

RISULTATI DI RICERCHE ZOOGEOGRAFICHE NEL LAGO DI ALBANO

Il Lago di Albano o di Castelgandolfo, come è noto, secondo V. Sabatini e G. Cumin (1), occupa una conca intercraterica del quaternario Vulcano Laziale formata dall'intersezione di due bocche, delle quali la meridionale è la più recente. Esso ha una forma ovale, che nel mezzo, al limite tra i due crateri, presenta una strozzatura; la sua superficie è di kmq 6, l'asse maggiore, da NO a SE, è di km 3,5, la larghezza massima di km 2,3, il perimetro di km 11,15, la profondità massima di m 170, il volume di mc 464.250.000, la profondità media di m 77. L'inclinazione media del fondo risulta di $9^{\circ} 23'$. Il livello medio delle acque si trova a 293 m sul livello del mare (2).

Il lago è alimentato dalle piogge che cadono nel suo bacino (la quantità media annua delle piogge si aggira ad Albano sui 1040 mm) e che in parte gli vengono convogliate da alcuni torrentelli, che scendono specialmente dalle pendici di Monte Cavo, e da alcune sorgenti sottolacustri localizzate, sembra, nella parte meridionale. Fino al 1947 una sorgente di acqua acetosa portava

(1) V. SABATINI, *I vulcani dell'Italia centrale e i loro prodotti*. I.: Vulcano laziale. Roma, 1900; G. CUMIN, *La conca di Albano. Appunti morfologici*, in « Boll. R. Soc. Geogr. Ital. », Roma, 1917, pp. 680-692.

(2) Il primo che eseguì scandagli sul L. di Albano fu il gesuita padre Atanasio Kircher, nel 1662. Delle condizioni fisiche del lago si occuparono, alla fine del secolo passato, O. MARINELLI (*Area, profondità ed altri elementi dei principali laghi italiani*, in « Riv. Geogr. It. », Firenze, I, 1894-95) e G. DE AGOSTINI, (*Esplorazioni idrografiche nei laghi vulcanici della provincia di Roma*, in « Boll. R. Soc. Geogr. It. », Roma, 1898), al quale si deve una carta batimetrica al 50.000. Le prime osservazioni biologiche furono compiute da E. VON MARTENS (*Ueber einige Fische und Crustaceen der süßsen Gewässer Italiens*, in « Archiv f. Naturg. », Berlin, XXIII, 1, 1857).

Poi la regione pelagica fu esplorata da P. PAVESI (*Altra serie di ricerche sulla fauna pelagica dei laghi italiani*, in « Atti Soc. Veneto-Tridentina di St. nat. », Padova, VIII, X, 1885); infine L. VOLTERRA (*La variabilità delle Daphnie pelagiche nei laghi di Albano e di Nemi* in « Rend. Acc. Naz. Lincei », Roma, XXXIII, 1924) studiò le variazioni delle due specie di *Daphnia* viventi nel lago. Nel 1947, con l'aiuto di alcuni collaboratori, ripresi lo studio biologico del lago nelle varie regioni; le raccolte e le osservazioni continuarono quasi ininterrottamente fino al 1953. I risultati di tali ricerche, che hanno fornito l'argomento di tre pubblicazioni, sono riassunti in questo lavoro.

un certo tributo al bacino, ma in tale anno essa scomparve. Manca un emissario naturale; uno artificiale e sotterraneo, costruito, secondo la tradizione, nel 398-397 a.C., esce a metà circa della riva sud-occidentale e si versa presso Le Mole nel Fosso dei Preti.

Il bacino imbrifero, che comprende la conca lacustre e il bordo interno della conca craterica, è poco esteso, e misura kmq 9,7. Il livello del lago è abbastanza costante; solo nei periodi di forti piogge le rive basse nord-occidentali vengono inondate.

Il bacino lacustre ha contorni molto ben definiti, poiché le coste per la maggior parte del perimetro sono ripide; dove esse scendono dolcemente, sono quasi sempre delimitate artificialmente da muretti o da banchine. Mancano insenature notevoli.

La riva occidentale, sotto Castelgandolfo, scende al lago con brevi spiaggette erbose o ciottolose, riparate da banchine; lungo la riva nord-occidentale, sotto ai Villini, esse si continuano nell'acqua con brevi cinture di idrofite sommerse; lungo la riva settentrionale i pendii si fanno ripidi, specie sotto Monte Cavo, poi si coprono di fitti boschi di quercia, nocciolo e castagno che scendono fino a toccare l'acqua; sulla riva orientale, sotto Palazzolo e fino ai Riformati di Castelgandolfo, la costa è impraticabile, qua e là interrotta da frane: lo scanno è molto inclinato, e solo lungo la riva meridionale qualche spiaggetta ghiaiosa (la più estesa si trova nella zona della cabina elettrica alla sinistra dell'emissario) interrompe i declivi scoscesi. In questi tratti la vegetazione di macrofite acquatiche manca, o è molto ridotta.

Lungo le rive nord-occidentale e occidentale, dove il pendio è dolcemente inclinato, si succedono le seguenti zone di vegetazione:

1) zona degli elementi di passaggio tra vegetazione terrestre e vegetazione lacustre: ontani, salici, ecc.

2) zona delle idrofite emerse a radici acquatiche: *Phragmites*, *Scirpus*, oltre a *Ranunculus* e *Nymphaea* fino a -3 m.

3) zona delle idrofite sommerse a foglie flottanti: *Potamogeton* e *Lemna*, fino a -6 e a -10 m.

4) zona delle idrofite sommerse: *Myriophyllum*, *Ceratophyllum*, *Chara*, *Elodea* fino a -10 m.

Banchine e rocce sono dovunque ricoperte da alghe filamentose dei generi *Cladophora*, *Ulothrix*, *Chaetophora*, *Spyrogyra*, in mezzo alle quali abbondano le Diatomee.

Sotto i 20 m cessa la vegetazione sommersa, e il fondo è ricoperto da depositi alluvionali, che formano uno strato di fanghiglia: solo dove affiorano le sorgenti sottolacustri, cioè nella zona meridionale, il primitivo fondo di rocce vulcaniche è scoperto. Tra i -20 e i -50 m predominano i depositi sabbiosi, più sotto si estende a coprire il fondo una sedimentazione prevalentemente limosa, composta macroscopicamente da materiale omogeneo, impalpabile, untuoso al tatto, di colore giallo bruniccio. I depositi, a sedimen-

tazione progressiva, constano di materiale inorganico e organico. Il primo è di natura prevalentemente silicea; trattato con acido cloridrico dà leggera effervescenza.

Abbiamo eseguito l'esame granulometrico di campioni di sabbie e fanghi prelevati a diversi livelli, secondo la tecnica applicata ai sedimenti da Bourcart (3). Da questo esame è risultato che i sedimenti del lago si possono considerare appartenenti alla categoria « sabbie limose » in grande prevalenza, categoria cui appartengono di regola i depositi lacustri. Ecco le percentuali delle varie « classi » di alcuni campioni prelevati a varie profondità: tra i -15 m e i -20 m, prevalente sabbia grossolana (65%); tra i -30 m e i -50 m, prevalente sabbia media (51%); a -70 m, scomparsa della sabbia grossolana, sabbia media in diminuzione (40%) e limo nella percentuale del 9%; a -120 m, aumento notevole di sabbia fine e limo nella percentuale costante del 10%.

I campioni per le analisi furono prelevati sotto le rive a declivio dolce; i campioni presi alle stesse profondità sotto le coste ripide hanno dato, a parità di quantità di sabbia grossolana e fina, limo più scarso.

I depositi organici sono composti da sedimentazione fitogena formata da abbondantissimi nicchi di tecolobosi, resti di Diatomee e corazze di *Ceratium*, oltre a resti chitinosi, rilevanti data l'abbondanza di crostacei pelagici e costieri. I depositi organici sono quindi a Diatomee e a chitina, cui si aggiunge una parte amorfa di origine planctonica. La sostanza organica, che fornisce abbondanti precolloidi e colloidai ai sedimenti, è quindi prevalentemente autoctona, solo in piccola parte alloctona proveniente dalle regioni circostanti il lago.

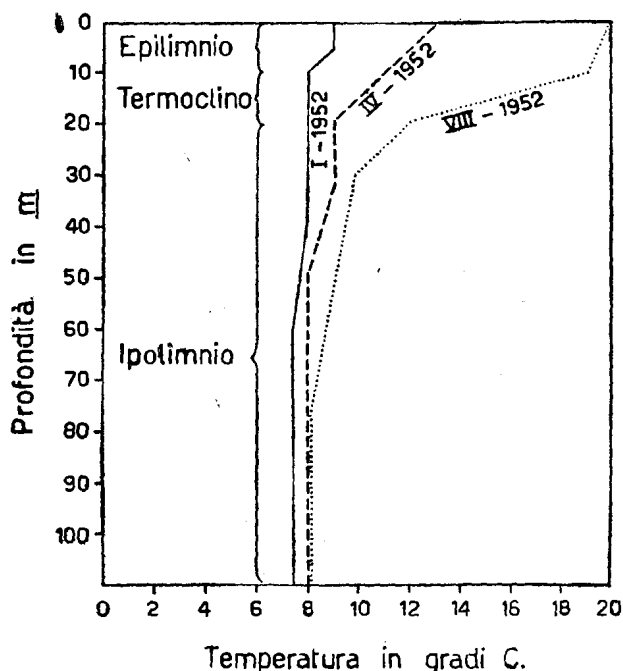
Il lago è a regime termico tropicale (4), cioè con temperatura superficiale sempre superiore ai 4°, e quindi sempre con stratificazione termica diretta. Il quadro termico si è dimostrato costante in tutti gli anni di studio, né appare sostanzialmente mutato dagli anni 1896, 1897 e 1923, come si può vedere dal confronto con gli specchietti di De Agostini, Marinelli e Volterra. Come appare nel grafico, la temperatura di fondo non scende mai sotto i 7°, 5 e si mantiene tra questa cifra e gli 8° sotto i 50 m; durante i mesi invernali essa tende a divenire uniforme nei vari orizzonti: 8° — 9° nell'epilimnio, 7,5 — 8° nell'ipolimnio. In primavera, col graduale riscaldamento fino a 11° — 13°, gli strati superficiali rimangono sopra l'ipolimnio più freddo, poi, con l'aumentare della temperatura, nell'estate si determina nell'epilimnio una tempera-

(3) J. BOURCART, *Guide pratique pour la reconnaissance des roches*, Parigi, 1944. La tecnica consiste nell'analisi meccanica dei campioni mediante setacciatura a secco o, per il limo impalpabile, in acqua.

(4) Le temperature sono state misurate con un termometro a massima e minima per gli strati superficiali, e con un termometro a rovesciamento con armatura metallica e termometro a correzione per gli strati profondi.

tura di 18°, e anche di 20°, e si forma fra i -10 e i -20 m uno strato termocline con un salto di 7°, e anche di 10°. In autunno la temperatura tende ad uniformarsi e inizia il periodo di stasi invernale.

Regime termico del lago



Data l'estensione e la profondità del bacino, le stagioni subacquee sono naturalmente in ritardo rispetto alle atmosferiche, per la lentezza con cui la massa d'acqua assorbe e cede il calore.

La grande trasparenza (quando le acque sono tranquille il disco di Secchi è visibile fino a -8 m e talora fino a -10 m) è dovuta alla povertà di fitoplancton e alla mancanza di torbide fluviali.

Il colore è azzurro, n. VIII della scala di Forel; esso muta improvvisamente secondo le ore: in primavera diviene poi verdastro per la fioritura del fitoplancton.

La posizione del lago e la sua forma ad imbuto sono causa di perturbazioni che agitano spesso il lago, specie nelle ore pomeridiane; poiché il bacino è sprofondato, nella conca si formano spesso vortici d'aria che qualche volta hanno anche provocato cadute di

aereoplani; le bufere che sconvolgono il lago sono pericolose per le imbarcazioni e determinano una perturbazione notevole nella normale distribuzione delle zoocenosi.

La chimica delle acque è in funzione della litologia della conca e del bacino di alimentazione; il residuo solido, per un campione prelevato a -10 m ha dato un valore di g 0,348 per litro a 120°: le acque sono ricche di SiO_2 e povere di Ca. L'ossigeno è abbondante in tutti gli orizzonti ed è presente anche negli strati profondi in discreta quantità, per le sorgenti sottolacustri e per i moti convettivi delle acque; queste sono pure, mai putrescenti. La concentrazione idrogenionica, misurata col metodo spettrofotochimico di Coleman, ha dato i seguenti valori: acque superficiali $pH=7,56$; acque a -50 m $pH=7,60$ (marzo 1953); fango prelevato a -80 m $pH=7,80$ (ottobre 1953).

Data l'estensione e la profondità del bacino, le tre regioni pelagica, bentonica litorale e bentonica profonda sono ben caratterizzate.

La regione pelagica comprende la zona delle acque libere dall'isobata 0 a -50 m circa, delimitata da una fascia costiera larga circa 100 m.

Il fitoplancton, localizzato negli strati superficiali, fino a -2 m circa, è scarso: predominano le Diatomee sulle Cloroficee e sulle Desmidiacee, queste ultime scarsissime, con una certa variabilità stagionale e due massimi di sviluppo, all'inizio della primavera e nell'autunno. Le fioriture non sono frequenti, se si eccettua un costante rigoglio di *Botriococcus braunii* in febbraio-marzo; questa Cloroficea serve di pastura agli Entomostraci e conferisce ad essi un'intensa colorazione aranciata per i carotinoidi che contiene nel protoplasma. Una straordinaria fioritura di Schizoficee dei generi *Aphanizomenon* e *Mougetia* apparve nella tarda estate del 1953, così intensa da causare l'intorbidimento delle acque e qualche alterazione nella composizione delle zoocenosi (5).

La facies *zooplanctonica* (6) è indicata da una netta prevalenza di mesoplanctonti rappresentati da Entomostraci (Copepodi e Cladoceri) sui microplanctonti (Protozoi e Rotiferi).

I Protozoi seguono la distribuzione del fitoplancton e comprendono poche specie cosmopolite e ubiquiste di Amebe ed Infusori, e solo due forme tipicamente eupelagiche: il Flagellato *Ceratium hirundinella*, forma perenne, come in tutti i laghi di tipo tropicale,

(5) G. CANNICCI, *Su una eccezionale fioritura del Lago d'Albano*, in « Boll. Pesca, Piscicoltura e Idrobiologia », Roma, VIII, 2, 1953.

(6) Per le raccolte nella regione pelagica iniziate nel 1947 e continuate fino al 1953 furono usati: un retino conico con apertura di 22 cm per le pescate di striscio in superficie, una grande rete conica di 60 cm di apertura per la cattura dei mesoplanctonti; un retino cilindrico da corsa; un retino a chiusura azionato da un messaggero per le pescate verticali.

con prevalenza invernale e spiccato polimorfismo stagionale, e l'Eliozoo *Actynophris sol.*

I Rotiferi costituiscono un gruppo molto labile, con sviluppo primaverile e modificazioni morfologiche poco accentuate, come avviene di regola nei laghi in confronto alle piccole raccolte d'acqua ed agli stagni, dove i Rotiferi presentano forte polimorfismo stagionale. La scarsità di specie dipende dalla relativa povertà del fitoplancton; durante l'eccezionale fioritura di Schizoficee dello scorso autunno parecchie specie nuove comparvero e si moltiplicarono attivamente.

I Copepodi formano un gruppo stabile: non mancano in alcuna stagione e presentano due massimi di produttività, in primavera ed autunno, stagioni in cui abbondano gli stadi di *nauplius*. Sono rappresentati da due specie: *Cyclops strenuus* nella percentuale del 25-30% sul mesoplancton totale (percentuale del periodo estivo in cui tutti i mesoplanctonti sono presenti nelle acque) e *Diaptomus vulgaris* nella percentuale del 60%: ambedue le forme sono da considerarsi « endemotipi », con caratteri morfologici particolari: *D. vulgaris* rientra nel gruppo dei *vulgaris* meridionali cui appartengono i *Diaptomus* delle acque meridionali continentali italiane.

I Cladoceri comprendono specie perenni come *Diaphanosoma brachyurum* e *Leptodora hyalina* (quest'ultima con ciclo anfigonico e partenogenetico), e specie monocicliche con fase anfigonica autunnale come *Daphnia longispina* e *Daphnia pulex*. La prima delle due specie ha sempre mostrato il capo arrotondato, mai allungato ad elmo, e tende a divenire aciclica: infatti nei mesi invernali qualche femmina partenogenetica sopravvive in profondità. *D. pulex* è forma ticopelagica, si trova, infatti, anche nella fascia d'acque costiere, ed è nettamente separata dalla *longispina* per i caratteri morfologici del pettine del postaddome. I Cladoceri, in particolare *Diaphanosoma* e *Leptodora*, hanno grandi dimensioni simili a quelle delle specie abitanti i grandi laghi: ciò conferma quanto asserisce R. Monti (7), che più che l'estensione è la profondità dei laghi la causa delle grandi dimensioni dei Cladoceri.

I mesoplanctonti compiono notevoli escursioni verticali diurne e stagionali: le prime sotto l'influenza della luce cui tendono a sfuggire, le seconde per le variazioni termiche stagionali. Pescate eseguite in estate prima della determinazione dello strato termocline, con lago calmo e acque illuminate, hanno dato il seguente quadro: fino a -10 m prevalgono i Protozoi e i Rotiferi; gli Entomostraci sono rappresentati solo da *nauplius* e da stadi giovanili di Cladoceri. I mesoplanctonti sono localizzati fra i -20 e i -50 m secondo le specie: in autunno si spostano verso lo strato termocline, ed

(7) R. MONTI, Numeri, grandezze e volumi degli organismi pelagici viventi nelle acque italiane in relazione all'economia lacustre, in « Mem. Ist. Lomb. Sc e Lett. », Milano, XXIII, III, 1936.

ogni specie si localizza ad una determinata profondità secondo le sue esigenze di nutrimento e di temperatura; in inverno, quando per i moti convettivi i vari strati si mescolano, molti organismi vengono trascinati verso il fondo e qui rimangono per tutta la stagione. In primavera la maggior parte risale verso gli strati superiori, però qualche individuo rimane nelle acque batipelagiche a -100 m: infatti la bottiglia a chiusura ci ha riportato in tutte le stagioni Cladoceri e Copepodi in ogni orizzonte. Le acque di fondo non sono mai spopolate e questo concorda con quanto è stato osservato in altri laghi profondi (Lago di Como).

Gli spostamenti orizzontali sono meno imponenti: i plancton pelagici difficilmente superano la fascia di acque costiere; mancano accumuli di plancton sulle rive, sprovviste di insenature ombreggiate.

Nel lago vivono i seguenti pesci: Spinarello, Perca, Tinca, Latterino, Blennio, Persico sole, Agone e Coregono. Queste due ultime specie sono pelagiche e si nutrono di plancton: la grande quantità di Coregoni recentemente immessi, per cui è stato impiantato un incubatorio sulla riva, tende a far diminuire i mesoplancton. Tentativi di introdurre nel lago la Trota fallirono per la impossibilità per essa di compiere le migrazioni di sviluppo.

La fauna *litorale* è limitata alle zone ove lo scanno scende dolcemente, ai bassifondi sabbiosi e fangosi, alle spiaggette ciottolose, ai canneti; dove lo scanno è ripido vivono solo gli organismi attaccati alle rocce o natanti fra le alghe di copertura. La zona da 0 fino a -3 m è faunisticamente più ricca della sublitorale, che si estende dai -3 ai -20 m.

Complessivamente, fino ai -20 m sono stati raccolti (8) e identificati 58 generi e 71 specie di organismi (Protozoi e Metazoi): la fauna è varia, quantitativamente povera, rappresentata da elementi in maggioranza cosmopoliti, resistenti alle variazioni di temperatura, luce, inquinamento delle acque.

La composizione delle zoocenosi è determinata dalla natura del fondo; le sedi litorali varie: spiaggette sabbiose, ciottolose, erbose, zone a vegetazione acquatica, feltri algosi di copertura delle rocce e delle banchine, costituiscono altrettanti biotopi con limnobi caratteristici, la cui composizione non ha sostanzialmente mutato nei vari anni di studio.

Le zone a canneto e delle idrofite sommerse sono faunisticamente le più ricche, soprattutto di Rotiferi, Idracnidi e Cladoceri costieri; sotto i ciottoli e tra le pietre strisciano Turbellari e Iru-dinei, nuotano Isopodi e Anfipodi; tra la ghiaia della spiaggetta sotto la cabina elettrica abbonda un granchiolino, *Telphusa fluviatilis*, raro sulle rive dei laghi. Le spiaggette sabbiose sono fauni-

(8) I prelievi nella zona litorale sono stati fatti mediante una piccola draga, un arpione per la vegetazione e un piccolo retino per la cattura del plancton.

sticamente più povere per la scarsa stabilità del substrato e la scarsità di nutrimento: vi si trovano solo Tecolobosi e qualche Centropagide e Gammaride. I bassifondi fangosi presentano una fauna qualitativamente scarsa, ma più ricca quantitativamente per la maggiore abbondanza di detriti organici che determinano l'insediamento di numerosi esponenti limicoli; esponenti torrenticoli sono limitati alle zone di frangente e allo sbocco degli immissari; nelle insenature predominano le forme stagnicole; le alghe di copertura ospitano solo una microfauna rappresentata da Protozoi, Rotiferi, Briozoi, Tardigradi.

La zona *sublitorale superiore* fino a -10 m è caratterizzata dalla presenza di molluschi dei generi *Limnaea* e *Planorbis* e da forme limicole litorali; fra le idrofite sommerse abbondano Protozoi, Rotiferi e Entomostraci costieri.

La zona *sublitorale inferiore* che si estende fino ai -20 m è caratterizzata dai nicchi dei molluschi e solo da qualche esemplare vivente, da Tecolobosi e da Spongille.

La zona *profonda* (9) ospita una fauna qualitativamente più povera, quantitativamente abbondante per la ricchezza di materiale organico nei sedimenti: predominano gli organismi saprofagi, accanto ai predatori. Il maggior numero di specie si trova fra i -80 m e i -100 m: alcune specie sono esclusive del fondo, altre non sono esclusive: fra le prime vi sono i tecolobosi *Arcella* e *Diffugia*, gli Oligocheti dei generi *Tubifex* e *Aelosoma*, Planarie e Lamellibranchi. Fra le forme non esclusive del fondo, euribatiche: Spongille, Nematodi, Ostracodi, larve di Ditteri. Ogni specie ha una sua distribuzione particolare nello spessore dei sedimenti: alcune specie sono localizzate nella pellicola della fanghiglia; altre hanno il corpo parzialmente o totalmente sprofondata, altre si trovano sulla superficie dei sedimenti. Le colorazioni sono più pallide o meno brillanti, le dimensioni un po' minori, i nicchi più delicati che nelle stesse specie o nelle specie affini litorali.

Dall'esame granulometrico emerge uno stretto rapporto fra gli insediamenti bentonici e le classi dei sedimenti: le dimensioni dei granuli e gli spazi che questi delimitano determinano una particolare distribuzione degli organismi sui vari tipi di fondo: ciottoli, sabbia grossolana, sabbia fine e limo. Ciò appare evidente soprattutto nei Tecolobosi e nei Molluschi, per quanto riguarda le dimensioni e la natura del nicchio. Infatti le specie più grandi a nicchio spesso di Molluschi sono confinate nelle zone ciottolose e a sabbia grossa, mentre sui fondi limosi si trovano solo forme piccole a guscio trasparente.

In conclusione, il Lago di Albano, per le sue caratteristiche geografico-fisiche e biologiche, è un lago oligotrofo; dato il suo

(9) Per i prelievi del fango e delle sabbie abbiamo usato un cavafango Birge-Ekman e per le raccolte delle acque batipelagiche una bottiglia di Pettersson.

alto potere di autodepurazione e la sua notevole produttività planctonica può essere collocato fra i laghi « zootrofi », categoria cui si riferiscono, secondo la classificazione di R. Monti, tutti i nostri veri laghi.

Il popolamento del bacino è di antica data, poiché la fauna pelagica annovera generi di Cladoceri evoluti, come *Leptodora*, e i pesci.

La profondità e l'estensione del lago determinano una prevalenza delle società pelagiche sulle bentoniche: queste prevalgono nella zona litorale in confronto alla sublitorale. Il benthos profondo si può considerare come un benthos litorale impoverito e prende probabilmente origine dalla regione costiera. I planctonti si comportano, per quanto riguarda gli spostamenti periodici e i cicli riproduttivi, come gli abitanti dei grandi laghi: la facies faunistica del bacino sembra discretamente stabilizzata e non ha dimostrato sensibili variazioni nei sette anni di osservazioni.

La maggior parte degli organismi è probabile sia giunta al lago per trasporto passivo, essendo il bacino chiuso, ad opera di agenti vari di disseminazione che hanno introdotto nelle acque forme di resistenza: uova durature, efippi, gemmule, statocisti, cisti, ecc. Alcuni organismi possono tuttavia aver popolato il lago mediante il trasporto attivo delle acque degli immissari.

I pesci sono stati immessi artificialmente e solo le specie non migranti hanno potuto attecchire.

SUMMARY. — The A. sums up the results, already published in some previous works, of a faunistic-ecological study carried out during the last seven years on the Albano lake. Besides he considers the relations among the pelagic, littoral and bottom biota, and the geographical, morphological and physical characteristics of the basin, arriving at the conclusion that the lake is, on the basis of productivity, of the oligotrophic (zootrophic) type with a very ancient population; this population has gradually formed the characteristic biocenoses which have presented a certain stability during these last years.