311

UNIVERSIDAD DE CHILE

PROYECTO ECOLOGIA DEL CUATERNARIO SUPERIOR
EN LA PUNA DE ATACAMA, CHILE
OFICINA TECNICA DE DESARROLLO CIENTIFICO Y
CREACION ARTISTICA

CLAUDIO OCHSENIUS

DEPTO. DE ECOLOGIA
U. DE CHILE

RELACIONES PALEOBIOGEOGRAFICAS Y PALEOECOLOGICAS ENTRE LOS AMBIENTES LENTICOS DE LA PUNA DE ATACAMA Y ALTIPLANO BOLIVIANO, TROPICO DE CAPRICORNIO

Dr. Rómulo Santana
(1934 - 1974)
In Memoriam

SEPARATA DEL BOLETIN DE PREHISTORIA DE CHILE
Nº 7 - 8 AÑO 6 - 7 PAGS. 99 - 138. LAMS. I - VI
4 FOTOGS. UNIVERSIDAD DE CHILE, SANTIAGO
1 9 7 4

Upper Quaternary Ecology in the Puna de Atacama, Chile*

PALEOBIOGEOGRAPHIC AND PALEOECOLOGICAL RELATIONS BETWEEN LENTICS ENVIRONMENTS OF ATACAMA PUNA AND BOLIVIANS PLATEAUX, CAPRICORN TROPIC.

by Claudio Ochsenius

to Rómulo Santana

Abstract

The present study treats reconstruction and diagnosis of lacustrine environments, that since Pleistocene up to the beginning of Holocene characterize a wide region of South American Tropic.

The principal lines of paleobiotopo (geomorphological and sedimentological factors) are analyzed, as well as the most important biostratigraphic indicators **(Bacillariaceae,** Molusca: **Gasteropoda et Lamellibranchiata, Pisces, Ostracoda, Ciperaceae, Gramineae, Typhaceae et Leguminosae).** Particular importance is given to Pleistocenic volcanism as a transforming agent and **natural regression in landscape ecology,** especially regarding the superficial structure formed by soil and vegetal covering.

Probably, the referred facies would indicate also a lacustrine episode, synchronic with some forms of pleistocenic megafauna —that we are investigating— besides numerous ergologic manifestations (lithic industries of Chuquicamata, Talabre, Aguas Verdes, Chiuchiu, etc.) left by early man.

Considering the taxonomic and biogeographical links of lacustrin fanula and florula existing between Puna de Atacama in Northern Chile and Bolivian Plateau, as well as same paleogeographic evolution: the oriental origin of humidity is hypothetically caused by the pluvial conditions during Pleistocene, in the occidental **frontis** of the Andean Cordillera. This may be interpreted as a dislocation of the amazonic low pressure center towards the south.

Connected with the increasing of rains —which seem to includ Pampa del Tamarugal in the Atacama Desert— appears a vigorous superficial water flow regulated and equilibrated by this basins, emergin in lakes and lagoons which will become more profund according to their corresponding geomorphological factors and **superavit** of the regional hidric balance.

Their afterwards extintion during Holocene has not been sudden as demostrated by alternate position of different levels of lacustrine terraces and abrasion platforms

With holocenic aridity a series of erosion and eolic accumulation processes have been developed. At the same time in the center of basins wide beaches of salt have been formed. Even we do not have at this time an absolute dating of ecological events, the most probable is that the present physiognomy of the landscape finds its origins towards the 7.000 years B. P.

In sumary, it may be said that abiotic and biotic and evidences already studied indicated that many of this basins were real lakes, but later were transformed in muddy lagoons or **"barreales"**, finish in the wide clayey-saline planes that today we know as **"salares"** in this deserted mineral domain.

(*) Researching Proyect, Scientific Development Technical Office - Chile University. Postgraduate of Sao Paulo University, Brazil.
Address: Alfonso Donoso Nr. 596, San Bernardo, Santiago, Chile.

Ecología del Cuaternario Superior en la Puna de Atacama, Chile.

RELACIONES PALEOBIOGEOGRAFICAS Y PALEOECOLOGICAS ENTRE LOS AMBIENTES LENTICOS DE LA PUNA Y ALTIPLANO BOLIVIANO, TROPICO DE CAPRICORNIO (1)

por Claudio Ochsenius Parga

A Rómulo Santana

Introducción

El presente estudio versa, sobre la reconstrucción y diagnóstico de los ambientes paleolacustres que desde el Pleistoceno hasta los comienzos del Holoceno, caracterizan una vasta región del trópico sudamericano. Su cobertura paleoecológica representa sin embargo, apenas una fase importante de un proyecto mayor, cuyo objetivo final consiste en arribar a una síntesis confiable de los complejos eventos que han modelado y dirigido la trama ecológica de este dominio desértico, durante el Cuaternario.

Muchas interrogantes reclaman hoy, un esclarecimiento mayor. Motivo por el cual el presente opúsculo sólo aspira ofrecer los avances y evidencias que en ese sentido hemos logrado. Creemos que estos serán un alto interés para el estudio del cuaternario sudamericano, en especial de aquellas investigaciones que durante varias décadas, vienen sucediéndose en su fachada pacífica. Deseamos igualmente que el espíritu que anima este trabajo, así como el enfoque vertido, sirvan para revitalizar una cosmovisión holística central, tan necesaria hoy en el ámbito de las paleociencias y sin la cual, serán poco factibles las tareas encaminadas hacia una constatación objetiva del pasado ecológico, así como de su cinética cual fuere el lugar y circunstancias manejadas.

Los indicadores bioestratigráficos, conforman igualmente —*sensu-strictu*— piezas irremplazables en la recreación de este notable paisaje mineral que da lugar la Puna y Desierto de Atacama, en el Norte de Chile. En torno a ellos, trataremos de profundizar su significancia ecológica, así como sus relaciones paleobiogeográficas más relevantes con el dominio altiplánico. Algunas de ellas ya fueron reportadas y examinadas (OCHSENIUS 1972), razón por la que estas líneas nos brindan la ocasión de demostrar de un modo más acertado, las hipótesis que ayer planteáramos a la luz de la información disponible.

---

(1) Trabajo leído ante la Academia Chilena de Ciencias Naturales el día 30 de Abril de 1975 como un homenaje pótsumo al estudioso y geógrafo chileno Dr. Rómulo Santana Aguilar.

Desde otro ángulo, el aspecto geocronológico —o más justamente ecocronológico— también se nos revela importante, motivo por el que será practicado en breve, una vez con el auxilio de técnicas radioquímicas lleguemos a afinar los respectivos instrumentos de datación. En este sentido pretendemos alcanzar una cronología de alta resolución espacial —no puntual— capaz de facultarnos desde una perspectiva más real, la comprobación regional del cambio ecológico.

Las evidencias fósiles señaladas, son el resultado de un dilatado contacto que el autor ha mantenido con esta región (1969-74). Una fracción importante de ellas (microflora y microfósiles), han sido recolectadas durante un extenso survey practicado especialmente durante la última primavera y el que ha incluido también la localización de otro tipo de evidencias, tales como palevertebrados, flora superior, huellas glaciales, etc.

Con tal objeto, hemos estudiado desde Iquique hasta María Elena, el borde oriental de la Pampa del Tamarugal, así como un difícil reconocimiento por las cuencas puneñas y altiplánicas situadas desde el Salar del Huasco en los Altos de Pica por el N hasta el extenso Salar de Atacama por el S. Completando así un interesante recorrido superior a los 5.000 kilómetros por el dominio desértico y puneño. Las distintas muestras provienen de lito y biofacies lacustres y han sido recolectadas por el autor en colaboración con el Geólogo Sr. Carlos Castro y su esposa Felicita Q. de Ochsenius, miembros correspondientes de la misión.

No podríamos dar término a esta introducción, sin antes dejar plena constancia de la valiosa ayuda que nos han prestado las siguientes personas y entidades.

En Tarapacá, a la Oficina Salitrera Victoria, quien a través del Sr. Jorge Jorguensen, colaboró en nuestras repetidas incursiones hacia el intransitable borde oriental del Salar de Bellavista. En Antofagasta: al Teniente Coronel Julio von Chrismar, Gobernador del Departamento del Loa, quién además de interesarse seriamente por nuestra investigación, dispuso el necesario apoyo logístico para el reconocimiento de las cuencas fronterizas de Ascotán, Carcote y Ollagüe. Al Capitán Carlos Minoletti —encargado de nuestra estación en Ascotán— por el reconocimiento del sector ubicado al E del Portezuelo de Ascotán, entre la Quebrada de Charquinca y Ojos de San Pedro. Al General Mario Puente, Gerente de Relaciones Industriales de Cobrechuqui, por el valioso interés demostrado en nuestra labor, así como por las facilidades que nos permitieron dar a conocer nuestros aportes sobre el Departamento del Loa en dos conferencias consecutivas. A los Señores Eduardo Court y Roberto Harvey, grandes conocedores de la región con quienes efectuamos numerosas salidas.

En Santiago: a nuestro amigo y profesor Sr. Hugo Gunckel, Presidente de la Academia Ch. de Ciencias Naturales y experto botánico. A los señores Vladimir Covacevich, Rubén Martínez y Jaime Osorio, todos pa-

leontólogos del Departamento de Geología de nuestra Universidad. Al Sr. Nibaldo Bahamondes, hidrobiólogo del Museo Nacional de Historia Natural. En Brasil, a nuestro amigo el Dr. Cordani, geocronólogo del Centro de Pesquisas Geocronológicas de la Universidad de Sáo Paulo.

A todos ellos nuestro más sincero reconocimiento y gratitud.

I. *LA CUBETA CHIUCHIU-CALAMA Y LOS BOLSONES CONEXOS DE LA PAMPA DEL TAMARUGAL.*

Bajo el Trópico de Capricornio en el borde oriental de la desértica Provincia de Antofagasta, hállase el *graben* de Chiuchiu-Calama. Su emplazamiento estructural, lo define la Sierra de Huaililas por el W, en tanto el resto de su perímetro morfológico está limitado al E por las placas de ignimbritas que conforman la bajada del Pedimento Arido, así como por un escarpado cinturón de aparatos volcánicos de edad terciaria y cuaternaria. De estas grandiosas construcciones destaca el macizo formado por el San Pedro (6165 m) y el San Pablo (6118 m), en cuya base a modo de apéndice característico, surge el volcán enano Poruña (3604 m). Hacia el SE y emergiendo sobre las ignimbritas como relieve residual, los Cerros de Ayquina marcan su límite meridional naciente.

Varios estudios que comprometen aspectos geológicos y estratigráficos, así como consideraciones de orden sedimentológico han sido practicadas desde hace ya más de media centuria, en esta extensa planicie pavimentada de calcáreo. De ellas sobresalen las investigaciones de SUNDT (1903), COURTY (1907), WETZEL (1927), FRENGUELLI (1936), BIESE (1950, 1961), FUENZALIDA (1957), SANTANA (1967) y OCHSENIUS (1971, 1972, 1974).

Son sin duda las investigaciones de WETZEL (1927) las que aportan un mayor interés paleoecológico. Además de destacar el carácter orgánico del depósito (potentes bancos de trípoli compuestos de calcáreos de agua dulce), le asigna una distribución similar a la dada por COURTY (1907), aunque sin otorgarle su verdadero valor paleogeográfico en función de los depósitos correlativos que se ubican allende los Andes, en los altos plateaux bolivianos (v. gr. Río Grande, Cobrizos). Basándose en el estudio de perfiles que ocurren en Chacra Sloman, en el distrito salitrero de El Toco, indica igualmente que los sedimentos se hallan constituidos básicamente por una caliza formada con la cooperación de bacterias, calcáreos oolíticos, carbonatos de calcio silíceos y dolomíticos (Kieselgur), así como débiles banquitos de ópalo a los cuales se agregan légamos, arenas y sílice concrecionaria. Tales observaciones revisten un alto significado, por cuanto no solo extienden las evidencias lacustres cuaternarias hasta el corazón del desierto en la Pampa del Tamarugal, sino que vienen a confirmar nuestra hipótesis sobre un origen oriental de la humedad (fachada amazónica), evidenciada tanto por la presencia de estas camadas, como también por las *sebkhas* o barreales ubicadas al N y al S de El Toco, siguiendo el eje

axial de la Pampa del Tamarugal. Ejemplos de ellas son las pampas salitreras de Llamara, Pintados, Bellavista y María Eena, todas testigos sinonímicos de la presencia de mayor humedad.

La evolución de estos cuerpos sedimentarios debió como opina FUENZALIDA (1957:195) haberse dado a diferentes alturas probablemente desde su origen. Razón por la cual debiéramos incorporar a dicha noción, a todas aquellas cuencas del sector prealtiplánico y altiplánico, comenzando por las de Atacama y Punta Negra, y siguiendo por las de Ascotán, Carcote y Ollagüe situadas a la misma altura de los bolsones y lagos del S de Bolivia (*vide* Lám. I).

A. *INDICADORES BIOESTRATIGRAFICOS*

Se desprende de lo dicho que estos sedimentos lacustres, representan las series más modernas depositadas en la cuenca y sus bolsones conexos, correspondiendo al parecer en forma parcial o total, al último período pluvial acaecido en la Puna de Atacama durante el Cuaternario Superior (= Glacial Würm?) y cuyas últimas acciones se habrían prolongado hasta los comienzos del Holoceno.

Si estamos en lo cierto, la referida facies sería muestra también de un episodio lacustre contemporáneo de algunas formas de megafauna pleistocénica —que estamos investigando— así como de numerosas manifestaciones ergológicas dejadas por el Hombre Temprano y cuyos ejemplos más conocidos podemos resumir en los magníficos talleres líticos denominados por LANNING (1969:15) como los Complejos Chuqui, Talabre, Aguas Verdes y Chiuchiu, cuyas edades tentativas fluctúan entre el Finipleistoceno y comienzos del Holoceno. Sedimentológicamente y a primera vista, los bancos liberan un trípoli blanco rico en carbonato de Calcio ($CaCO_3$), propiedad confirmada en las soluciones que hemos practicado a fin de rescatar los elementos del plancton léntico, compuesto básicamente de diatomeas. De igual modo, las muestras tratadas revelan un mínimo contenido de sílice amorfa, así como cristales errantes de biotita seudohexagonal, elemento este último típico de las liparitas que circundan la cuenca. Cuarcitas, arenas y gravas de basaltos son también poco frecuentes en las muestras.

i. *Mollusca*

A partir de muestras colectadas en el tramo superior de estos bancos —que alcanzan potencias a veces mayores a cinco metros— FRENGUELLI (1928:68) señala la existencia de numerosos ejemplares de *Hydrobia coquimbana* Philippi, molusco típico del Cuaternario chileno. También alude a una especie indeterminada de *Planorbis* que nosotros hemos reunido profusamente en los alrededores de Chiuchiu y que corresponde al Género *Taphius*. Consideramos oportuno anotar que este Género ya había sido señalado antes por WETZEL (1927:557) para Chacra Sloman,

ubicada a más de 200 kilómetros al NW de Chiuchiu, — y por COURTY (1907:88) en la cuenca de Ascotán, situada a unos 50 kilómetros al NE y a una altura superior a los 3.500 metros.

Otros elementos de fánula lacustre vinculados al ambiente de *Taphius* sp., han sido determinados en el kieselgur de Chiuchiu, correspondiendo a los siguientes moluscos dulceacuícolas: *Littoridina carinata* Biese, *Tropicorbis (Lateorbis) loaensis* Biese *et Succinea loaensis* Biese (BIESE 1961:22). Puede resultar de interés el hecho que *Succinea* sp., represente un género característico del Pleistoceno de Argentina y Uruguay CAMACHO (1966:350).

ii. *Ciperaceae et Typhaceae*

Luego de explorar la cubeta en Chiuchiu y siguiendo su eje SE — NW, hemos tenido la fortuna de estudiar un singular banco tripoláceo con una potencia superior a 3 metros. En él alternan en forma bandeada y con estratificación normal, litofacies ricas en fánula y flórula léntica, pero esta vez asociada a un nivel inferior de travertinos que conteniendo restos de flora acuatil nos ha entregado un valioso testimonio sobre el componente florístico de esta cuenca. Recordaremos que ya hace algunos años habíamos postulado su existencia, así como los probables lugares de hallazgo *(vide* OCHSENIUS 1972).

Aunque la ausencia de flores limita claramente una buena y fina clasificación taxonómica, los presentes testigos corresponderían a *Scirpus* sp. *et Typha* sp. *(fide* GUNCKEL). Trátase seguramente de *Scirpus americanus* y de *Typha angustifolia.* La distribución de ellas alcanza desde algunos kilómetros al NE de Calama, hasta unos 2 kilómetros al N del poblado indígena de Chiuchiu. WETZEL *(ibidem)* también señala travertinos similares en Chacra Sloman, remitiéndolos a la especie *Scirpus triqueter* Steudel que no es otra cosa que una sinonimia más moderna, de *Scirpus americanus* Persoon.

Su buen estado de conservación débese principalmente, al alto porcentaje de Si contenido en la corteza de los tallos originales el cual, se ha visto enriquecido por un extraordinario aporte de $CaCO_3$. Del mismo modo su ahuecamiento perfectamente cilíndrico, se explicaría por la fragilidad e inconsistencia de la celulosa que forma el molde interno de su órgano respiratorio. Esta circunstancia podría elucidar también el porqué otras especies más blandas y menos ricas en sílice nos han privado de evidencias fosiles (v. gr. *Eleocharis y Potamogeton).* Esta vegetación típica de ambientes lénticos, no se halla representada hoy, con la salvedad de algunas ocurrencias puntuales junto a los ejes fluviales existentes. Ella ha sido reemplazada claramente por una flora menos vistosa, o diferente compuesta de brea *(Tessaria absinthioides),* cachiyuyo *(Atriplex*

microphylla) y pastos salados *(Distichlis spicata),* que abundan preferencialmente en la confluencia de los Ríos Salado y Loa.

Desde un punto de vista estructural y geomorfológico, nos parece totalmente natural el hecho que los horizontes de *Scirpus et Typha* coincidan con el borde NW de la cuenca, definido por el acuyamiento de los sedimentos lacustres con las tobas *liparíticas* pliocenas. Como ya apuntáramos *supra,* la presencia de las más variadas manifestaciones del poblamiento que se suceden desde los recolectores y cazadores tempranos, pasando por un floreciente estadio agroalfarero hasta pequeños núcleos de urbanización incásica, confirman lo dilatado de la permanencia del hombre, hecho este vinculado indefectiblemente a la presencia de ambientes paleolacustres, que luego de la contracción de la humedad son reemplazados por sistemas fluviales análogos a los hoy conocidos, representando de esta manera catalizadores naturales de la distribución regional del poblamiento humano. Curioso resulta también el hecho, que siendo esta área uno de los lugares de más intensa investigación arqueológica, ninguna de ellas haya reportado noticias de estos indicadores paleobotánicos, los cuales lejos de encontrarse en algunos perfiles discretamente ocultos por las acciones eólicas holocénicas y presentes, hállanse extensivamente utilizados como un noble material de construcción, ya sea en pircas, estructuras habitacionales, etc. (*vide* Lámina II). (2).

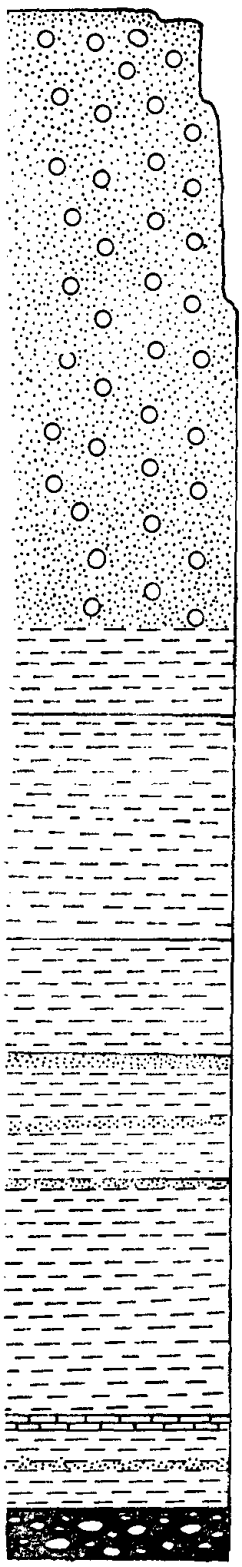
iii. *Bacillariaceae*

Fuera de algunas caparazones de Euglenáceas *(Trachelomonas* sp.) así como numerosas células de gramíneas, son sin duda los ricos repertorios de diatomeas estudiados en este dominio, los que confieren un mayor número de inferencias paleocológicas.

La ausencia en todos los trípolis de formas bentónicas profundas, hablan de una profundidad moderada, pero de una dilatada extensión. Vinculado a este factor, debemos tener también en cuenta las mediciones batimétricas realizadas en el Lago Poopó. En efecto NEVEU-LEMEIRE (1909:12, P1. IV) indica luego de un exhaustivo estudio que la profundidad media sería de más o menos 2 metros. No obstante, durante el Pleistoceno el *superavit* del balance hídrico en esta región debió ser notablemente mayor. Ahora bien si a ello correlacionamos el espesor de los sedi-

---

(2) Otro aspecto que nos muestra la diversidad y riqueza bicenótica de estos ambientes, es el que señala AHLFELD (1946:299-302) cuando se refiere a una original colonia de algas calcígenas. Ellas ocurren un poco al NE de Ollagüe, en la extensa llanura salina de Uyuni (borde S del antiguo Lago Minchin) presentando además numerosos restos incluidos de gastrópodos dulceacuícolas. Su distribución durante el período lacustre parece haber comprometido sólo la zona de aguas someras, como lo sugiere su total ausencia en la parte más profunda de la cubeta. El gigantismo que presentan estas algas — que pueden alcanzar alturas cercanas al metro y medio (.5m) por unos tres metros de base (3.0 m) — sólo puede ser explicado en función del rico aporte ambiental de carbonato de calcio (CaC03) y el cual parece ser tan rico como el contenido en **Scirpus et Typha,** alcanzando un porcentaje superior al noventa por ciento (90.00%).



PERFIL BIOESTRATIGRAFICO DE LOS SEDIMENTOS LACUSTRES DE LA PAMPA DEL TAMARUGAL, EL TOCO

21°55'S — 69°35'W

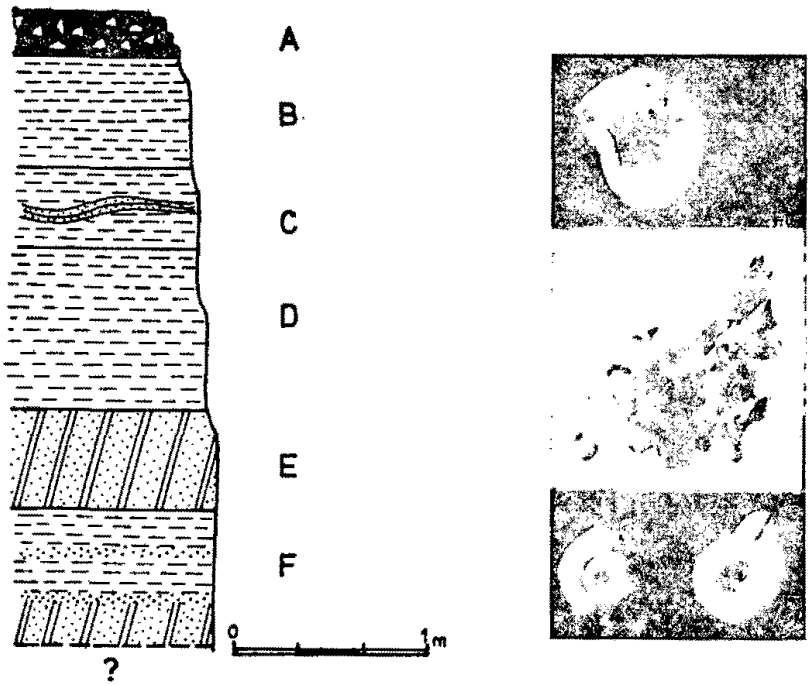
por Claudio Ochsenius

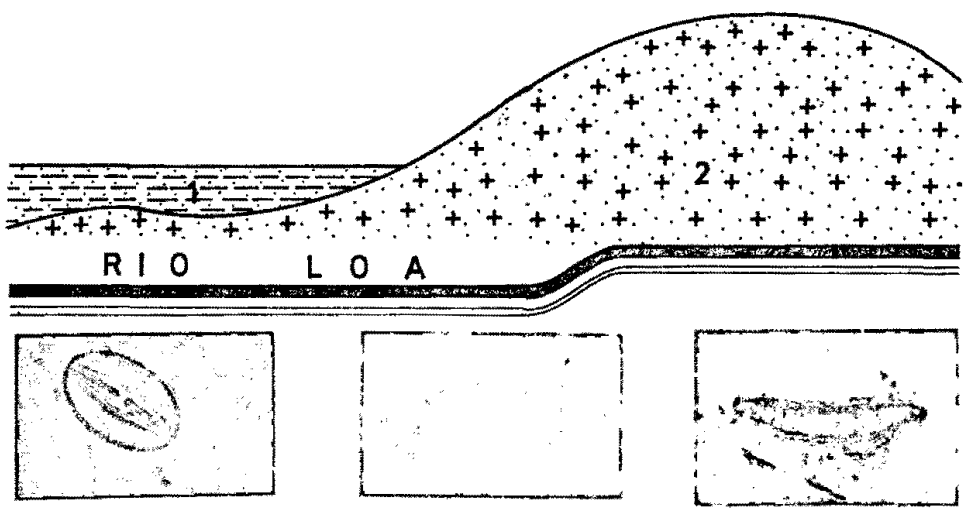
Lámina I

A. Formación de caliche con **Bacillariaceae** en su base areno-arcillosa (Pr. 2ª). B. Kieselgur puro con **Bacillariaceae** (3), **Helisoma (Taphius) andecolus montanus** Orbigny, **Pisidium,** chilense Orbigny et **Chilina** sp. C. Kieselgur con lentes de calcáreo arenoso, **Bacillariaceae** (IIob, IIu). D. Kieselgur puro con areniscas intercaladas, **Bacillariaceae** (18), **Helisoma (Taphius) andecolus montanus** Orbigny. E Kieselgur puro con **Helisoma (Taphius) andecolus montanus** Orbigny, **Littoridina Cumingi** Orbigny, **Littoridina Parchappi** Orbigny et **Baciallariaceae** (34, 36, 33). F. Calcáreo arenoso con vetas de Kieselgur **(Baciallariaceae,** 37). G. Cascajo y guijarros. Para la confección de este perfil, el autor se ha servido de los datos que ofrece el estudio de Friedrich Hustedt (1927: 225), de las determinaciones de gasterópodos hechas por W. Wenz (in: Wetzel 1927:558) y en sus propios estudios.

Lámina II

Leyenda.— A. Pavimento detrítico holocénico. B. Kieselgur puro, **Taphius, Littoridnia, Tropicorbis et Bacillariaceae.** C. Kieselgur con lentes de limo orgánico, **Taphius et Bacillariaceae.** D. Kieselgur limoso con pequeños guijarros pumicíticos, **Taphius et Bacillariaceae**. E. Arenas finas fuertemente cementada, ricas en **Scirpus et Typha** sp. F. Kieselgur de contenido arenoso con restos abundantes de **Scirpus americanus** Persoon **et Typha angustifolia** Linneo. El perfil transversal inferior representa esquemáticamente el borde NW de la cuenca, lugar en que los sedimentos lacustres pleisto-holocénicos de Chiu - Chiu (1) se acuñan sobre las ignimbritas plio-cuaternarias de la Formación Riolítica (2). Las líneas de eje inferior muestran el lecho actual del río Loa, en tanto el trazo negro indica su respectiva área de terrazas fluviales. Las fotografías muestran **supra** algunos ejemplares de gastrópodos dulceacuícolas **(Planorbidae)** y travertinos correspondientes a plantas acuáticas de bordes y bajos lacustres **(Scirpus et Typha** sp., 1:3). Las microfotografías señalan **infra** algunas formas planctónicas (X 10) de aguas libras.


A
B
C
D
E
F
?
0
1m


SW
NE
1
2
RIO LOA

mentos lagunares tendremos que la profundidad media de la cuenca de Chiuchiu-Calama fue varias veces mayor. En cuanto a las temperaturas, la ausencia de especies características de climas muy cálidos o muy fríos deja a esta flórula constituida esencialmente por entidades que se hallan bajo un régimen de clima templado (HUSTEDT 1927:232).

B. *GEOCRONOLOGIA DE LA FACIES LACUSTRE: UNA DISCUSION ABIERTA*

Aún cuando en párrafos anteriores hemos sostenido una cronología tentiva más o menos amplia, existen todavía amplias divergencias. Ellas sólo podrán ser sorteadas una vez que los diferentes trípolis sean sometidos al test radiométrico. Circunstancia que también vendrá a solucionar el nexo que existe entre estos ambientes y las evidencias de megafauna pleistocénica, así como también el contexto ecológico — desconocido hasta el momento — en que evolucionaron las más antiguas agrupaciones humanas que arribaron al dominio puneño y tamaruguense. Esto no impide por cierto que presentemos y discutamos aquellas diferentes dataciones relativas sostenidas hasta la fecha por la especialidad geológica, las cuales de un modo general compartimos y aceptamos.

Teniendo en cuenta sus estudios geológicos de la Cuenca de Chiuchiu-Calama, y de los bolsones de El Toco, WETZEL (1927:553) asigna para estos sedimentos lacustres una edad evidentemente cuaternaria, y que en la nomenclatura alemana de esa fecha corresponde al *Diluvium*. De la misma forma HUSTEDT (1927) y FRENGUELLI (1936) concuerdan en una edad pleistocénica, basándose fundamentalmente en la clara afinidad que existe entre los repertorios fósiles y aquellos que conocemos hoy en día. Otro antecedente estaría conferido por su depositación casi sincrónica del volcanismo central pleistocénico, cuestión que hemos podido constatar al estudiar el carácter y distribución de la morfología volcánica que circunda la cuenca en sus bordes NE y SE. Igualmente no podemos pasar por alto la edad relativamente moderna (Plioceno Medio a Superior) conferida por RUTLAND ET AL (1965) y GUEST (1969), para las placas de ignimbritas que van desde Toconce y Puripicar (Form. Sn. Bartolo), hasta las ignimbritas de El Sifón en el curso inferior del Río Salado, cuyas edades absolutas fluctúan entre los 2,9 y 10 m. B. P. Estas fechas podrían ser mucho menores como lo señalan los argumentos de GARCIA (1967) en favor de una edad en parte incluso pleistocena para estas formaciones derivadas del volcanismo puneño ácido y semiácido.

Contraria a la cronología expuesta destacan las ideas de BRUGGEN (1950:141), quién cuestiona esta edad tan moderna, aunque como lo veremos a continuación sin dar una explicación amplia y satisfactoria. Citando a este autor nos dice:

"en contra de una edad moderna están no sólo los movimientos tectónicos a los que he hecho mención sino también con las riolitas, cuya edad terciaria he deducido más arriba . . . (sigue) *. . . esta edad antigua encuentra su apoyo en los resultados a que ha llegado HUSTEDT (WETZEL, 1927:p.557) al determinar las diatomeas de las capas de kieselgur intercaladas en las calizas. Según él faltan totalmente las especies que son más frecuentes en la costa sudamericana; además el autor se refiere a que la flora diatomácea de los lagos diluviales del Perú y Sur de Bolivia tienen un carácter enteramente distinto.*

Estas diferencias se explican fácilmente por la edad mucho mayor de las capas de kieselgur encerradas en las calizas del Loa".

A la luz de estudios geológicos recientes, nadie niega el rejuvenecimiento y existencia de una importante tectónica diferencial de bloques que ha afectado a la región durante el Cuaternario. Por tal razón hemos afirmado, que sin su concurso sería imposible explicar el trazado de la actual red hidrográfica que, fuertemente incisa a través de profundos cañones, corta el Pedimento y la Cuenca de Chiuchiu-Calama.

De esta manera sólo un cambio sensible en el nivel de base local, promulgado por una tectónica de falla reactiva en la cuenca, ha podido determinar durante el Pleistoceno Superior la rápida evolución y encajonamiento de estos contrastantes valles epigenéticos (v. gr. río Loa, Salado, Caspana, Toconce, etc.). Aunque sin mencionar esta relación SANTANA (1967:22), ha declarado que estos movimientos generaron fallas inversas a la vez que reactivaron fracturas de antiguos bloques y siendo su dirección predominante N — S, con un marcado buzamiento hacia el E. Otros antecedentes de implicancia, son los presentados por HOLLINGWORTH (1964:677), quién demuestra que estas deformaciones estructurales comprometieron las placas de riolitas y en algunos lugares los detritos pleistocénicos.

Fuentes bibliográficas poco conocidas y de una antigüedad mayor también han dedicado sus conclusiones a este neotectonismo. Nos referimos a las investigaciones que OCHSENIUS (1886-96, 1903) ha realizado en los Andes Centrales, y cuya concatenación más notable dice relación con la tercera fase del solevantamiento acaecida durante el Pleistoceno; coyuntura geológica ratificada años más tarde por TROLL (1928) y los investigadores mencionados *supra.*

En segundo lugar nos parece poco procedente la inferencia que BRUGGEN extrae del estudio de HUSTEDT en favor de su hipótesis, ya que este último no se refiere a ninguna determinación cronológica, la cual como hemos señalado fue hecha por WETZEL quien es verdaderamente el estudioso asentado en la región y que envía a Friedrich Hustedt de Bremen las muestras de trípoli para su peritaje taxonómico y sistemático. Más dudoso resulta el hecho de . . . *"su relación con las costas del Pacífico y lagos diluviales altiplánicos"*, dado que ese juicio no figura en el opúsculo

de HUSTEDT (1927). Por estas razones nos vemos obligados a creer que BRUGGEN no conoció la publicación de éste que consiste en un documento de contenido estrictamente diatomológico. No olvidemos que tenemos ante nosotros a un especialista de reconocido prestigio mundial en el campo de las diatomeas (HUSTEDT 1930, 1959).

Tal vez la única consideración de valor cronológico, es aquélla que exalta por el contrario las afinidades existentes entre las diatomeas fósiles de Chacra Sloman y las asociaciones actuales, motivo por lo que sólo WETZEL (ibidem p. 557) sería responsable de tal relación, basándose incluso en una idea de HAUTHAL (1911:229) quien no posee sino un escuálido e incipiente conocimiento de los repertorios de diatomeas altiplánicas (2b) las cuales a la luz de nuevos estudios aparecen perfectamente vinculadas, más aún cuando los componentes de fánula y flora límnica descubiertos en fecha reciente convergen en su apoyo *(vide infra).*

No obstante lo dicho hasta aquí, aún persiste en nosotros la duda del por qué BRUGGEN interpreta esta información en favor de una edad más antigua. ¿Ayudaría acaso la presencia de formas marinas para que las calizas fuesen más modernas?. Nosotros creemos exactamente lo contrario. Principalmente en función de la evolución que ostentan las transgresiones y regresiones marinas para el Norte de Chile durante el Pleistoceno. Ellas no han podido comprometer el paisaje situado al E del acantilado —con más de 600 metros— que conforma la Cordillera de la Costa, y que hoy conocemos como el dilatado escalón de la Pampa del Tamarugal, quedando su acción restringida apenas a algunas terrazas de abrasión y a los depósitos marinos alojados en la Península de Mejillones y áreas aledañas. ([3]).

Lo que sí expresa HUSTEDT (1927:230-33) en favor de una evolución continental y no marina abarcando incluso argumentos biogeográficos, es lo que a continuación anotamos en forma textual: (3a)

"Wit verbreitete Gattungen, die an der südamerikanischen Küste besonders Häufiq sind, Coscinodiscus, Aulacodiscus, Auliscus, Actinophyschus, das grosse Heer der marinen Naviculeen fehlen vollständig. Das ist umso beachtenswerter, als hier die verbreitung auch durch Vögel vollkommen versagt hat". Finalmente creemos que estas ideas bastan por sí solas para corregir una serie de afirmaciones erradas, acerca de la antigüedad y origen de estos sedimentos lacustres que incluso figuran en el Lexique Stratigraphique International (vide OCHSENIUS 1974).

---

(3) En torno al contenido y carácter bioestratigráfico de estos sedimentos que descansan sobre el plioceno marino de la Formación La Portada — así como de sus relaciones con la neotectónica y paleoclimatología cuaternaria — remitimos al lector a los interesantes estudios realizados por HERM ET PASKOFF (1967) y HERM (1969:10-20).

II. *LAS CUENCAS PUNEÑAS Y ALTIPLANICAS*

Desde un punto de vista morfogenético y climático, dos cuencas han despertado en nosotros un interés especial. La primera la conforma la gran cubeta del Salar de Atacama ubicada al S del área de *bolsons pleins* y en el borde occidental del bloque puneño. Mientras que la segunda bastante más pequeña la define la actual cuenca del Salar de Carcote, geoforma situada a más de 3500 metros y en el centro del eje paleohidrográfico que unió varios ambientes paleolacustres, por lo menos desde el Poopó hasta el Salar de Ascotán.

En ambas localidades hemos efectuado estudios geomorfológicos así como también un exhaustivo muestraje de lito y biofacies lacustres.

Sin excluir un reconocimiento similar de las cuencas de Ascotán y Ollagüe, en la frontera con Bolivia.

En el Salar de Atacama hemos conferido especial interés a los diferentes depósitos y construcciones volcánicas, laháricas, fluviales y lacustres, así como en las acciones eólicas holocénicas y postholocénicas que afectan claramente su borde oriental. Consecuentemente con ello, hemos tratado de seguir desde muy cerca los sondajes que se practican en su borde SE. No obstante, que exploraciones similares practicadas hace algunos años con fines hidrogeológicos ya han permitido de manera bastante acertada configurar los cuerpos de trípoli. Ellos parecen haber evolucionado en forma alternada y siguiendo el eje N — S del *graben atacameño.* Si bien aún debemos esperar valiosas contribuciones de las nuevas perforaciones, estamos en condiciones de ofrecer a manera de hipótesis lo que debió ser esta extensa llanura salina durante el Pleistoceno e inicios del Holoceno.

Contrariamente a las ideas sostenidas por TRICART et CLOOST-HIRSCH (in TRICART ET AL 1970:225) —quienes sin presentar mayores antecedentes geográficos y estratigráficos señalan la existencia de dos riberas lacustres— postulamos, que el Gran Salar de Atacama más que un gran lago debió comformar un mosaico de lagunas o ambientes elonerítico**s**, conectadas seguramente por un sistema de emisarios intermitentes (algunos de los cuales aparecen registrados en los sondajes hidrogeológicos del borde sur-oriental del salar, *vide* DIAZ DEL RIO ET AL 1972: 34-C). Por tal razón la mencionada 'napa de agua que alcanzaría una profundidad mayor de 30 metros" debe ser revisada ya que si bien no ponemos en duda su ocurrencia, sí lo hacemos respecto del grado de inferencia. No olvidemos que los episodios neotectónicos pueden perfectamente haber modificado la posición original de las terrazas, haciéndonos creer que presenciamos remanentes geomorfológicos propios de profundos y amplios lagos, los cuales sin embargo no coinciden con los respectivos documentarios stratigráficos, micropaleontológicos y paleobotánicos por citar algunos de los principales indicadores paleocológicos *(vide infra).*

En cuanto a los bordes de esta cuenca chata y extensa, debieron haber estado, no sólo poblados de un continuo tapiz herbáceo como lo demuestran la abundante cantidad de células de gramíneas contenidas en los trípolis, sino también por extensas asociaciones de phanerófitas esteparias (v. gr. *Prosopis* sp.). Esta cobertura biocenótica ha debido soportar, sin embargo, la sostenida acción del volcanismo central cuaternario, el cual ha barrido mediante el fuego, y tamponado mediante potentes campos laháricos y de cineritas, su fisonomía vegetacional característica. Este fenómeno que ya fuera planteado en mis cursos de Ecología de la Universidad de Chile como el *"Natural Regression Concept in Landscape Ecology"* (OCHSENIUS, 1973 MS), abre un extenso campo de investigaciones en el ámbito de las regresiones naturales del paisaje, obligándonos en el futuro a otorgarles la importancia que verdaderamente merecen.

Evidencias para el presente estudio, han sido liberadas por los sondajes realizados a unos 82 kilómetros al S de San Pedro de Atacama, entre las quebradas de Camar y Socaire. Allí a una profundidad de —10 metros se han exhumado restos vegetales carbonosos (troncos) digeridos por un espeso manto de ceniza volcánica. Ellas provienen directamente del Volcán Laskar (5690 m), aparato pleistocénico que ha proyectado su base, en el borde oriental del salar, un extenso y oscuro campo de pumicitas, cenizas y un gran número de bombas dando lugar a un amplio abanico que en torno al sector de Linque confirma el rol criptobiótico del volcanismo pleisto-holocénico (vide photo).

Lamentamos tener que aclarar que su determinación sistemática y radiométrica será imposible de practicar, dado que los testigos una vez descritos de acuerdo a su valor hidrogeológico no se conservaron en ningún sitio seguro, siendo abandonados a campo raso. Esto también es válido para los hallazgos paleontológicos que rara vez son reportados a tiempo a los organismos científicos competentes; ni siquiera por curiosidad de quienes dirigen la exploración de pozos, canteras, alcantarillados, etc., principalmente en los puntos apartados del país. Aun así pensamos que al igual que los carbones de la ciudad de Calama y los enquistados en los aluviones de la Quebrada de Chacarilla en la Pampa del Tamarugal corresponden al Género *Prosopis*. Arbol ó arbusto, de la Familia Leguminosae típico del trópico sudamericano especialmente de las asociaciones xerófilas de la Caatinga cearense, en el N de Brasil *(vide* OCHSENIUS 1972a).

Para concluir este brevísimo marco de referencia en torno a la información bioestratigráfica del presente capítulo, nos referiremos a la cuenca altiplánica de Carcote (3685 m). Lugar en que hemos comprobado facciones geomorfológicas análogas a las del Salar de Atacama, exceptuando por cierto el concurso que aquí tiene la glaciación de alta montaña, cuyos circos glaciales circundan enteramente la depresión. A ellos se incorporan otros elementos morfológicos nuevos, tales como nítidos *niveles lacustres, depósitos de loess, campos de dunas, conos de deyección fluvioglaciales, pequeños deltas sublacustres y coladas de barro volcánico.* Todos

los cuales han sido volcados recientemente en una carta geomorfológica preliminar a una escala aproximada de 1:50.000 (vide OCHSENIUS, 1973c MS).

A. *INDICADORES BIOESTRATIGRAFICOS*

Los antecedentes que siguen a continuación, se refieren casi por entero al carácter y contenido biótico encerrado en los sedimentos palustres de las cuencas y bolsones endorreicos del borde oriental de la Puna de Atacama. Tales evidencias serán relacionadas en forma directa con la información liberada por las distintas litofacies, así como a sus respectivos ambientes geomorfológicos, permitiéndonos una reconstrucción más probable del carácter biocenótico de estos ecosistemas lacustres del Pleistoceno.

Ejemplos de ellas serán las cuencas de Ollagüe, Carcote, Ascotán, Atacama y Punta Negra — cuyas ricas minas de bórax, sulfatos y litio, encuentran sus orígenes apenas recién durante el Finipleistoceno, quedando su evolución directamente vinculada a los cambios climáticos y ecológicos que hoy tratamos de evaluar.

i. *Bacillariaceae*

Como hemos insistido, todos los trípolis presentes en los actuales salares cautivos del Norte chileno, representan testimonios propios de un clima más húmedo, con fuertes precipitaciones y cuya evolución resulta hoy imposible de explicar bajo las extremas condiciones, que impone hoy un clima árido de altura con marcados rasgos de continentalidad. En el caso de la cubeta de Atacama, los trípolis afloran en grandes extensiones desde San Pedro de Atacama hasta Tilopozo en su borde sur. Muestras de ellos han sido extraídas de la localidad de Peine y enviadas a FRENGUELLI (1934) en Buenos Aires para su estudio. Al igual que otros, el citado trípoli posee una textura muy calcarífera, además de un rico repertorio de diatomeas — *vide infra* — mezcladas con fracciones de arcilla, abundante cantidad de vidrios volcánicos y poca presencia de arenas. Otro rasgo relevante de este kieselgur, lo sugiere la reaparición de células graminaceas y de algunos ejemplares de *Trachelomonas* sp., que ya citáramos *supra* para Calama.

A partir de este desolado y monótono paisaje y viajando hacia el SE en dirección de la Puna Salto-Jujeña, hallaremos el Salar de Punta Negra que a una altura de 3080 metros y al N del Río Frio, conforma una extensa laguna desecada (más o menos 490 Km^2). Totalmente circundada por montañas, encuéntrase limitada al E por la vertiente occidental de la Sierra Altos de Puquios y del Volcán Llullaillaco (6750 m), en tanto que su contorno W lo está por la Sierra de Las Varas. Su contenido diatomológico proviene de un trípoli de color blanco de textura muy harinosa y

calcárifera, en la que se observan una discreta cantidad de arenas gruesas y algunas gravas lávicas.

Para completar la presente descripción de los trípolis puneños, debemos volver una vez más hacia el SE, dónde bajo los 21º12' S y 68º15' W hallaremos las cuencas intermontanas y co-genéticas de Ascotán, Carcote y Ollagüe. Luego de estudiar detenidamente la región, opinamos que ellas deben ser consideradas para los efectos de inferencia paleoecológica como ejemplos análogos. Basamos la presente afirmación en el hecho que las Cuencas de Ascotán y Carcote estuvieron comunicadas superficial y subterráneamente durante gran parte del Pleistoceno, sin descartar la posibilidad de que Ollagüe, situada a pocos kilómetros al NE formara también parte de esta sola masa de agua. En efecto, postulamos que el actual estrangulamiento que divide a las dos primeras, representado por los Altos de San Martín, corresponde a una represa volcánica generada por los fuertes y modernos episodios volcánicos del sector (Volcán Chela) y cuyas huellas son claramente visibles en todo este paraje. Sólo de esta manera podrían ser explicados, también, los altos niveles lacustres que circundan geométricamente la Cuenca de Carcote y no así la de Ascotán. Respecto de las diatomeas existen algunos breves repertorios para Ollagüe y Ascotán (FRENGUELLI 1928), pero cuya utilidad inmediata se ve disminuida dada su poca exhaustividad.

ii. *Arthropoda (Ostracoda) et Vertebrata (Pisces)*

En la matriz del nivel lacustre inferior de la Cuenca de Carcote (ubicado a unos 4.50 metros sobre la superficie actual del salar), hemos estudiado una serie de limos finos. Si bien su contenido en carbonato de Calcio ($CaCO_3$) es muy inferior al de las muestras precedentes, confirma ser la primera muestra puneña en liberar un rico contenido de *Ostracoda* sp. En torno al mismo sitio hemos descubierto pequeños travertinos, indicadores de una discreta vegetación acuática fósil seguramente similar a la descrita para Chiuchiu —*vide supra*— pero esta vez situada a 1000 metros más de altura. También hemos localizado en la costra de bórax un ejemplar de *Orestias* sp., pequeño pez de la Familia de los Ciprinodóntidos. Su presencia debió durante el Pleistoceno haber sido extensiva, como lo demuestran la existencia de numerosas escamas microscópicas.

Muy poco más al S, hállase Ascotán. En ella COURTY (1907:88-90) ha estudiado una interesante fánula lacustre totalmente desconocida en nuestra literatura micropaleontológica, aún en la reciente contribución de STUARDO (1961), que dice relación a los gasterópodos dulceacuícolas de Chile. Las especies referidas así como su actualización sinonímica provisoria es la siguiente:

iii. Mollusca *(Gasteropoda et Lamellibranchiata)*

Planorbis Crequii Courty *ibidem Planorbis (Taphius) Crequii Courty.*

Planorbis Grangei Courty *ibidem Planorbis (Taphius) Grangei* Courty

Paludestrina ascotanensis Courty *ibidem Littoridina ascotanensis Courty*

P. ascotanensis v. *loevigata ibidem L. ascotanensis* v. *loevigata* Courty

P. ascotanensis v. *Mortilleti* Courty *ibidem L. ascotanensis* v. *Mortilleti* Courty

P. ascotanensis v. *subfossillis* Courty *ibidem* L. *ascotanensis* v. *subfossillis* Courty

P. ascotanensis v. *elongato-angulosa* Courty *ibidem L. ascotanensis* v. *elongato-angulosa* Courty

Cyclas fragilis Courty *ibidem Pisidium (Ciclas) fragilis* Courty

Cyclas singularis Courty *ibidem Pisidium (Cyclas) singularis* Courty

Sphaerium minimun Courty *ibidem Sphaerium minimun* Courty

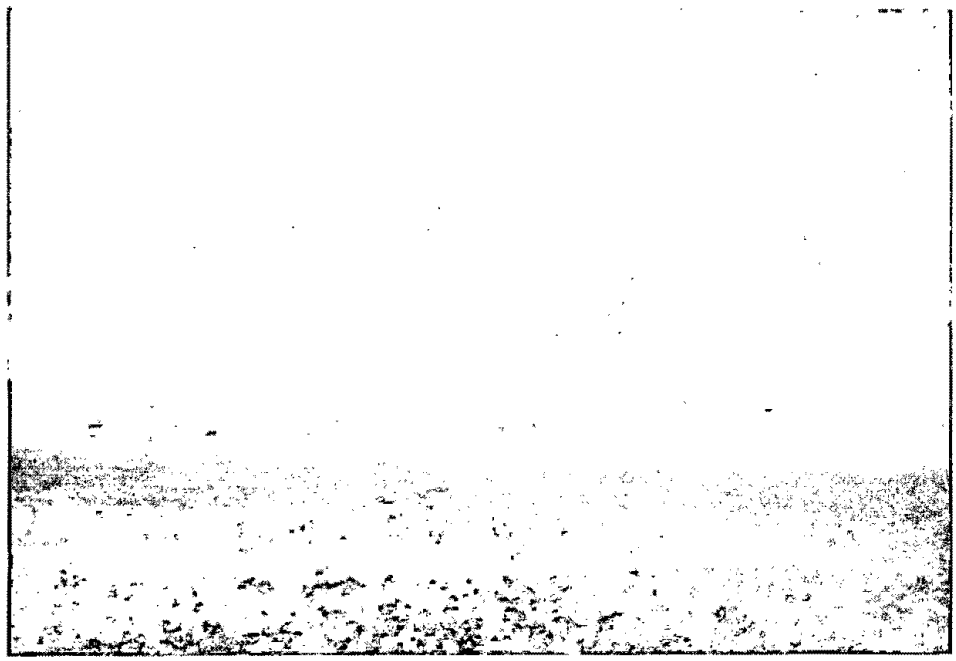
Bithinella truncata Courty *ibidem Bithinella truncata* Courty

Bithinella normalis Courty *ibidem Bithinella normalis* Courty.

De este conjunto puede inferirse el claro y pronunciado endemismo alcanzado por las diferentes especies moluscos puneños de agua dulce. Su especiación debió originarse ya durante el Pleistoceno como lo sugieren las evidencias fósiles de **Pisidium, Taphius, Littoridina** y **Sphaerium.**

(2b) Las diatomeas citadas corresponden a las siguientes especies: **Navicula radiosa, Stauroneis acuta, Diploneis ovalis, Pinnularia major** v. **linearis, Pinnularia viridis** v. **intermedia, Pinnularia borealis, Pinnularia divergens** v. **Schweinfurthi, Cymbella (Encyonema) turgida, Cymbella (Encyonema) ventricosa, Amphora ovalis** v. **lybica, Hantzchia amphyoxis** v. **intermedia Rhopalodia gibberula** v. **Van Heurckii** f. **kilimanscharica, Epithemia Zebra** v. **proboscoidea** bzw. **porcellus, Pleurosigma balticum** y **Hantzschia amphioxys** v. **brasiliensis,** las cuales han sido determinadas por el Prof. Müller (Charlottenburg).

(3a) "Géneros ampliamente difundidos, los cuales son muy numerosos en las costas sudamericanas como **Coscinodiscus, Aulacodiscus, Auliscus** y **Actinophyschus,** o, el gran repertorio de las **Naviculas** marinas faltan completamente. Esto es tan notorio como que su expansión mediante pájaros fracasó totalmente" (t. del a.).



Fotos I y II.— Aspecto geomorfológico del borde E de la cuenca altiplánica de Carcote (3695 m). En primer plano las playas de sal, al fondo los altos niveles lacustres T-2 (60 m.) y T-1 (80 m.), vistos desde T-3 (4.5 m). El volcanismo pleisto-holocénico en la fachada oriental de la cuenca de Atacama (2300 m). En primer plano un extenso campo de pumicitas recientes y holocénicas, bajo ellas a unos 10 m de profundidad se han descubierto restos de **Prosopis** sp. (Clichés C. Ochsenius).

Inventario Sistemático de Diatomeas que ocurren en los Tripolis Lacustres de la Cuenca Punense de Atacama

(de acuerdo con Joaquín Frenguelli 1934) *

Achnanthes (Achnanthidium) coarctata Bréb	D
Achnanthes (Microneis) exigua Grun	D
Achnanthes (Microneis) lanceolata v. *ellipt.* Cl.	D
Amphora libyca Ehr	H
Anomeoneis spherophora Kütz	H
Anomeoneis spherophora v. *Guntheri* O. M.	
Anomeoneis atacamensis Freng	
Caloneis bacillum (Grun.) Meresch	D
Caloneis silicula v. peisonis Hust	
Cocconeis placentula Ehr	D
Cocconeis placentula v. lineata (Ehr.) H. V. H.	
Cyclotella Meneghinianna Kütz	H
Cymbella tunidula Grun	
Cymbella cymbiformes (Kütz) Bréb.	
Cymbella parva (Sm. W.) Grun	
Cymbella cistula (Hempr.) Kirch	
Cymatopleura solea (Bréb.) W. Sm.	
Epithemia zebra (Ehr.) Kütz	D
Epithemia zebra v. saxonica (Kütz) Grun	D
Eunotia lunaris (Ehr.) Bréb.	
Eunotia lunaris v. *major* Grun	
Eunotia pectinalis (Dillw) Rabh	
Fragilaria construens (Ehr.) Grun	D
Fragilaria construens v. *venter* (Ehr.) Grun	D
Fragilaria construens v. *binodis* (Ehr.) Grun	
Fragilaria construens v. *subsalina* Hust	S
Fragilaria construens v. *hexagona Freng*	
Fragilaria inflata (Heid.) Hust	
Fragilaria inflata v. istvanffyi (Pant.) Hust	
Fragilaria pinnata Ehr	D
Fragilaria pinnata v. *minor Grun*	
Fragilaria pinnata v. *lancettula* (Schum.) Hust	D
Fragilaria pinnata v. *subcapitata* Freng	
Fragilaria pinnata v. *trigona* (Brun. et Hérib.)	
Gomphonema parvulum Kütz, Hust	D
Gomphonema longipes v. *subclavata Grun*	
Gomphonema contrictum v. *elongata* Temp. et Per.	

Gomphonema contrictum Ehr.	
Hantzschia amphioxys (Ehr.) Grun.	
Hantzschia amphioxys v. *capitata* Hust	
Hantzschia amphioxys v. *major* Grun.	
Hantzschia faba Freng	
Melosira perpusilla Freng	
Melosira italica (Ehr.) Kütz	D
Navicula (Sellaphora) pupula v. *capitata* Hust.	D
Navicula (Sellaphora) bacilliformis Grun.	
Navicula (Eunavicula) rhynchocephala Kütz	
Navicula (Eunavicula) pseudogracilis Hust	D
Navicula (Eunavicula) radiosa Kütz	
Navicula (Placoneis) exigua Greg	
Navicula (Placoneis) fuegiana Freng	
Navicula (Orthosticha) ambigua Ehr.	
Navicula (Orthosticha) cuspidata v. *lanceolata* Grun.	D
Navicula (Mesoleia) mínima Grun.	D
Navicula (Mesoleia) mutica v. ventricosa (Kütz.) Cl.	D
Neidium iridis v. *firma* (Kütz.) H. v. H.	
Neidium iridis v. *amphigomphus* (Ehr.) Cl.	
Neidium affine v. *amphyrhynchus* (Ehr.) H. v. H.	
Neidium productum (W. Sm.) Cl.	
Neidium magellanicum Cl.	
Nitzschia Heufleriana Grun	
Nitzschia microcephala Grun	
Nitzschia palea (Kütz) W. Sm.	
Nitzschia linearis W. Sm.	D
Pinnularia streptoraphe Cl.	
Pinnularia streptoraphe v. gibbosa A. Cl.	
Pinnularia dactylus Ehr.	D
Pinnularia viridis (Nitzs.) Ehr.	D
Pinnularia major v. transversa A. Schm.	D
Pinnularia microstauron (Ehr.) Cl.	D
Pinnularia chilensis Freng	
Pinnularia gibba Ehr.	
Pinnularia gibba v. masogeongyla (Ehr.) Hust	
Pinnularia interrupta W. Sm.	
Rhopalodia gibba v. *ventricosa* (Kütz) Grun	
Rhopalodia gibberula v. *rupestris* (W. Sm.) Grun	
Rhopalodia gibberula v. *Vanheurcki* O. M.	H
Stauroneis anceps v. lineata Ehr.	
Stauroneis anceps v. gracilis (Ehr.) Cl.	
Surirella ovalis Bréb	H
Surirella ovata Kütz	
Surirella chilensis Jan	S
Surirella Fortii Freng	S

Synedra Goulardi Bréb	D
Synedra Goulardi v. acus (M. Per.) Freng	
Synedra acus Kütz	D
Synedra ulna (Nitzs.) Ehr.	D
Synedra ulna v. *danica* (Kütz.) H. v. H.	D
Synedra rupems v. *fragilarioides* Grun	
Synedra Vaucheriae Kütz.	D
Achnanthes (Microneis) Looseri, Freng.	
Achnanthes (Microneis) hungarica Grun.	D

* Aunque no se trata de un análisis exhaustivo, se desprenden claras afinidades taxonómicas con los repertorios de la Pampa del Tamarugal.

III. *RELACIONES PALEOBIOGEOGRAFICAS DEL CONTENIDO BIOTICO*

Si bien no existen inventarios diatómicos para el Lago Poopó es legítimo suponer que ellos no difieren de las asociaciones estudiadas para el flanco occidental de la Puna, así como de las diatomeas del Titicaca, lago este último que siempre ha estado conectado con el Poopó y cuyo último puente hidrológico lo define el actual Río Desaguadero.

Por tal razón y apoyándonos en los inventarios de FRENGUELLI (1939) ejecutados a partir de una muestra extraída a 15 metros de profundidad en la localidad de Puno, hemos podido colegir una interesante convergencia como es, que especies que en la Puna de Atacama hállanse preferentemente en estado fósil (Pleistoceno, Holoceno) encuéntranse aquí bajo estado viviente. Dominan en la muestra y en frecuencias similares las siguientes entidades: *Surirella fortii* var. *tumida,* Hustedt; *Surirella chilensis* var. *rostrata* Hustedt; *Synedra platensis* Frenguelli y *Mastogloia atacamae* Hustedt, las cuales vienen a confirmar lo sostenido y al que se suma el propio juicio de FRENGUELLI (op. cit. 190), que siguiendo un camino diferente, arriba a una conclusión similar señalando una clara *"correlación genética y talvez cronológica"* entre este gran mar interior y los ambientes paleolacustres del dominio puneño.

Respecto a este endemismo que muestran las diatomeas —al que habría que agregar un marcado aislamiento geográfico— la siguiente información faculta una mejor comprensión. Algunos géneros fósiles típicos del Pleistoceno estudiados en las Cuencas de Calama-Chiuchiu, El Toco, Atacama, Carcote y Ollagüe, tales como *Amphora, Cymbella, Navicula, Nitzchia* y *Rhopalodia* han sido reconocidos hoy en las lagunas de playa de la Cuenca de Carcote, cuyas escuálidas dimensiones sólo representan el débil reflejo de lo que fue un importante lago que existió hasta

bien avanzado el Holoceno y del que ya en páginas anteriores hemos ofrecido evidencias incuestionables.

Prosiguiendo nuestro análisis tenemos que varios géneros de moluscos nos brindan el segundo elemento de relación espacial y afinidad taxonómica. Comenzaremos citando al género *Taphius* de la Familia Planorbidae que ha sido estudiado desde mediados del siglo pasado en el Lago Titicaca (ORBIGNY, 1835:346; BAVAY, 1904; PILSBRY, 1924-49) y en las lagunas de la Cuenca de Ascotán (*ibidem* Cebollar) por la *Mission Scientifique de Créqui Montfort et Sénéchal de la Grange* (COURTY, 1907:88). Dicho género ocurre igualmente en los sedimentos lacustres pleistocénicos existentes, tanto en la Pampa del Tamarugal en el corazón del Desierto de Atacama, como en el dominio de *"bolsons pleins peripuneño"*, para ser más preciso en el borde N de la Cuenca de Calama-Chiuchiu (OCHSENIUS, 1974 M.S.).

Párrafo aparte merecen los caracteres biogeográficos de *Taphius*, ya sea que correspondan ellos a su distribución actual o como fósil cuaternario. *Taphius* sólo se encuentra en el N y NE de la Provincia de Antofagasta, no hallándose documentado en la región desértica que se desarrolla al S del Río Loa. STUARDO (1961:10) en su *Contribución a un Catálogo de Moluscos Gasterópodos Dulceacuícolas Chilenos*, no anota esta relación geográfica, omitiendo la elocuente posibilidad de que su existencia se vincule biogeográfica y paleobiogeográficamente al dominio altiplánico. Sugerentes resultan también las razones que impidieron a *Taphius* progresar al S de los 23º de latitud. Por un tiempo pensamos que su dispersión hacia el actual Chile Semiárido, pudo haber estado limitada por los dilatados espacios desérticos que se suceden entre la cuenca loeña y aquella del Río Copiapó. Sin embargo tal circunstancia implicaría una clara evolución independiente de las referidas hoyas hidrográficas, sin siquiera conocer algún tipo de comunicación fluvial durante el Pleistoceno; mas, luego de buscar las evidencias que pudieran sustentar este fenómeno paleoclimático, hallamos por el contrario otras que lo desvirtuaban tácitamente. Nos referimos en primer lugar, a un significativo grupo de evidencias paleohidrográficas que representadas por numerosos lechos de ríos secos y otros depósitos aluviales, son fácilmente detectables en las fotos aéreas. Ellas se escalonan de un modo consecutivo a lo largo del territorio que separa ambos ríos.

No menos importante se nos presenta la segunda evidencia, dada por la presencia del género *Tropicorbis* de la misma Familia Planorbidae. Su etología demuestra, según las constataciones malacológicas de BIESE (1951:134), que existe una relación directa entre el color de la concha, número de vueltas — y — las condiciones climáticas imperantes (cuestión válida también para el Género *Littoridina*, salvo algunas variaciones). Resulta obvio que su distribución geográfica se vincula también a esta relación. En efecto, *Tropicorbis atacamensis* Biese es el único representante

que ha logrado progresar tan al N, viviendo casi en la margen S del Desierto de Atacama[4].

Tal distribución debe ser reconocida como marginal, si tenemos en cuenta que su óptimo ecológico y geográfico se ubica más al S, dónde el balance hídrico es más favorable. Por tal razón, el hecho de que *Tropicorbis (Lateorbis) loaensis* Biese se halle en los bancos de tripolí de Chiu-chiu, llévanos a detenernos en por lo menos dos importantes inferencias paleoclimáticas. Primero, un incremento notorio de la humedad en el actual dominio desértico chileno (Pampa del Tamarugal y Puna de Atacama) - y segundo, que la transición entre este dominio y la actual Estepa arbustiva del Norte Chico semiárido, no pudo ser durante el Cuaternario tan discontinua y brusca, dando lugar a condiciones ecológicas difíciles de precisar con la poca información que poseemos. así como por la inexistencia de investigaciones paleoecológicas integradas, las cuales sólo se han limitado al estudio de problemas geomorfológicos *(vide* TRICART, 1965; SILLITOE ET AL, 1968; PASKOFF, 1970; COOKE ET MORTIMER, 1971; MORTIMER, 1973).

Sin embargo aún persiste la duda de por qué *Taphius* no traspuso el límite norte fijado por *Tropicorbis* tanto en el actual como durante el Pleistoceno. Sin duda tal interrogante se vincula a sus relaciones genéticas con el mismo género que vivió y que persiste hoy en el dominio centro-andino altiplánico. En Chile puneño y tamaruguense este claro endemismo hállase hoy día representado por *Taphius costatus* Biese, *Taphius andecolus* (Orbigny) y *Taphius thermalus* Biese. De todas formas su elucidación final quedará constreñida al concurso e interés que muestren los diferentes especialistas en invertebrados y paleoinvertebrados por abordar esta incógnita de amplio significado paleoecológico. Otro asunto, de interés dice relación con el estudio de STUARDO (1961:9) y que se refiere al género *Chilina* de la Familia Chilinidae y que ya fuera señalada por WETZEL (1927:557)[5] en los tripolís diatómicos de Chacra Sloman. No sé por qué motivo STUARDO le otorga una distribución geográfica tan restringida en su progresión norte, esto es de Tierra del Fuego hasta Atacama y que en su Fig. Nr. 2 vendría a corresponder al Río Copiapó. Tal límite septentrional debe prolongarse por lo menos unos 5º de

---

(4) Localidad tipo: Canal Ojanco, Río Copiapó.

(5) En todo caso la especie referida por WETZEL es fósil.

(6) COVACEVICH **(verbi comunicatio)** estima que la distribución actual de **Chilina** en la Provincia de Antofagasta representa una distribución geográfica anómala. Se basa para ello en los antecedentes entregados por PHILIPPI (1860:166) y BIESE (1947), quienes la mencionan para el área de Paposo en el sector costero de Taltal. Fuera de esta localidad desértica, sólo la hallaremos a partir del Río Aconcagua, desde donde se desarrollará ininterrumpidamente hasta Tierra del Fuego. Según COVACEVICH, su presencia puntual en el Desierto de Atacama debe explicarse a través de las excepcionales condiciones de humedad que definen el área de Paposo. Esto significaría que **Chilina** observa una posición que le fue favorable antes de la implantación del desierto, representando hoy una especie relicta, talvez análoga a las que desde un punto de vista florístico conforman los conocidos bosques de Fray Jorge y Talinay en la Provincia de Coquimbo.

latitud, es decir más de 500 kilómetros, casi hasta hacerlo coincidir con el límite norte de la extensa provincia de Antofagasta, específicamente en el curso inferior del Río Loa donde este molusco ha sido estudiado originariamente (*vide* Lám. III).

Un cuarto indicador biótico está dado por el género *Pisidium*, pequeño pelecípodo que ha sido documentado por PILSBRY (1924:53-54), BAVAY (1904:152) para el Lago Titicaca. Por COURTY (1907:88-90) para la Cuenca de Ascotán en estado fósil y actual y por WETZEL (1927:557) incluido en las capas de kieselgur de los bolsones de El Toco. Otro tanto ocurre con el género *Paludestrina (=Littoridina)* de la Familia Amnicolidae y que abunda profusamente en las cuencas del Titicaca (NEVEU-LEMEIRE, 1909:27), Ascotán (BAVAY, 1904; COURTY, 1907:88), Atacama (PHILIPPI, 1860:166) y El Toco (WETZEL, 1927:557). La ocurrencia actual en Atacama, se refiere al Salar y no a la provincia como supone STUARDO (1961:15) ya que la localidad de hallazgo corresponde a Tilopozo ubicado en su borde suroriental y en la Provincia de Antofagasta.

Por último el elemento más llamativo de estos organismos claves en las tareas de configuración paleobiogeográficas, lo sugiere un pequeño pez que representa a la vez el organismo de mayor tamaño existente en estos ambientes del Pluvio-Glacial como también de sus remanentes actuales. Nos referimos al género *Orestias* que se halla estudiado desde el Titicaca (PELLEGRIN, 1904; NEVEU-LEMEIRE, 1909:102-3), pasando por el Poopó y la Cuenca de Carcote (OCHSENIUS, 1973c M. S.) hasta Ascotán (NEVEU-LEMEIRE, 1909:101-3).

IV. *PALEOAUTOECOLOGIA DE LOS* **TAXA** *RECONOCIDOS*

Dos premisas elementales han guiado hasta el presente momento, nuestro marco teórico de referencia. Primero, la presencia de conclusiones finales incluyentes, han sido inferidas de una multiplicidad de datos independientes. Y segundo, deberá existir siempre una clara convergencia entre las interpretaciones derivadas del medio físico y biótico, con las nociones teóricas aportadas por el conocimiento ecológico actual que concibe tanto el complejo abiótico y viviente como componentes de igual valor e interés. Bondad esta última poco común — lamentablemente — en el ámbito de la pesquisa ecológica (OCHSENIUS, 1973b). Por esta razón y debido a la corriente imposibilidad que encierra el querer aislar las inferencias paleoecológicas derivadas del contenido biótico de aquellas que nos brinda el ambiente sedimentario (v. gr. antecedentes estratigráficos, sedimentológicos, geomorfológicos, geocronológicos, etc.); una gran parte de ellas han sido expuestas *supra*, pero exceptuando sus respectivos significados etológicos, los cuales proporcionaremos a continuación, convencidos de que ellos facilitaran una mejor comprensión del cambio ecológico de parte de otros estudiosos del Cuaternario Superior, tales como arqueólogos, geógrafos físicos y geólogos.

BIOGEOGRAFIA DE TAPHIUS Y CHILINA S. P.

por C. Ochsenius

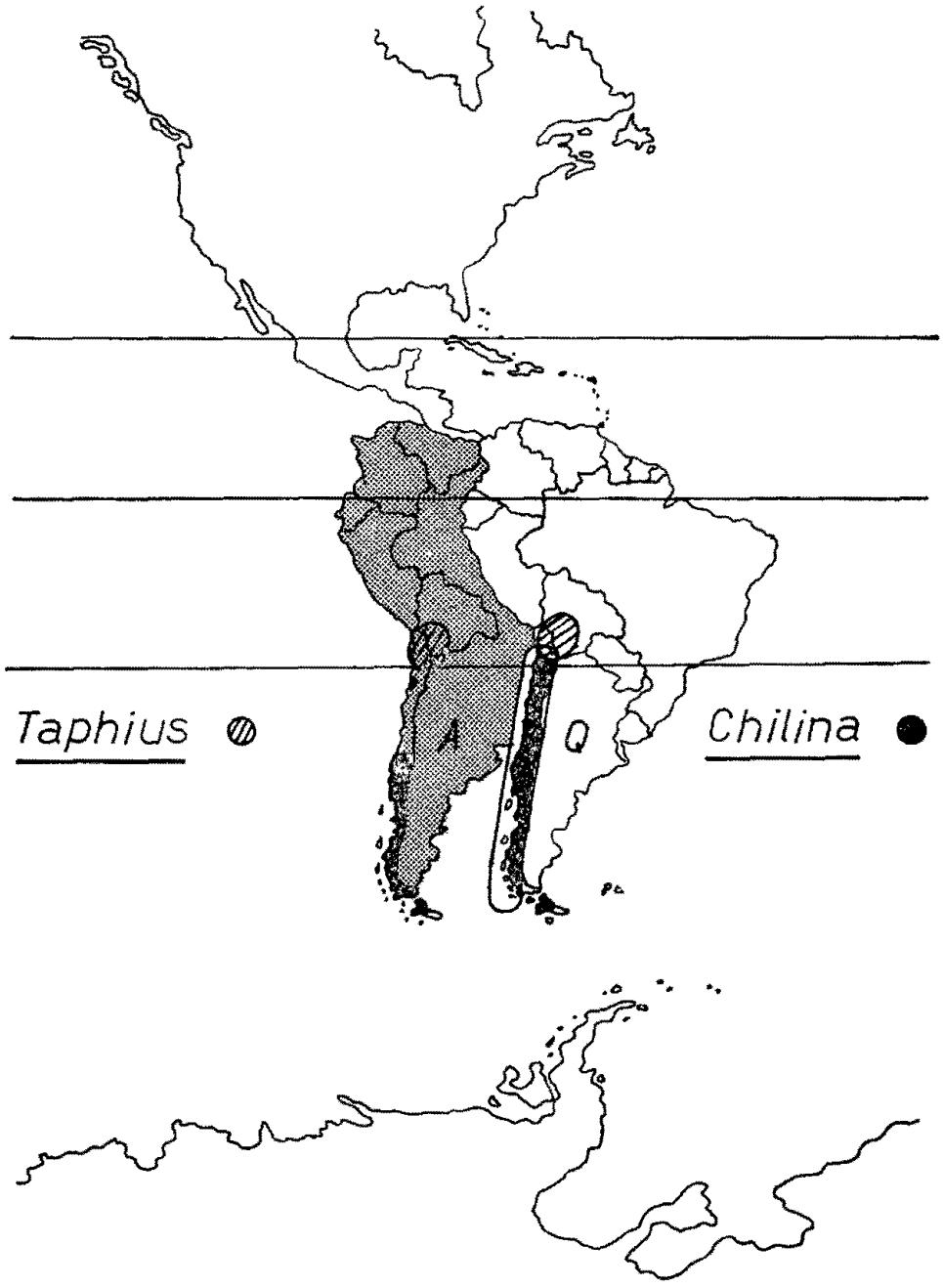


Lámina III. Biografía de los Géneros **Taphius** H. et A. Adams y **Chilina** Gray, durante el Pleistoceno y Actual con relación al Desierto de Atacama y Altiplano Boliviano.

A pesar de que muchos organismos no han dejado evidencias fósiles, existen ciertos puntos de apoyo que permiten ofrecer un modelo aproximado de la estructura y función global de estos ecosistemas lacustres.

Sin duda una de las evidencias más relevantes está dada por *Scirpus* y *Typha*, ambas hidrófitas típicas de los bajos y riberas lacustres. Siendo ellas elementos emergentes, crecen permanentemente arraigadas al fondo, conservando no obstante su aparato fotosintético totalmente fuera del agua. De acuerdo con los estudios de WELCH (1952:299) y SCHAEFER (1973:147) estos organismos conforman la ribera, extendiéndose desde el borde hasta profundidades que varían con las circunstancias pero cercanas a los dos metros; hecho perfectamente posible si tenemos en cuenta que los tallos de *Typha angustifolia* Linneo por ejemplo pueden medir hasta 3 metros de altura (*vide GUNCKEL*, 1959:4).

La presencia extensiva de estas plantas involucra también otros nexos importantes. Tales como el claro puente que forman entre el agua y el medio terrestre, o el rico reservatorio alimenticio y de nicho geoecológico para otras especies. En nuestro ejemplo ellas corresponden a peces, moluscos y posiblemente colonias de aves *(Orestias, Taphius et Podeciformes sp).*[7] Si bien es cierto que persiste una clara ausencia de evidencias fósiles para algunos organismos, no debemos descartar la existencias en este biotopo y contemporáneo a *Scirpus et Typha* de numerosos insectos, así como de los siguientes géneros crustáceos que pueblan hasta hoy las lagunas y lagos del Altiplano y Puna de Atacama: *Hyalella* Schmith (*Ref.* FAXON, 1876; CHEVREUX, 1904; MANN, 1949), *Daphnia* O. F. Müller, *Ceridaphnia* Dana, *Chyodorus* Leach, *Bosmina* Baird y *Alonella* Baird (*Ref.* BIRGE, 1909; MANN, 1949, 1951). Y los copépodos *Boeckella* Guerne et Richard y *Cyclops* O. F. Müller (Ref. DWIGTH, 1909; MANN, 1951).

Desde un punto de vista trófico y sin negar la importancia del fitoplancton (Diatomeas, etc.), FROHNE (1939) y WELCH (1952) indican que estas grandes plantas no sólo sirven de alimento directo a un gran número de insectos sino también a una discreta cantidad de animales acuáticos.

Antes de dar fin a las derivaciones que nos permiten *Scirpus et Typha* es necesario insistir en que dudamos que hallan sido las únicas

---

(7) Fuera de estos restos señalados por CASAMIQUELA (1970:65) para Chiuchiu y que tentativamente los atribuye a un **Podeciformes** o **Gruiformes sp.**, WETZEL (1927:558) también hace alusión a restos de aves no determinadas para las capas de dieselgur de Tranque Sloman, El Toco. En cuanto al carácter de estas poblaciones es muy probable que hallan sido similares a las que pueblan hoy este dominio. Ello encuentra un apoyo en las conclusiones a que ha arribado VUILLEUMIER (1969:1179), las cuales estarían indicando una edad pleistocénica para la especiación de la mayoría de las aves que habitan la cordillera andina desde el Ecuador hasta Tierra del Fuego, determinando de esa manera que numerosos géneros descritos hoy para la Puna de Atacama tales como: **Agriornis, Muscisaxicola, Nothoprocta, Phyrgilus, Geosita, Oreopholus**, etc. (OCHSENIUS 1971:39), existían ya durante este período pluviolacustre.

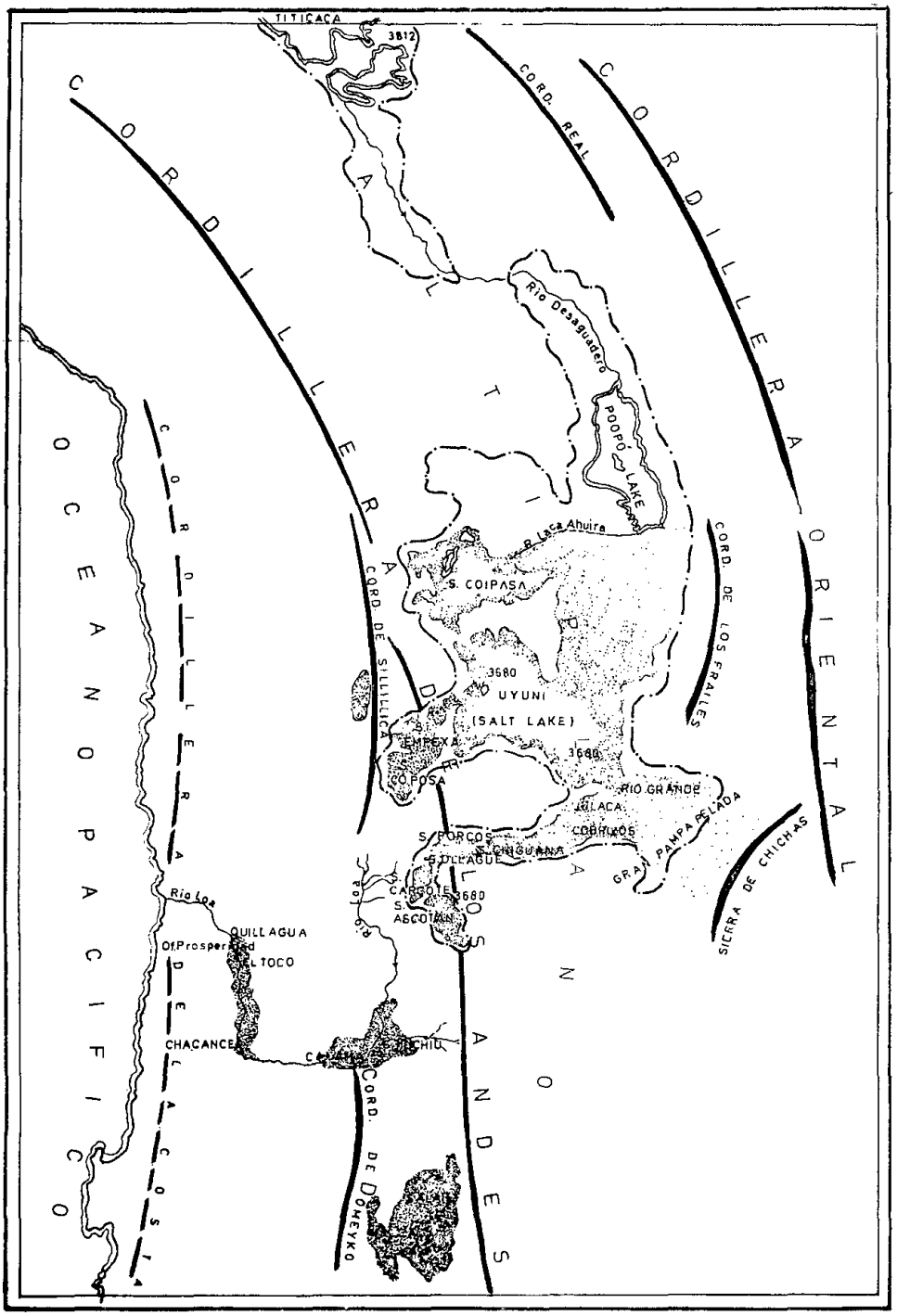
plantas superiores que poblaron estas cuencas, razón por la que postulamos la existencia de otras hidrófitas asociadas en especial los géneros *Eleocharis* y *Potamogeton* que podrían ser confirmados mediante un estudio palinológico detallado.

Otro factor relevante, dice relación con el grado de salinidad que tuvieron las masas de agua almacenadas en estas cuencas. Dicho parámetro ha sido resuelto a partir de la etología de las asociaciones de diatomeas .En efecto los tripolis estudiados por HUSTEDT en la Pampa del Tamarugal, los de FRENGUELLI para Calama y los de OCHSENIUS para Chiuchiu, reflejan además de un kieselgur homogéneo, una mezcla generalizada de especies de agua dulce casi pura, con otras de aguas salobres sin excluir la presencia de algunos géneros indiferentes. En todo caso como lo asignan las investigaciones de HUSTEDT (*ibidem* p. 230), el tenor de las sales disueltas no debió superar el 2%, quedando su salinidad en un grado claramente inferior al que ostenta hoy el Lago Poopó situado al E de los sedimentos lacustres que dan lugar a la extensa cubeta de Uyuni.

Junto a los elementos planctónicos, aparecen también algunas caparazones de *Trachelomonas.* Su buen estado de conservación al igual que las diatomeas está dado por el hecho de poseer un duro frústulo silíceo. El nicho ecológico de estos flagelados de vida libre oscila desde un comportamiento como productor primario, hasta una profesión de parásito, saprófito o animal. Sin embargo siguen siendo las diatomeas junto a las espermatófitas acuáticas los productores más importantes. En directa dependencia funcional de los productores aparece un pequeño pez malacopterigio que ya hemos mencionado como *Orestias sp.* y que también pueden alimentarse de pequeños crustáceos e insectos, como lo demuestra su ecología actual.

Otros consumidores primarios están referidos por varias especies de moluscos de entre los cuales destacan *Taphius* sp., *Tropicorbis* sp., *Littoridina* sp., *Succinea* sp., *Pisidium* sp., *Sphaerium* sp., y *Chilina* sp. En tanto que los consumidores secundarios están reservados a un sinnúmero de microscópicos crustáceos que hemos determinado como *Ostracoda* sp., del Orden Cladocera (*fide* MARTINEZ et OSORIO).

Una segunda configuración ecológica que permite el material fosilífero se refiere a la posición física relativa de los organismos en el ecosistema o *nicho geoecológico* (OCHSENIUS, 1971:41). Para tal efecto la *zona litoral* está caracterizada casi de un modo exclusivo por la existencia de *Scirpus et Typha.* La *zona limnética,* por los diferentes indicadores del plancton de aguas libres y los peces, es decir *Baciliariace, Trachelones, Ostracoda y Orestias.* En tanto los gasterópodos y lamelibranquios, tales como *Taphius, Littoridina, Tropicorbis, Succinea, Chilina* o *Sphaerium* y *Pisidium* pueden ocurrir en ambas.



Prof. C. OCHSENIUS

IV. ESQUEMA PALEOGEOGRAFICO DE LOS AMBIENTES LACUSTRES DEL PLEISTOCENO EN EL ALTIPLANO Y DESIERTO DE ATACAMA, ANDES TROPICALES

(de acuerdo con fotografías aéreas del Gemini VII-X, NASA.)

Luego de pasar revista a los principales testigos y evidencias bioestratigráficas, conservados en las cuencas tamaruguenses y puneñas, concluiremos la presente investigación, dando a conocer algunos aspectos del contexto paleogeográfico que dio lugar a su existencia, desarrollo y posterior extinción. Insistamos una vez más que su desaparición significó de igual manera un claro metamorfismo paisajístico: desde una realidad ecológica de tipo estepa y sabana al áspero paisaje árido de mesetas, bolsones arreicos y altos plateaux volcánicos que hoy conocemos.

V. *SINTESIS PALEOGEOGRAFICA*

La trama física espacial, en que se apoyan los citados eventos ecológicos, está conferida en la siguiente síntesis paleogeográfica. Durante el transcurso del Pleistoceno, el Altiplano Boliviano estuvo en su depresión natural ocupado por dos inmensos lagos — el Ballivián y el Minchin — cuyos límites demuestran haberse estrechado de manera considerable.[8] Por ello la existencia de numerosos ambientes paleolacustres en la Puna, así como las extensas cubetas de Río Grande, Cobrizos, Coipasa y Uyuni en el SE boliviano (Lago Reck), deben conectarse a la presencia de este gran mar interior que conforma el Lago Ballivián y cuyo emisario el Río Desaguadero ha debido conectar no sólo la parte baja de Oruro (Lago Minchin), sino también las presentes salinas de Uyuni y las borateras de Ollagüe, Carcote y Ascotán que también han recibido su caudal y carga sedimentaria (*vide* Lám. IV).

La existencia de estos lagos aluviales de origen pluvial no debe parecernos en modo alguno extraña, ya que ocurren de manera generalizada en todas las regiones áridas y semiáridas de la biósfera (*vide* OCHSENIUS 1973c M.S.) cuyas compartimentaciones estructurales y geomorfológicas dieron lugar al emplazamiento de cuencas naturales. Del mismo modo nos parece muy interesante constatar, en estos bolsones la ausencia total de especies diatómicas de habitat marino, aún de aquellas que predominan hoy en la costa situada a poca distancia. Su colonización desde el Océano Pacífico fue impedida por la infranqueable barrera que señalan los abruptos acantilados de la Cordillera de la Costa. La única excepción podría ser *Hyalodiscus laevis* Ehremberg presente en El Toco, y *Hyalodiscus schmidtti* Frenguelli estudiada en Calama. Ambas deben ser consideradas como entidades lacustres de origen estuarial que en migración retrógrada han remontado seguramente las aguas del Río Loa (*vide* OCHSENIUS, 1974:192). Estas anomalías no son raras y han sido reportadas en varias ocasiones por la especialidad limnológica a través del *factor ecológico de la casualidad* (THIENEMANN, 1965:60).

---

(8) Una actualización y revisión crítica de innúmeras evidencias que comprometen estos elementos formativos típicos de la ecologia cuaternaria del trópico andino, está siendo elaborada como un tópico importante de la síntesis final del proyecto de investigación a que hemos aludido en nuestra introducción.

Paralelamente los ciclos climáticos a los que se asocia la erosión árida, fueron interrumpidos en más de una ocasión por cambios en el clima. Tales oscilaciones encuentran su raíz principal en los avances del frío y la formación de geleras. Fenómeno que en la Puna de Atacama se ha manifestado sólo a través de una glaciación de circo moderada en la alta montaña (sobre los 4000 metros) y del entallamiento de algunos auges glaciales (OCHSENIUS, 1973 c M. S.).[9]

Sin embargo, otras causas más generales han sido responsables de dichos cambios. En efecto, las evidencias micropaleontológicas y sedimentológicas sustentadas - junto a las diversas especies límnicas que se han perpetuado hasta el actual debido a un pronunciado endemismo — estarían indicando el origen oriental de la humedad, probablemente debido a un desplazamiento hacia el S del centro de baja presión amazónico, y del que no se pueden desvincular los principales factores del clima regional de la Puna, representados primeramente por un completo ordenamiento orográfico de elevada altitud que da lugar en muchos casos a evidentes efectos de abrigo, seguidos de una notable actividad volcánica que lejos de ser un elemento accidental y de localización puntual, ha comprometido en forma dominante toda la realidad puneña durante el Pleistoceno y comienzos del Holoceno, distorsionando talvez acentuadamente el régimen térmico.

Los resultados más significativos de estos cambios climáticos pueden resumirse en un incremento notable de las precipitaciones y del escurrimiento superficial, acompañados de una consiguiente disminución de la evaporación producida por una nubosidad más constante.

En estas circunstancias el escurrimiento fluvial ha sido ponderado en estas cuencas, dando lugar a lagos y lagunas que aumentarán en profundidad de acuerdo al *superávit* del balance hidrológico regional. Estos emisarios además de construir pequeños deltas sublacustres que se asientan sobre el lecho, actúan como eficientes puentes de intercambio biótico (deductible de los nexos paleobiogeográficos estudiados).

Como todo ambiente lacustre con hidrodinámica propia, las olas y corrientes costeras no sólo tuvieron un gran efecto en la distribución de las fracciones de sedimentos finos y clasificados, sino que al estacionarse

---

(9) Como ya lo hemos dicho (OCHSENIUS 1972), creemos que las hipótesis y doctrinas ultraglacialistas deben ser revisadas no sólo para esta región formada por la Puna de Atacama y el Altiplano, sino también para todo el trópico sudamericano andino, el que a pesar de su notable altitud, no ha estado sometido, ni presenta una impronta clara y extensiva del ciclo de erosión glacial. Por el contrario su clima durante el Pleistoceno no parece haber constituido una barrera ecológica insalvable limitándose casi por entero a una glaciación de piedmonte en el límite nord-oriental de la Fosa Altiplánica; especialmente en los flancos occidentales de las Cordillera de Apolobamba, Muñecas y Real que se extienden entre los 15º y17º S aproximadamente. Para una mejor comprensión espacial de lo que acabamos de decír remitimos al lector a los mapas de AHLFELD (1946), NEWELL (1949) y TROLL ET FINSTERWALDER (1935).

en un nivel determinado y por un tiempo discreto, dieron origen a una serie de plataformas de abrasión y nítidos niveles de terrazas lacustres. Ellas circundan sus respectivos contornos siguiendo un escalonamiento que va desde las tierras altas en dirección del centro de la cuenca.

La génesis similar de estos ambientes, queda demostrada igualmente por la posición estratigráfica de los trípolis y limos, los cuales siempre reposan por debajo de una capa de sal de espesor variable - compuesta de boratos de cal, para Ascotán, Carcote, Ollagüe y de cloruro de sodio para Uyuni. En esta última cuenca situada a los 3680 metros al E de su homóloga, la de Carcote (3685 metros), COURTY (1909:42) ha notado que las arcillas yacentes mezcladas con limos orgánicos, sostienen gruesas capas de sal.

Como objetable sería concebida la hipótesis de que el clima predominante durante el Pleistoceno permaneció largamente estable. Dado que los distintos niveles de terrazas lacustres emergidas representan no sólo un cambio de húmedo a seco, sino el claro desajuste del balance hídrico derivado principalmente, de la fuerte evaporación e infiltración que excede a los menguados aportes de la acción pluvial en las tierras bajas y de la fusión glacio-nival para el dominio de las cuencas prealtiplánicas y altiplánicas.

De ninguna forma la contracción de estos espejos lacustres fue brusca y repentina, sino por el contrario, alternada por sostenidas pausas, como lo sugieren y demuestran los distintos niveles de estacionamiento que, con un geométrico trazado de curvas paralelas coinciden con aquél de las terrazas. Al implantarse la causticante aridez que hoy conocemos, las masas de agua se evaporaron lenta y totalmente, dejando tan sólo un lecho aluvial o una cubeta colmatada de sedimentos como ocurre en la cuenca de Calama-Chiuchiu y en los bolsones del Toco. Ellos han nivelado de un modo tal la morfología que bien semejan vastas planicies salinas en las que ningún accidente interrumpe la monotonía y el desarrollo de rasantes infinitas.

Con posterioridad a la desaparición de estos ambientes lénticos, los procesos de erosión y acumulación desérticos han continuado su labor morfogenética, ocultando o sepultando de sedimentos eólicos vastas extensiones de esta facies lacustre. También se han formado en sus respectivos centros playas de sal, dependiendo en cada caso del grado de agresividad con que han actuado los agentes de meteorización y de las condiciones geoquímicas del ambiente. Ejemplos claros de estas *playas* pueden admirarse en las cuencas de Ascotán, Carcote, Atacama y Punta Negra. Sin embargo, es preciso recalcar, que ni los procesos morfogenético del Finipleistoceno y Holoceno, han sido lo suficientemente vigorosos como para sepultar estas claras huellas paleoclimáticas (especialmente en la alta Puna), debiendo ser explicados por una reactivación de los agen-

tes de acumulación eólica propios de un ambiente árido de altura, en que las actuales y esporádicas lluvias de verano, no son tan importantes en la generación de formas y depósitos como suele afirmarse para la mediana y alta montaña. Ello no excluye los violentos deslizamientos en masa, que en forma de arroyada se alojan a las salidas de las quebradas en el borde oriental de la Pampa del Tamarugal, en las tierras bajas, como consecuencia de las episódicas tormentas estivales. Sin duda las aguas corrientes conforman en este sector, el principal agente de la morfogénesis

Finalmente y como lo plantea el estadio interglacial en que vivimos, el presente ciclo ecológico podría llegar a reiterarse, más, en cuanto los lechos de las cuencas permanecen totalmente secos, con excepción de algunas pequeñas lagunas pantanosas y salinas que logran sobrevivir gracias a los aportes estacionales del *invierno boliviano* y de algunos ventisqueros ubicados sobre los 6000 metros, especialmente en la puna tarapaqueña (lagunas de Surire, Chungará y Parinacota) ([10]). Resumiendo lo dicho, pero ahora desde un punto de vista ecológico sucesional, diremos que estos ambientes evolucionaron con el pasar del tiempo en una dirección determinada, que los llevó de un modo lento pero irreversible a transformarse en otros progresivamente menos profundos y vegetados.

En otros términos, las evidencias estudiadas indican que varios de ellos fueron verdaderos lagos, que con el advenimiento del Holoceno, tuvieron el aspecto de pantanosas lagunas o *"barreales"*, para luego transformarse definitivamente en las extensas superficies salino-arcillosas que hoy conocemos como *salares* y que caracterizan esta región del trópico sudamericano andino (*vide* Lám. V *et* V-A).

(10) Es conveniente anotar sin embargo que tanto ellas como sus congéneres las Lagunas de Cotacotani, Miscanti y Meñiques, no representan una solución de continuidad entre el paleoclima postulado en este estudio y la actual ecología de la Puna de Atacama. En otras palabras no constituyen remanentes de una hidrografía heredada del Pleistoceno sino que corresponden muy probablemente al represamiento volcánico de algunos cortos y discretos valles de edad holocénica. Su localización puntual, las diferencias de los numerosos grabenes endorreicos que caracterizan este dominio por lo menos desde un tiempo plio-cuaternario.

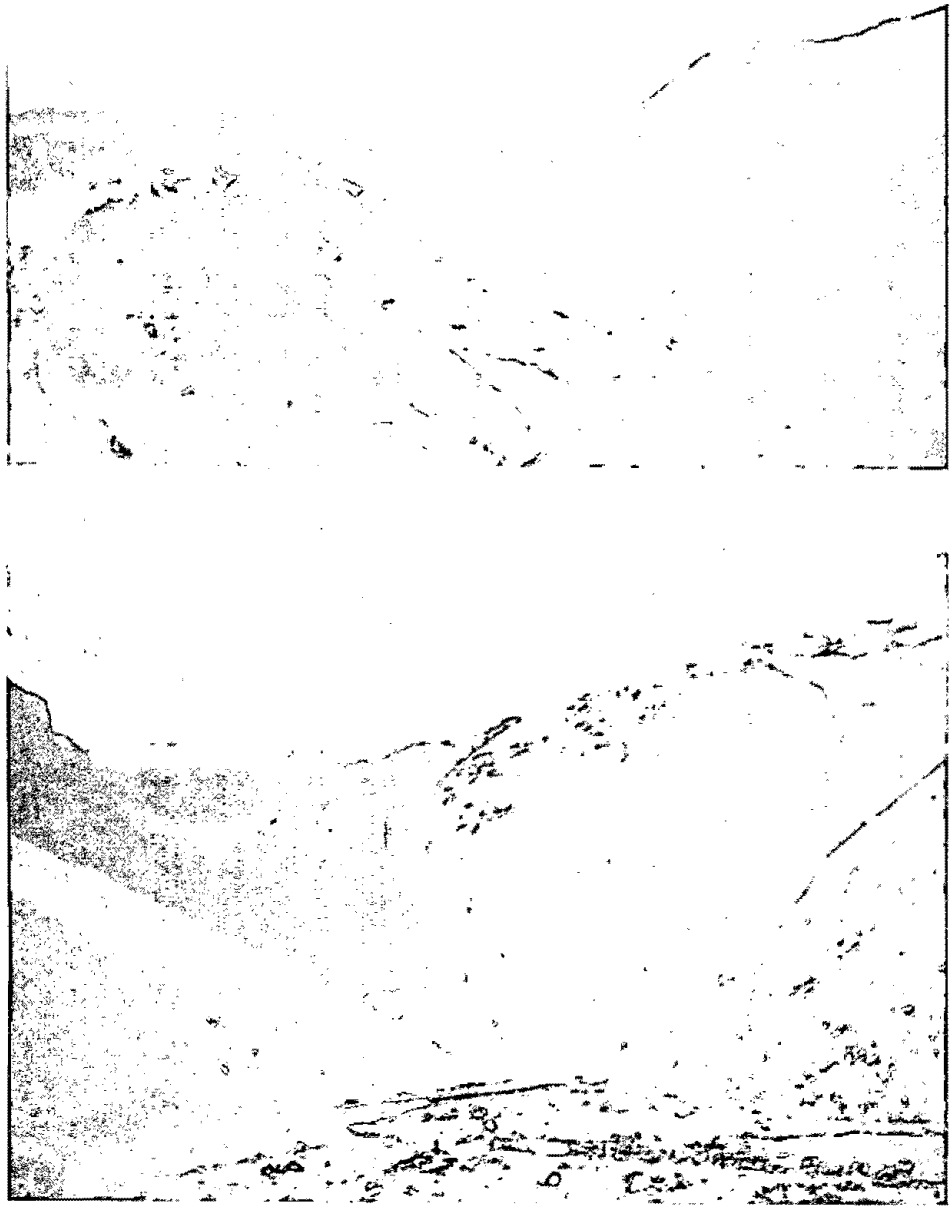


Foto III y IV.— Importancia de la erosión pluvial pleistocena **(vide supra)** sobre las rocas sedimentarias de la Formación San Pedro (Terciario Cont.). Al fondo en el cordón andino occidental el Volcán Licancabur anuncia la importancia del volcanismo pliocuaternario. Vista tomada desde el Valle de Marte al NW del graben de Atacama. Testimonio inédito de paleohidrografía pleistocénica **(vide infra)**. Valle seco ubicado al N de Chuquicamata, camino del mineral "El Abra". (Cliché: C. Ochsenius).

1. *MOLLUSCA.*

Clas. Gasteropoda
Fam. Amnicolidae
Gén. *Littoridina* Souleyet

Lago Titicaca
Littoridina (*Heleobia*) *andecola* (Orbigny)
= *Paludestrina andecola* Orbigny
Ref. ORBIGNY (1835:385, Pl. 47); BAVAY (1904:53); PILBRY (1924:51)
Littoridina (*Heleobia*) *culminea* (Orbigny)
= *Paludestrina culminea Orbigny*
Ref. ORBIGNY (1835:386); NEVEU-LEMEIRE (1909:29); BAVAY (1904).

Lago Poopó
Littoridina poopoensis (Bavay)
= *Paludestrina poopoensis* Bavay
Ref. BAVAY (1904); NEVEU-LEMEIRE (1909:29).

Cuenca de Ascotán
Littoridina ascotanensis (Courty)
= *Paludestrina ascotanensis* Courty
Paludestrina ascotanensis Courty
Paludestrina ascotanensis v. *loevigata* (Courty)
Paludestrina ascotanensis v. *Mortilleti* (Courty)
Paludestrina ascotanensis v. *Sub-fossilis* (Courty)
Paludestrina ascotanensis v. *elongato-angulosa* (Courty)
Ref. COURTY (1907:88-90).

Cuenca de Chiuchiu-Calama
Littoridina carinata Biese
Ref. BIESE (1961:22).

Bolsón de El Toco
Littoridina cumingi Orbigny
Littoridina parchappi Orbigny
Ref. WETZEL (1927:557).

Cuenca de Atacama
Littoridina atacamensis Philippi
Ref. PHILIPPI (1860:166).

Fam. Planorbidae
Gén. *Taphius* H. et Adams

Lago Titicaca
Planorbis (*Taphius*) *andecolus Orbigny*
Ref. PILSBRY (1924:49); BAVAY (1904).

Planorbis (*Taphius*) *montanus Orbigny*
Ref. ORBIGNY (1835:346).

Cuenca de Ascotán
Planorbis (*Taphius*) *Crequii Courty*
Planorbis (*Taphius*) *Grangei Courty*
Ref. COURTY (1907:88).

Cuenca de Carcote
Taphius costatus Biese
Ref. BIESE (1951:130)

Cuenca de Chiuchiu-Calama
Planorbis (*Taphius*) *cf. Crequii* Courty
Ref. OCHSENIUS (1974 M.S.).

Bolsón de El Toco
Helisoma (*Taphius*) *andecolus montanus* Orbigny
Ref. WETZEL (1927:557).

Fam. Lymnaeidae
Gén. *Pseudosuccinea* Baker

Cuenca de Chiuchiu-Calama
Succinea loaensis Biese
Ref. BIESE (1961:22).

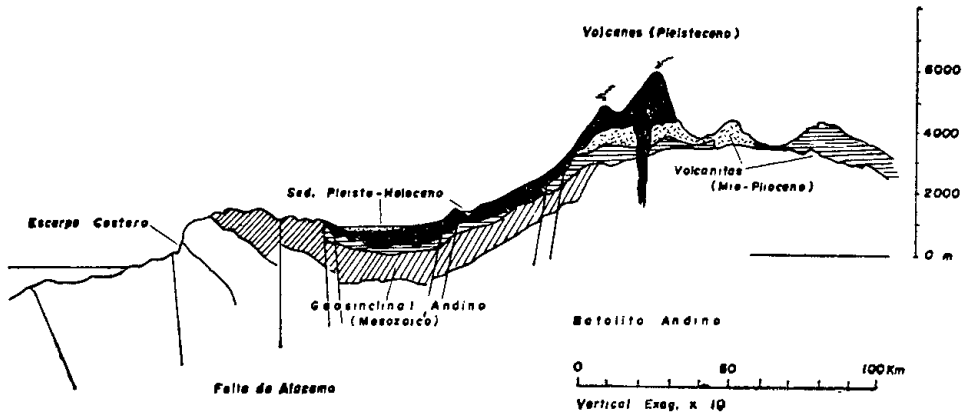
Fam. *Planorbidae*
Gén. *Tropicorbis* Pilsbry et Brown

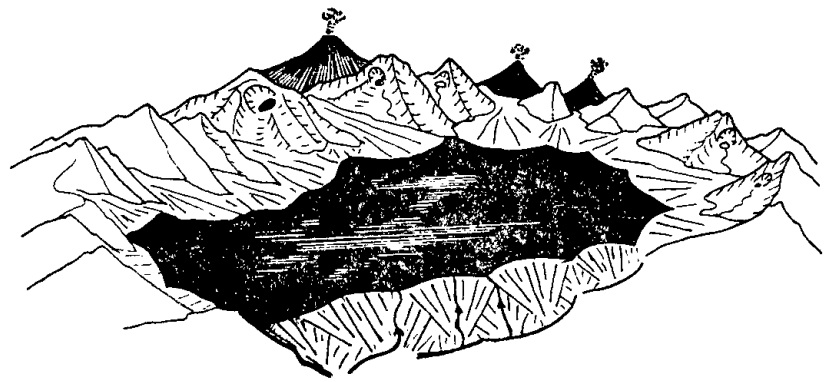
Tropicorbis (*Lateorbis*) *loaensis* Biese
(Ref. BIESE 1961:22).

Clas. Lamellibranchiata Fam. Sphaeriidae Gén. *Pisidium* Pfeiffer	Lago Titicaca *Pisidium titicacense Pilsbry* Ref. PILSBRY (1924:53-54) *Pisidium (Cyclas) chilense* Orbigny Ref. BAVAY (1904:52).	Cuenca de Ascotán *Pisidium fragilis (Courty)* = *Cyclas fragilis* Courty *Pisidium singularis (County)* = *Cyclas singularis* Courty Ref. COURTY (1907:88-90)
Gén. *Sphaerium* Scopoli	Cuenca de Calama	*Sphaerium minimum* Courty Ref. COURTY (1907:90)
Clas. Gasteropoda Fam. Chilinidae Gén. *Chilina*		Bolsón de El Toco
	Chilina sp. Fef. BIESE (1961:22)	*Chilina* sp. Ref. OCHSENIUS (1973 c M. S.)
2. *Ord. Cladocera*	2. ARTHROPODA	
Subclase Ostracoda	Cuenca de Carcote *Ostracoda* sp. Ref. OCHSENIUS (1974 M. S.)	
	3. VERTEBRATA	
Fam. Cipronodontidae Gén. *Orestias* Cuvier et Valenciennes	Lago Titicaca *Orestias Agassizzii* v. *typica* Pellegrin *Orestias albus* Cuvier et Valenciennes Ref. PELLEGRIN (1904); NEVEU-LEMEIRE 1909: 102-105).	
	Lago Poopó *Orestias Agassizzii* Pellegrin Reg. PELLEGRIN (1904)	Cuenca de Carcote *Orestias cf. albus* Cuvier et Valenc. Ref. OCHSENIUS (1974 M. S.)
	Cuenca de Ascotán *Orestias Agassizzii* v. *typica* Pellegrin *Orestias cf. albus* Cuvier et Valenciennes Ref. NEVEU-LEMEIRE (1909:101-103).	Cuenca de Atacama *Orestias* Cuvier et Valenc. Ref. CAMPOS (1973:9)
	4. DICOTILEDONEA	
Fam. Leguminosae Sub. Fam. Mimosoideas Gén. *Prosopis*	Cuenca de Atacama *Prosopis* sp. (?)	Cuenca de Chiuchiu-Calama *Posopis* sp. (?).
	5. MONOCOTILEDONEA *El Toco*	
Fam. Ciperaceae Sub. Fam. Escirpoídeas Gén. *Scirpus*	*Scirpus triquester* Ref. WETZEL (1927)	Cuenca de Chiuchiu-Calama *Scirpus aff. americanus* Persoon Ref. OCHSENIUS (1974 M. S.)
Fam. Tifaceae Gén. *Typha* Linneo		*Typha* cf. *angustifolia* Linneo Ref. OCHSENIUS (1974 M. S.)
Fam. Graminae Gén. indet.	Cuenca de Atacama *Graminae sp. indet.*	*Graminae* sp. indet. Ref. OCHSENIUS (1974 M. S.)
Fam. Euglenaceae Gén. *Trachelomonas* Ehrem berg	6. ALGAE Cuenca de Atacama *Trachelomonas* sp. indet.	Cuenca de Chiuchiu-Calama *Trachelomonas* sp. indet.

ESQUEMA SUCESIONAL DE UN AMBIENTE LACUSTRE EN LA PUNA DE ATACAMA DURANTE EL CUATERNARIO

por Claudio Ochsenius





A

Lámina V.— Perfil E-W que muestra de un modo general la geología y geomorfología de la Puna y Desierto de Atacama. En el puede apreciarse la marcada juventud de las contrucciones volcánicas y del relleno sedimentario que da lugar al paisaje atacameño. A. Caracterización de un lago cuaternario (Pleistoceno e inicios del Holoceno). Nótese: la importancia del volcanismo central; la relación de la glaciación de circo (sobre los 4000 m) con los depósitos fluvio-glaciales de Piedmont, la alimentación de la cuenca y los deltas sub-lacustres (también pueden ser generados por ríos emisarios que comunican varias cuencas entre sí).

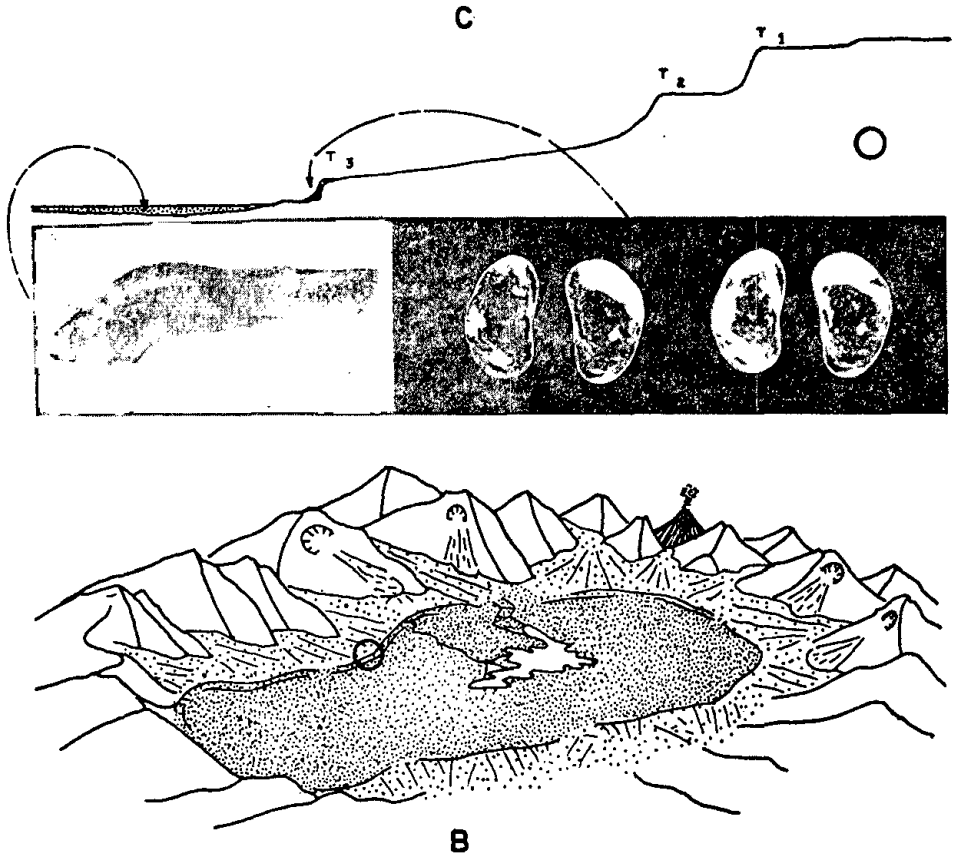


Lámina V-A.— B. Aspecto que ofrecen hoy los mismos ambientes. Extensas playas de sal con lagunas saladas y barreales en el centro. Niveles de terrazas emergidas. Reemplazo de la intensiva construcción volcánica por manifestaciones secundarias (v. gr. solfataras, geysers, etc.). Morfología generalmente tapizada de depósitos eólicos y nivoeólicos de edad holocénica y actual. C. Perfil típico de los niveles lacustre de la cuenca altiplánica de Carcote. El nivel T3 representa el estacionamiento más moderno de las aguas, probablemente holocénico. En el (4.5 m) se han descubierto abundantes ejemplares de **Ostracoda** sp. (Cladocera), en tanto la costra de bórax que da origen a la playa de sal ha liberado un ejemplar de **Orestias** sp. (Cipronodontidae). Las escalas de las fotografías son de 1:1 y 400/1 respectivamente.

BIBLIOGRAFIA CITADA

AHLFELD, F.
1946 — Geología de Bolivia. *In: Extracto Rev. Mus. de La Plata (Nueva Serie), Sec. Geol., VIII, pp.* 5-370, 115 *figs.*, 1 *map. geol., La Plata.*

BAVAY, A.
1904 — Mollusques terrestres et fluviatiles récoltés par le Dr. Neveu-Lemeire. *in: Bulletin de la Soc. Zool. de France, Tome XXIX, pp.* 152-156, *París.*

BIESE, W.
1947 — Revisión de los moluscos terrestres y de agua dulce provistos de concha de Chile. II Parte Fam. Amnicolidae (Continuación). *in: Bol. Mus. Nac. Hist. Nat., Tomo XXIII, pp.* 64-77, *Santiago.*

1950 — Travertino y Mármol, una nueva industria en Chile. *in: Bol. Minero, V.* 62, *Nr.* 598, *pp.* 89-99, *Santiago.*

1951 — Revisión de los moluscos terrestres y de agua dulce provistos de concha de Chile. IV Parte. Fam. Planorbidae. *in: Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, Tomo XXV, pp.* 115-137, *claves,* 1 *lám.,* 2 *fotogs., Santiago.*

1961 — *El Jurásico de Cerritos Bayos.* Publicación Nr. 19, 61 págs., 6 figs., 1 map. geol. Inst. Geol. de la Univ. de Chile, Santiago.

BIRGE, E.
1906 — *Cladoceros.— in: Les lacs des Hauts Plateaux de l'Amérique du Sud,* pp. 142-147. Mission Scientifique G. de Crëqui Montfort et E. Sénéchal de la Grange. Imprimerie Nationale, París.

BOWMAN, I.
1914 — Results of an Expedition to Central Andes. *in: Bull. Amer. Geogr. Soc., V.* 46. *pp.* 161-183.

BRUGGEN, H.
1950 — *Fundamentos de la Geología de Chile.* 374 págs., 98 figs., 6 fotogs., 1 carta geol. f. de t., Inst. Geogr. Milit., Santiago.

CAMACHO, H.
1966 — *Invertebrados Fósiles.* 728 págs. 112 ilustrs., Editorial Univ. de Buenos Aires, EUDEBA. Buenos Aires.

CAMPOS, H.
1973 — Lista de Peces de aguas continentales de Chile. *in: Noticiario Mens., Mus. Nac. Hist. Nat., año XVII, Nr.* 198-199. *pp.* 1-14. *Santiago.*

CASAMIQUELAS, R.
1970 — Primeros Documentos de la Paleontología de Vertebrados para un Esquema Estratigráfico y Zoogeográfico del Pleistoceno en Chile. *in: Bol. Prehist. Ch., N.* 2-3. *pp.* 65-73, *Universidad de Chile, Santiago.*

COURTY, G.
1907 — *Explorations Géologiques dans l'Amérique du Sud.* 208 p., 33 figs., 8 pl., 1 carte geol., 51 graph. Mission Scientifique G. de Créqui Montfort et E. Sénéchal de la Grange, Imprimerie Nationale, París.

COOKE, R. ET C. MORTIMER
1907 — Geomorphological evidence of faulting in the Southern Atacama Desert Chile. *in: Rev. Geom. Dyn., Nr.* 20, *p.* 71-78, *Strasbourg.*

CHEVREUX, E.
1904 — Note préliminaire sur les Amphipodes recuillis par le Dr. Neveu-Lemeire dans le lac Titicaca, Mission Scientifique de Créqui Montfort et Sénéchal dc la Grange, *in: Bull. de la Soc. uool. de France; Tome XXIX, p.* 131-134, *París.*

DIAZ DEL RIO, G. ET AL
1972 — *Geología de superficia, subsuperficie y Geoquímica del Salar de Atacama.* 162 págs. 10 figs., 1 mapa geol. Departamento de Recursos Hidráulicos, Corporación de Fomento (CORFO), Santiago.

DOMINGUEZ, P.
1973 — Contribución al estudio de los Cladóceros Chilenos: I. Cladóceros del Lago Chungará. *in: Noticiario Mens., Mus. Nac. Hist. Nat., año XVII, Nr.* 201-202, *pp.* 3-10, *Santiago.*

DWIGTH, C.
1906 — *Cópepodos. in:Les lacs des Hauts Platoux de l'Amérique du Sud,* pp. 36-39. Mission Scientifique G. de Créqui Montfort et E. Sénéchal de la Grange, Imprimerie Nationale, París.

FAXON, W.
1876 — Exploration of lake Titicaca, IV *Crustacea. in: Bull. of Museum Comparative Zoology, Harward College, V. III, Nr.* 16, *Cambridge, Mass.*

FRENGUELLI, J.
1928 — Acerca del origen de los salares de la región de los Desiertos de la Puna de Atacama. *in: GAEA, An. Soc. Arg. de Est. Geogr., V. III, Nr.* 1, *pp.* 167-186, 12 *figs. Córdoba.*

1934 — Diatomeas de Trípoli de San Pedro de Atacama. *in: Rev. Ch. Hist. Nat., V.* 38, *pp.* 159-163, *Santiago.*

1936 — Diatomeas de la caliza de la Cuenca de Calama en el Desierto de Atacama (Chile). *in: Rev. Mus. de La Plata, Nueva Serie, Tomo I, Paleont., Nr.* 1, 34 *págs.*, 2 *láms., Buenos Aires.*

1939 — Diatomeas del Lago Titicaca. *in: Notas Mus. La Plata, Tomo IV, Serie Botánica, Nr.* 24, *pp.* 175-196, 1 *lám., Buenos Aires.*

FROHNE, W. C.
1939 — Biology of Certain Subaquatic Flies Reared from Emergent Waters *Plants. in: Papers Mich. Acad. Sci., Arts., Let., Nr.* 24, *p.* 139-147, *Michigan.*

FUENZALIDA, H.
1957 — Calizas del Loa. *in: Lexique Stratigraphique International, Fascicule* 7, *Chile sous la direction de R. Hoffstetter,* 444 *p.*, 1 *carte, (p.* 195-96). *Centre National de la Recherche Scientifique, París.*

GARCIA, F.
1967 — *Geología del Norte Grande de Chile.* 74 *pgs., ilustr., mapas. Empresa Nacional de Petróleo, ENAP. Santiago.*

GUEST, E.
1969 — Upper Tertiary Ignimbrites in the Andean Cordillera of Part of Antofagasta Province, Northern Chile. *in: Bull. Geol., Soc., Amer., V.* 80, *p.* 337-362. 10 *figs.*, 2 *pl.*

GUNCKEL, H.
1959 — *Tifaceas. in: Flora Vascular de Chile, V. I, Fasc.,* 5, *pp.* 1-6, 1 *fig., Instituto Botánica, Univ. de Chlie, Santiago.*

HAUTHAL, R.
1911 — Reisen in Bolivien und Perú, ausgefürt 1906-7., *in: Wissensch. Veröffentlich Gessellsch. für Erdkunde, Bd VII, Leipzig.*

HERM, D. ET R. PASKOFF
1967 — Vorschlag zur Gliedereung des marinen Quartärs in Nord und Mittel Chile. *in: N. Jb. Geol. Paläont., Mh.* (10) *pp.* 577-588, 3 *abb.*, 1 *Tab., Stuttgart.*

HERM, D.
1969 — Marines Pliozän und Pleistozän in Nord —und Mittel— Chile unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung der Mollusken-Faunen. *in: Zitteliana, Nr.* 2. *Adhand Geol.* 159 *p., München.*

HOLLINGWORTH, S. E.
1964 — Dating the uplift of the Andes of Northern Chile. *in: Nature, V.* 201, *Nr.* 4914, *p.* 17-20.

HUSTEDT, F.
1927 — Fossile Bacillariaceen aus dem Loa-Becken in der Atacama Wüste, Chile. *in: Archiv. für Hydrobiologie, Bd.*, 18, *Heft* 2, *seiten* 224-251, 2 *láms., Stuttgart.*

HUSTEDT, F.
1971 — *Die Kieselalgen Deutschlands.* in: Dr. L. RABENHORST, *Kriptogamen-Flora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz. Vol. VII., Akademische Velagsgesellschaft, Leipzig* (*Bd.* 1, 1930; *Bd.* 2, 1959). *Reprinted by Johnson Reprint Corp., N. York, London.*

LANNING, E.
1969 — *Archaeology of the Salar de Talabre, Atacama Desert, Northern Chile.* Report to the National Foundation on Research Carried out Under Under Grant Gs-1195, 1966-67, 20 págs. (mimeographed document).

MANN, G.
1949 — Regiones ecológicas de Tarapacá. *in: Rev. Geogr. de Chile "Terra Australis", II, pp.* 2-13, 1 *map.*, 9 *lám., Santiago.*

1951 — *Esquema ecológico de Selva, Sabana y Cordillera de Bolivia.* 236 págs., fotogs., láms. Inst. Geogr., Univ. de Chile, Santiago.

MORTIMER, C.
1973 — The Cenozoic History of the Southern Atacama Desert, Chile. *in: Journal of Geol. Soc., V.* 129, *p.* 505-526, *London.*

NEVEU-LEMEIRE, M.
1906 — *Les Lacs des Hauts Plateaux de l'Amérique du Sud.* 153 *p.*, Mission Scientifique G. de Créqui Montfort et E. Sénéchal de la Grange. Imprimiere National, París.

NEWELL, N.
1949 — *Geology of the Lake Titicaca Region, Perú and Bolivian.* Geol. Soc. of America. Memoir Nr. 36, 111 pags., 14 figs., 36 fotogs., 2 map. geol., 12 perf. geol., N. York.

OCHSENIUS, C.
1971 — Observaciones Geoecológicas en la Puna de Atacama, Chile. *in: Bol. Prehist. de Chile, Nr.* 4, *pp.* 26-52, 4 *láms.*, 6 *fotogs.*, 1 *mapa* + *bibliogr., Universidad de Chile, Santiago.*

1972 — *Contribución a la Ecología y Paleoecología de la Puna de Atacama Chile.* 74 págs., 5 láms., 20 fotogs., 1 plano + bibliogr. Departamento de Geografía, Univ. de Sao Paulo, Sao Paulo.

1972a — Relatorio complementario a un Survey Geográfico realizado en el Estado de Ceará (Nordeste Brasileño), 1971. *in: Cadernos de Ciencias da Terra, Nr.* 25, *Inst. de Geogr., Univ. de Sao Paulo, Sao Paulo.*

1973 (M. S.) — *The Natural Regression Concept in Landscape Ecology.* Ecology Course, Anthropology Department. Chile University, Santiago.

1973 b — *Ecología: Una Weltanschauung Imperativa.* Documento mimeograf. I Curso de Ecología, Universidad Técnica del Estado, Santiago.

1973c (M. S.) — Evidences and Chronoecologicals Relations Between Lacustrine Environments of the Puna de Atacama and Sahara Desert (East Niger) During Upper Quaternary. 12 pages, 1 lám., 1 geomorphological map, *Proyecto Ecología del Cuaternario Superior, Oficina Técnica de Desarrollo Científico, Universidad de Chile, Santiago.*

1974 — Acerca del Contenido Macropaleontológico de las Calizas del Loa, Desierto de Atacama, Chile. *in: Rev. Geogr. de Chile, "Terra Australis", Nr.* 22, *pp.* 191-193, *Inst. Geogr. Militar, Santiago.*

1974 — Evidencias de *Planorbidae, Ciperaceae et Typhaceae* en la facies la-

(M. S.) custre del Pleistoceno de Chiuchiu, Desierto de Atacama, Chile. 4 págs., fotgs., *Proyecto Ecología del Cuaternario Superior en la Puna de Atacama. Oficina Técnica de Desarrollo Científico, Universidad de Chile, Santiago.*

OCHSENIUS, C.
1974 (M. S.) — Primera relación sobre el hallazgo de *Ostracoda* (Crustácea) en los ambientes paleolacustres del Pleistoceno en la Puna de Atacama, Chile. (Imforme), *Proyecto Ecología del Cuaternario Superior en la Puna de Atacama, Oficina Técnica de Desarrollo Científico, Universidad de Chile, Santiago.*

OCHSENIUS, C. ET F. de OCHSENIUS
1971 b — *Desierto de Atacama, Atacama Wüste, Atacama Desert, Interdisciplinary Bibliography.* 140 pages, Inst. Geogr., Sao Paulo University, Sao Paulo (umpublished document).

OCHSENIUS, C.
1886-96 — *Ueber das Alter einiger Teile der sued-amerikanischen Anden. in: Zeitsch. Deutsch. Geol. Gessellsch., Bd.* 38, *c.* 766-772; *Bd.* 39, *s.* 301-313; *Bd.* 40, 121-149; *Bd.* 48, *s.* 468-98, *Berlín.*

1903 — Ueber Junge Hebungen in den Anden. *in: Zeitsch. Deutsch. Geol. Gessellsch., Bd.* 53, *s.* 40-43, *Berlin.*

ORBIGNY, A.
1835 — Synopsis terrestrium et fluviatilum Molluscorum im suo per American meridionale itinera collectorum. *in: Mag. Zool.*, 5, *Paris.*

PASKOFF, R.
1870 — *Le Chili semi-aride (Recherches géomorphologiques).* 420 p., 153 figs., 86 fotogs., 8 cartes, Bordeaux.

PILSBRY, H.
1924 — South American Land and Fresh-Water Mollusks: Notes and Descriptions. *in: Proc. Acad. Nat. Sci., V.* 76, *Nr.* 49, *pp.* 49-66, 8 *figs.*, 1 *pl. f. de t. Philadelphia.*

PELLEGRIN, J.
1904 — Mission de G. Crequi Montfort et Sénéchal de la Grange. Note sur les Poissons des Lacs Titicaca et Poopó. *in: Bulletin de la Soc. Zool. de France, Tome XXIX, p.* 90-96, *París.*

PHILIPPI, R.
1860 — Viaje al Desierto de Atacama. *Zoología pp.* 139-174, 7 *láms.* 360 *págs.*, Halle, Sajonia,

RUTLAND, R., J . GUEST ET AL
1965 — Isotopic ages and Andean uplift. *in: Nature, V.* 208, *Nr.* 5011, *p.* 677-678.

SANTANA, R.
1967 — El Río Salado y el sector oriental de la Cuenca de Calama. *in: Bol. Asoc. Geógrs. de Chile, Nr.* 3, *pp.* 21-28, 2 *figs., Santiago.*

SCHAEFER, W.
1973 — Der Oberrhein sterbende Landschaft?. B. IV. *Zur ökologischen Zonierung der Auengebiete. in: Natur u. Museum, Bd.* 103, *Heft,* 5, *p. s.* 137-176, 18 *fotogs.*, 1 *fig., Frankfort a. Main.*

STUARDO, J.
1961 — Contribución a un Catálogo de los Moluscos Gasterópodos Chilenos de Agua Dulce. *in: GAYANA, Zoología Nr.* 1, *pp.* 7-32, 6 *mapas,* 10 *figs. Instituto Central de Biología, Univ. de Concepción, Concepción.*

SUNDT, L.
1909 — *Estudios geológicos y topográficos del Desierto y Puna de Atacama.* Vol. 1, 212 págs. 3 figs., 12 perfiles geol. f. de t., Imprenta Barcelona, Santiago.

SILLITOE, R., C. MORTIMER ET AL
1968 — A Chronology of Landform Evolution and Supergene Mineral Alteration, Southern Atacama Desert, Chile. *in*: *Trans. Inst. Min. Metall, V.* 77, *pp.* 166-169.

THIENEMANN, A.
1965 — *Vida y Mundo Circundante.* 258 págs., Ed. EUDEBA, Buenos Aires (trad. orig. *Leben und Umwelt vom Gesamthaushalt der Natur, Rowolth, Hamburgo*).

TRICART, J.
1965 — Algunas observaciones geomorfológicas sobre las terrazas del Río Capiapó. *in*: *Inform. Geogr., Tomo* 15, *pp.* 45-59, 6 *figs.*, 4 *fotogs.*, 1 *croquis geom., Inst. Geogr., Univ. de Chile, Santiago.*

TRICART, J.; O. DOLLFUS ET AL
s/f. — Les Etudes Francaises du Quaternaire Sud-Américan. *in*: *Etudes Francaises sur le Quaternaire,* 17, *pp.* 216-234, (1970?).

TROLL, C.
1928 — Die Zentralen Anden. *in*: *Zeitschrift Gessellsch. für Erdkunde z. Berlin. Jubil. Bd., Berlin. Sanderband Hundertjahrfeier* 1828-1928, s. 92-118, Berlín.

TROLL, C. ET R. FINSTERWALDER
1935 — Die Karten die Cordillera Real un des Talkessels von La Paz (Bolivien), und die Diluvialgeschichte der Zentralen Anden. *in*: *Petermanns Mitt. Bd.* 81, *pp.* 393-399.

VUILLEUMIER, F.
1969 — Pleistocene Speciation in Birds Living in the High Andes. *in*: *Nature, V.* 223, *Sep., pp.* 1179-1180.

WELCH, P.
1952 — *Limnology.* 538 *pages,* 50 *figs.,* 56 *tables* + *bibliograph., MacGraw-Hill Book Co., New York.*

WETZEL, W.
1927 — Beiträge zur Erdgeschichte der Mittleren Atacama. Separat-Abdruck aus Pompeckj-Festband. *in*: *N. Jahrbuch Für Mineralogie usw. Beilageband* 58, *s.* 505-578, *Láms. XGXII-XXXIX,* 2 *Karten (XL-XLI), Kiel.*

INVENTARIO SISTEMATICO DE DIATOMEAS VALIDO PARA LOS SEDIMENTOS LACUSTRES DE LA PAMPA DEL TAMARUGAL, DESIERTO DE ATACAMA

(según Friedrich Hustedt 1927)

		Pr.	2u.	3.	11u.	11ob.	18.	34.	36.	38.	39.
Achnanthes atacamae Hust	D							+			
Achnantes brevipes v. tumida Hust	S					+	+				
Achnanthes chilensis Hust								+			
Achnanthes exigua Grun	D				+		+	+			
Achnanthes gibberula Grun	H	h	h		+	+					
Achnanthes hungarica Grun	D									ss	
Achnanthes lanceolata (Bréb.) Grun	D	h		+	+	+	h		+	+	
Achnanthes microcephala Kg.	D	+	+	+	+						
Achnanthes speciosa Hust								+			+
Amphora acutinscula Kg.	S				+						
Amphora coffaiformis Ag.	S	+		+			+	+			
Amphora ovalis Kg.	D								+		
Amphora ovalis v. **libyca** E.	H	+				+					
Amphora chilensis Hust	S		h	+	+	+					
Amphora subrobusta Hust	S			+				h			+
Anomoeoneis exilis (Kg.)	D				+	+					
Anomoeoneis sphaerophora (Kg.)	H			+	+	+	+			+	
Anomoeoneis sphaerophora v. **ellipt.** O. M.	H		+								
Anomoeoneis sphaerophora v. **lanceolata** O. M.	H						+				
Anomoeoneis sphaerophora v. **rostrata** O. M.	H							+			
Caloneis bacillum Mereschk	D				+	+	+	+			
Caloneis formosa Greg	S		+	+				h			
Caloneis Schumanniana v. **biconstricta** Reich	D					+					
Campylodiscus clypeus E.	S	+	sh	+	sh	s	ss	+	+		sh
Cocconeis placentula S.	D	h	+	+	h	+	sh	+	h	h	
Cyclotella Meneghiniana Kg.	H	+	+	+		+	+	+	+	h	
Cymbella cistula Hempr.	D	+						+	+	+	
Cymbella microcephala Grun	D		+		+	+	+				
Cymbella prostrata Berk	D	+									
Cymbella pusilla Grun	H					+		h	+		
Cymbella ventricosa Kg.	D				+						
Denticula seriata Hust								+			
Denticula valida Grun	H	m	m		z	+	s	sh	+		sh
Diatoma sinuatum Hust	D								+		
Diatoma vulgare v. **capitulata** Grun	D			+	+						

		Pr.	2u.	3.	11u.	11ob.	18.	34.	36.	38.	39.
Diploneis ovalis (Hilse)	D		+	+	+	+					
Diploneis Smithi v. **chilensis** n.	D	+						h		+	+
Ephitemia argus v. **longicornis** Fricke							+	+	+		
Epithemia zebra Kg.	D									+	
Epithemia zebra v. **saxonica** Grun	D							+	+	+	
Epithemia zebra v. **porcellus** Grun	D		+		+	+	+				
Fragilaria construens (E.) Grun	D			+	+		+	+	+	+	+
Fragilaria construens v. **exigua** (W. Sm.)	D				+	+					
Fragilaria construens v. **subsalina** Hust	S					+			+		
Fragilaria construens v. **venter** Grun	D						+				
Fragilaria Harrissoni (W. Sm.) Grun	D		zh	h	h	h	+				
Fragilaria Harrissoni v. **dubia** Grun	D				+	+					
Fragilaria Harrissoni v. **rhomboides** Grun	D			+	+	+					
Fragilaria Harrissoni v. **sinauta** n. v.					+						
Fragilaria pinnata E.	D				+					+	
Fragilaria pinnata v. **elliptica** (Schum)	D		+	sh			+	+	+		sh
Fragilaria pinnata v. **lancettula** (Schum)	D		+					+			
Fragilaria spinuligera n. sp.				+	+	+					
Gomphonema lanceolatum E.	D					+					
Gomphonema parvulum Kg.	D	+			+	+	+				
Gomphonema subclavatum v. **montana** Schum	D		+								
Hyalodiscus laevis E.	S	+						sh	m	ss	z
Mastogloia atacamae n. sp.	H		+	sh	+			h	+		+
Mastogloia Smithi Thw.	H		+	+		+		+	+	+	+
Mastogloia Smithi v. **amphiceph** Grun	H		+								
Melosira italica Kg.	D					ss					
Melosira varians Ag.	D					ss					
Melosira spinifera n. sp.			z	+	z	+					
Navicula atacamae n. sp.			+								
Navicula cryptocephala Kg.	D	+									
Navicula cuspidata Kg.	D										
Navicula dicephala v. **chilensis** n. v.	D					+					
Navicula dicephala v. **subcapitata** Grun	D					+					
Navicula exigua v. **elliptica** n. v.	D				+	+					

		Pr.	2u.	3.	11u.	11ob.	18.	34.	36.	38.	39.
Navicula gracilis E.	D										ss
Navicula gracilis v. **schizonemoides** VH.	D						+				
Navicula halophila Grun	S					+					
Navicula halophila f. minor	S		+				z				
Navicula menisculus Schum.	D			+							
Navicula muticopsis VH	D				z	zh					
Navicula notanda Pant.	S							+			
Navicula peregrina E.	S	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Navicula peregrina v. **Kefvingensis** E.	S				+	+	+			+	
Navicula pseudogracilis n. sp.								+			
Navicula pupula Kg.	D					+					
Navicula pupula v. **rostrata** Hust	D			+							
Navicula pygmaea Kg.	S							z			
Navicula radiosa Kg.	D			+	+		+				
Navicula rhynchocephala Kg.	D			+		+					
Navicula salinarum Grun	S					+					
Navicula subvulpina n. sp.								+			
Navicula tenella Bréb.	D							z			
Navicula Wetzeli n. sp.			+								
Navicula Zostereti v. **Seychellensis** Cl.	S							+			
Nitzschia amphibia Grun	D		+	+	+		+			+	
Nitzschia Brebissoni W. Sm.	H			+	+	+				+	
Nitzschia chilensis n. sp.				+				+			
Nitzschia denticula Grun	D	+	+					+			
Nitzschia Frauenfeldi Grun	H		+	+		+	+	h			
Nitzschia frustulum (Kg.) Grun	D		+								
Nitzschia granulata Grun	S				ss						
Nitzschia hungarica Grun	H			+	+	+				+	
Nitzschia linearis W. Sm.	D				+	h	+			+	
Nitzschia obtusa W. Sm.	S		zh	+	+	sh	s	h		+	
Nitzschia punctata (W. Sm.) Grun	S		zh		+	+		+			
Nitzschia pseudolinearis Hust								+			
Nitzchia stagnarum Rbh.	D	+			+	+				+	
Nitzschia tryblionella Hantzsch	H				+						
Nitzschia vitrea Norm.	S			s					+		
Nitzschia vitrea v. **maior** Grun	S							+			
Pinnularia Brebissoni Kg.	D		+		+	+					
Pinnularia dactylus v. **dariana** A. S.	D		+	z		+					
Pinnularia distincta n. sp.						+					
Pinnularia fasciata (Lagerst)	D			+							
Pinnularia maior Kg.	D										+

		Pr.	2u.	3.	11u.	11ob.	18.	34.	36.	38.	39.
Pinnularia microstauron E.	D		+		+	+				+	+
Pinnularia viridis (Nitzsch.)	D								+	+	+
Rhopalodia argentina Brun	H			+							
Rhopalodia gibba O. M.	D		+	+	+	+	m	+	+		ss
Rhopalodia gibberula O. M.	H	+		+	+	+	+	+	+	+	h
Rhopalodia Wetzeli Hust								sh			
Stauroneis atacamae Hust			+		+	+				+	
Surirella chilensis Jan	S	+						h	h		h
Surirella chilensis v. **constricta** Hust	S								+		
Surirella chilensis v. **rostrata** Hust	S								+	ss	
Surirella Fortii Freng	S	+	ss	ss			s	ss	ss	ss	
Surirella ovalis v. **ovata** VH.	H						ss				
Surirella sella Hust	S	h						zh	+	ss	
Surirella Wetzeli Hust	S	+						s		s	
Surirella Wetzeli v. **dubia** Hust	S		+	+							
Synedra affinis Kg.	H								+		
Synedra affinis v. **obtusa** Hust	S	m									
Synedra Goulardi Bréb	D	zh									
Synedra pulchella Kg.	H		zh	+	sh	h	+				
Synedra pulchella v. **naviculacea** Grun	H			+	+	+					
Synedra Ulna (Nitzsch.) E.	D		+				h			+	
Synedra Ulna v. **danica** (Kg.) VH.	D				+			+			
Synedra Vaucheriae Kütz	D		+								
Diatomeas de aguas salobres		10	8	10	8	10	7	17	10	9	8
Diatomeas halófilas		5	11	12	11	13	8	8	7	7	6
Diatomeas de aguas dulces		11	18	19	28	28	19	13	10	14	8
Totales		26	42	43	51	55	34	47	27	31	24

+ = presente
s = rara
ss = muy rara
z = escasa
zh = raramente frecuente
h = frecuente
sh = muy frecuente
m = abundante