lago per la piccolezza del bacino e la direzione longitudinale dei venti. Solo la troncatura meridionale di Montisola potrebbe attribuirsi ad esso, perchè ivi sono troncate anche le scarpe di detriti cementati e si è formato un terrazzo costiero, fiancheggiato da uno scanno. È la parte esposta ai temporali più violenti.

Ma fuor di questi casi dubbii, le forme di dossi mozzati e rupi a picco nell'insieme dei loro caratteri (che appunto come fattori di paesaggio non sono definibili) sembrano speciali ai laghi e connesse colla selezione di affioramenti erodibili, che l'azione escavatrice limnogenetica ha esercitato. Affondatasi la conca lungo quelli affioramenti e poi conversa in lago, nacquero in generale condizioni di instabilità per gli affioramenti laterali più compatti e per ciò rispettati. Indi l'acqua infiltrantesi sotto pressione, minando ed eventualmente rammollendo rocce argilliformi, potè, coll'aiuto delle meteore esterne, determinare distacchi e scoscendimenti, anche senza intervento sismico.

Infatti le pareti dolomitiche del *Bogno* di Castro incombono sopra argille gessifere sommerse; le condizioni non possono essere più propizie allo staccarsi e scoscendere di monconi di dolomia. Quivi sono tuttora aperte delle fenditure parallele alla riva, che svelano il meccanismo della formazione delle rupi a picco. Tutta la regione da Ca-

stro a Lovere mostra segni di un movimento verso il lago, ivi occupante la lista raibliana, movimento non ancora arrestato; ma già altrove ne parlai in dettaglio (op. cit., 1897).

Le pareti a picco del *Bogno* di Zorzino, confermano l'idea di uno scorrimento orogenetico degli scisti retici al disotto della dolomia principale. Indi il distaccarsi di questa pel rammollimento di quelli e la formazione del bizzarro seno. Anzi la Punta delle Croci bergamasche, che lo serra a nord, sembra veramente spostata da un movimento esogene.

E lo stesso dicasi della Punta delle Croci bresciane, che inizia sulla sponda sinistra quella serie di balze con rupi a picco, spettanti fra Toline e Marone alla dolomia principale nel suo percorso parallelo alla escavata area di scisti retici. Nelle memorie manoscritte del comune di Lovere leggesi, che il 20 marzo 1661 cadde in lago a piè del Guglielmo un pezzo di rupe, con fuga degli abitanti da Castro a Lovere e barche affogate.[1] Altri distacchi si ricordano della stessa località, avvenuti verso la metà di questo secolo, di cui uno valse colla sua ondata a spingere, dall'altro lato del lago, delle barche in secco. Si tratta probabilmente delle rupi Trentapassi e Trentapassini.

Queste ed altre rupi a picco della sponda sinistra non sono veramente tali che per qualche decina di metri sul lago; sfumano più in alto in balze erte, ma accessibili. Le pendenze medie dal pelo d'acqua alla vetta del Corno Trentapassi variano, fra Punta delle Croci e Capo Colombera, da 59 ad 82 %, con una media generale di 72 %. Ma, come vedemmo, nel loro prolungarsi sott'acqua le pareti diventano più ripide e precisamente nell'anzidetta tratta pendono di 136—286 % e in media di 204 %. Quindi il profilo emerso ed il sommerso fanno tra di loro un angolo saliente ottuso. L'erosione meteorica, che colpisce la parte emersa, rendendo meno ottuso quell'angolo peggiora lentamente le condizioni di stabilità; ma i distacchi, che ne derivano,

[1] MARINONI, *Documenti loveresi*. Lovere, 1896. L'A. vi assegna il 1660, perchè raggruppa gli avvenimenti di più anni intorno ad uno solo.

tendono più presto a migliorarla, finchè una china di equilibrio e sotto e sopra non sarà raggiunta.[1] Si trovano già in questo caso le troncature liasiche sopradescritte, che, iniziatesi forse nello stesso modo, non danno più luogo a scoscendimenti straordinarii. Laddove poi la scarpa di detriti radicantesi sul fondo arriva ad emergere, l'angolo fra il profilo bagnato e l'asciutto si raddrizza, anzi si inverte, e a poco a poco nasce pei movimenti delle acque uno scanno e, se sulla scarpa di questo verso la falda subacquea o verso il fondo avvengono ancora delle frane, la stabilità delle pareti originarie è però assicurata.

Questi fatti sono particolarmente favorevoli alla genesi per escavazione glaciale; poichè un ghiacciaio, dato possa scavare, è in grado, più che una corrente, di lasciare pareti instabili al bacino escavato. A conclusioni analoghe giunse Taramelli[2] in riguardo al Benaco; e questa analogia è degna di nota trattandosi di bacini così diversi.

Migrazione dell'emissario. — Ma il problema si complica pel doppio sbocco della depressione sebina. Ammesso che la Franciacorta fu la via seguìta dal fiume preglaciale, il ramo di Sarnico dovrebbe essere stato, per l'impronta orografica che tuttora conserva, la sede di un affluente laterale destro, che scolava le valli Adrara e Foresto con direzione verso oriente. Ma la grande alluvione in parte cementata, che si stende verso Palazzolo e fu terrazzata dall'Oglio, dice che anche il ramo di Sarnico fu percorso da una fiumana con direzione verso ponente. Come e quando sia avvenuta l'inversione, è un altro dei punti oscuri del problema, che anzi non potrà chiarirsi se non in rapporto all'analogo biforcarsi verso valle degli altri bacini lacustri lombardi. Devono nel nostro caso invocarsi i comodi bradisismi? Oppure fu lo sbocco di Franciacorta chiuso dalle morene, ora ferrettizzate,

[1] Di ciò devono tener conto i progettanti della ferrovia lacuale con gallerie tracciate, per la fiducia che la roccia inspira, a fior di falda.

[2] TARAMELLI, *Consid. geol. sul lago di Garda*. (Rendic. Istit. lomb. XXVII, Milano, 1894.)

della prima invasione, la quale nella stesso tempo, demolendo parte dei terreni giuresi e cretacei del ramo di Sarnico, spianava la via, perchè il fiume, ripristinato dopo il primo ritiro del ghiacciaio, quivi si dirigesse? In tal caso l'alluvione terrazzata dall'Oglio spetterebbe al primo interglaciale. Comunque sia, nella seconda glaciazione che fu la più lunga, il ghiacciaio bipartitosi si sfogava certamente per entrambi gli sbocchi.

Ma i quesiti si moltiplicano. Creatosi il lago alla fine della seconda glaciazione, dove si aprì l'emissario? E, spariti completamente i ghiacci, qual fu la causa del suo definitivo fissarsi a Sarnico? La valletta Longherone, che in Franciacorta taglia le cerchie moreniche ed ha il fondo a m. 16 s. l., fu dessa la sede del fiume lacuale o del torrente glaciale, che si manteneva spazzata la via fra le morene? Il dato altimetrico anzidetto non giova molto per rispondere, perchè circa alla stessa altezza sonvi indizi di tentativi fatti dall'Oglio per aprirsi due sbocchi a mezzodì dell'attuale, l'uno a destra, l'altro a sinistra del Castello di Paratico. Sono due incisioni nell'arenaria, da cui si dipartono due vallette, dapprima parallele all'Oglio, poscia confluenti in esso presso la cantoniera 5ª della ferrovia. Il cumulo di massi di rocce camune in questo punto esistenti, che si prolungano sulla sinistra della valle verso Palazzolo, mentre sono più rari, o di roccie locali, fra detta cantoniera e Sarnico, e mancano sulla destra, prova che il primo irrompere dell'Oglio fra le morene, che serravano il lago, avvenne intorno al Castello di Paratico, donde dall'arenaria incontrata fu spinto verso Sarnico.

Se non erro, il meccanismo di queste diverse migrazioni del fiume od emissario, preglaciale, glaciale o lacuale, quando con maggior copia di fatti potesse precisarsi, avrebbe un certo valore nel problema della limnogenesi sebina.

Terrazzi costieri. — In ogni modo per le circostanze anzidette si è condotti ad ammettere, dal secondo interglaciale al posglaciale, un lago più elevato d'oggidì, quindi più esteso verso la Valcamonica, nella

torbiera d'Iseo e nel piano di Paratico, e privo delle due isolette, ma con un'altra isola (Montecolo) in loro vece. Di questa fase, oltre i depositi lacustri fossiliferi, che trovai a Castro a m. 13 sul lago (op. cit., 1897), fanno fede alcuni antichi scanni di erosione, trasformati in terrazzi costieri emersi, più elevati dei terrazzi artificiali, che l'uomo adattò sulle spiaggie insommergibili. Essi notansi principalmente lungo le sponde formate di terreni erodibili, come nel retico a sud di Zu ed altrove. Ma la fase posglaciale sfugge oramai dal campo oggi prefissomi.

Colla scorta di questi materiali potrei ora essere tentato di tracciare e narrare la storia del lago d'Iseo. Ma a che prò, se ad ogni passo si incontrano lacune nel filo degli avvenimenti e se per superarle fa d'uopo vagare fra ipotesi non ancora convincenti? Val la pena di aggiungere nuove pagine a quelle, che sulla stessa storia furono recentemente già scritte, perchè siano destinate agli oraziani fondaci di

. . . thus et odores
Et piper et quidquid chartis amicitur ineptis?

È meglio attendere che nuovi materiali vengano accumulati.