

REVISTA  
DE LA  
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

---

Tomo XII

Octubre de 1957

Nº 4

---

SOBRE ALGUNOS METODOS PALEOGEOGRAFICOS

DE LA INVESTIGACION DEL CUARTARIO  
PEDEMONTANO DE MENDOZA

Por JORGE POLANSKI

---

*« No progress can be made where office speculation is substituted for or given more weight than field studies ».*

(FRANC LEVERET, Vicepresident Address 1929)

INTRODUCCION

Esta contribución, motivada por las tentativas de Groeber (12) de defender sus conceptos sobre las repetidas glaciaciones de la llanura pedemontada de Mendoza, se da a conocer con el objeto de: 1º Aprovechar todo lo aportado por este autor con respecto a las glaciaciones del Atuel y del Diamante, datos dados a conocer por primera vez, y que facilitan notablemente la réplica a los argumentos esgrimidos; 2º Hacer un examen crítico acerca de la utilidad y alcance de los métodos paleogeográficos utilizados por el citado investigador.

De esta manera creo posible presentar a los que se interesan por los problemas del Cuartario, un cuadro objetivo completo de las referidas glaciaciones en el ambiente de la llanura pedemontana mendocina.

I. METODOS PALEOGEOGRAFICOS Y EVIDENCIAS

El despliegue de nuevos métodos climáticos y paleogeográficos utilizados por Groeber (12) en favor de las últimas glaciaciones de llanura merece un ligero vistazo.

Es bien sabido que la depresión de la neviza es una expresión numé-

rica de la intensidad de los cambios climáticos durante una glaciación cuartaria referente al clima actual. De la exactitud de esta expresión numérica depende el valor de otros cálculos y asimismo de las conclusiones a que se arriba.

En mi contribución anterior <sup>(19)</sup> hice un cálculo de la depresión de la neviza para la última glaciación usando el método de determinación de la altura de la neviza con la altura absoluta de los fondos de los circos glaciales, que pertenecen a esta glaciación. Este método no pretende ser de exactitud perfecta; sin embargo, el posible error de unos 50 m no es de mayor importancia para nuestros fines. Ha sido usado por varios investigadores de la Cordillera. Así, en el lado chileno, Brueggen <sup>(3, 337)</sup>, lo usa con frecuencia diciendo: "En la subida al Portezuelo de la Doña Ana observé varios circos glaciales, que nos indican la altura de la línea de las nieves eternas durante la última época glacial". Ultimamente Rohmeder <sup>(22)</sup> deduce la altura de la neviza climática en las Sierras de Anconquiya también por el método de las alturas de fondos de los circos glaciales.

Pero Groeber no procura sacar el valor de la depresión de neviza de las Hojas de Sosneador y Maipo, las que levantó personalmente, sino importa una cifra de Chile afirmando <sup>(12, pág. 92)</sup> que: "Brueggen y los demás colegas que han recorrido la Cordillera están de acuerdo en que durante la última glaciación el límite de la neviza se encontraba 1000-1200 m debajo de su situación actual. Ello significa un descenso de 5 a 6 grados de temperatura".

Sin embargo, en el último libro de Brueggen <sup>(2, pág. 379)</sup> leemos textualmente: "En el diagrama de la figura 115 no ha sido posible distinguir las líneas de las nieves correspondientes de las dos últimas épocas glaciales; éstos se han reunido en una sola curva. Se ve que esta curva tiene en el Norte una distancia mayor a la actual línea de las nieves, que es de 1250 m en Elqui (30°S). En la parte central del país, la distancia vertical es de solamente 700 m".

En dicho diagrama la distancia vertical (=depresión de neviza) correspondiente a las cabeceras del río Diamante <sup>(34-34, 5º)</sup> es de 700 m, aproximadamente. Esta cifra corresponde a una curva compleja que reúne las características climáticas conjuntas de las últimas épocas glaciales, y no se refiere exclusivamente a la última de ellas.

Según Brueggen el valor de 1250 m correspondería entonces a una latitud coincidente con el paralelo 30°5, es decir, que caería en región situada a unos 500 km hacia el Norte, aproximadamente en el límite La Rioja-San Juan.

Por otra parte el valor de 1250 m es, según Brueggen, inseguro dada la escasez de observaciones en esta latitud.

En concreto, la cifra aducida por Groeber podría, con precaución, corresponder a un ambiente geográfico totalmente distinto. Mis cálculos anteriores de 600 m término medio, de la depresión de la neviza para la Alta Cordillera de Mendoza están prácticamente en conformidad con la cifra de 700 m que calculó Brueggen, deducida para la latitud en cuestión y referida a los dos últimos englazamientos.

En suelo argentino, valores casi iguales han sido calculados para la depresión de la neviza por Stappenbeck y recientemente por Rohmder (22), quien estima la depresión de la neviza cuartaria en el cerro Chani en 1240-670 m, para la Sierra de Famatina en 500-300 m y para el cerro Bonete en 500 m.

De lo expuesto resalta en forma evidente que la base esencial del bosquejo paleogeográfico de Groeber carece de exactitud y por lo tanto de validez.

A pesar de la exageración de la depresión de la neviza, Groeber todavía no podría explicar satisfactoriamente el englazamiento de la zona pedemontana mendocina. Le fué necesario, pues, hacer una serie de ajustes suplementarios de índole climático, meteorológico y cartográfico.

Para cualquier englazamiento se precisa en primer término una respetable cantidad de precipitaciones fijas. Groeber las deduce de la siguiente manera: “pero siendo y habiendo sido el aire *húmedo* (aparentemente durante la última glaciación?), se requiere y se requirió un desnivel de 200 m para que la temperatura variase en 1° C”. (12, pág. 92).

¿Debemos aceptar esta argumentación que no posee otro respaldo sólido que la firma del doctor Groeber?

Si así lo hiciéramos chocaríamos, cuatro renglones más abajo, con la afirmación con que Groeber sorprende al autor al consignar:

“Aún hoy en clima *árido*, el gradiente de temperatura es de 1°/200 m en Mendoza como enseña la temperatura media anual de la ciudad de Mendoza y la de Puente del Inca”.

Se observa, en consencia, que en las argumentaciones de Groeber la ley del gradiente adiabático se aplica indiscriminadamente tanto para el aire húmedo como para el aire seco con el mismo valor numérico.

Además de todo esto, debe hacerse notar que la aplicación del concepto de los procesos adiabáticos referidos a la interpretación de los

This One



JODT-XAT-1FE5

cambios del clima en el orden secular, y también en lo que se relaciona con los procesos climáticos de montaña es errónea, puesto que estos procesos son cambios del estado físico del aire, que se producen sin adición y sin sustracción de calor del ambiente durante los movimientos ascendentes y descendentes de las masas del aire libre.

Es sabido que con la altura los cambios de temperatura en las montañas pueden producirse también sin movimientos verticales adiabáticos del aire libre. Para tales cambios se aplica el concepto del gradiente térmico del aire, el que según Köppen (16) y conforme a la latitud, humedad, estación y otras condiciones físicas oscila entre  $0,4^{\circ}\text{C}$  a  $0,8^{\circ}/100\text{ m}$ .

Groeber refuta la cifra de  $4^{\circ}\text{C}$  de rebaja de la temperatura media para el último englazamiento y pregona la suya propia de  $5-6^{\circ}$ , que es un fruto naturalmente errado de la división de la inexacta cifra de la depresión de neviza (1000-1200 m) por el gradiente adiabático, esta vez para el aire húmedo ( $1^{\circ}/200\text{ m}$ ).

No creo posible explicar fehacientemente qué tienen de común los cambios seculares del clima acaecidos en el Cuartario con los movimientos adiabáticos, que pueden ocurrir en cualquier clima y cualquier época.

El cálculo correcto de la depresión de la temperatura para la última glaciación para la zona del Diamante sería así: 600 a 700 m (Polanski-Brueggen) divididos por el valor promedio del gradiente térmico  $0,6^{\circ}/100\text{ m}$  (Köppen), que daría  $3,6^{\circ}$  a  $4,2^{\circ}\text{C}$  de la disminución de la temperatura durante el auge de la última glaciación.

Rohmeder (22) calcula tal depresión de temperatura para el norte de Argentina, en 3 a  $5^{\circ}$  solamente.

¿Cuáles son, ahora, los métodos paleogeográficos de Groeber para deducir la altura de la neviza de la última glaciación?

Es patente que para esta tarea se precisa conocer sólo dos cifras más o menos exactas: la de la altura actual de neviza y la de la depresión cuartaria.

De la cuenca del Diamante tenemos al presente dos juegos de cifras diferentes de la altura actual de la neviza dadas por Groeber mismo.

El primer juego está en las descripciones de las hojas Sosneado y Maipo (9) publicados por Groeber en el año 1947 y el segundo juego evidentemente "reajustado" para defensa de las glaciaciones exageradas, apareció en el año 1954 (32). A continuación transcribo ambos juegos de cifras de la altura actual de la neviza dando en la última columna el monto total de la rebaja efectuada por el citado autor.

Lugar	Altura s. n. m.	Altura de la neviza actual según		Monto total de la rebaja misteriosa
		Groeber (1947)	Groeber (1954)	
Cordón limitrofe con Chile.	4710-5000 m aprox.	3900-4000 m	3600-3700 m	300 a 400 m
Cerro Overo.....	4670 m	4200 m	3800-3900 m	300 a 400 m
Cerro Eje.....	4425 »	más de 4400	—	—
Cerro Guanaqueros.....	4860 »	4400 m	4000 m	400 m
Cerro Gorro.....	4810 »	hielo se acumula en 4400 m	3700-3800 m	600 a 700 m
Cerro Listado.....	4970 »	faltan datos sin nieve ?	3900 m	1000 m (?)
Cordón Bravo.....	4855 »	no posee neviza en 4900 m aprox.	Ao. Espumoso en el Co. Bravo 3500-3600 m	1300 a 1400 m
Cerro Pilar.....	4720 »	no tiene neviza	—	—
Cerro Laguna.....	5130 »	mayor que 4700 m	—	—
Cerro Borborán.....	4950 »	no tiene neviza	—	—

Resulta de esta confrontación que Groeber alteró sus propias cifras de la altura actual de la neviza, insinuando al lector de que se trata sólo de una simple repetición de las cifras del año 1947, ya que este autor dice textualmente: “como puede verse en las Hojas del Sosneado y Maipo en 1 : 500.000, tratados en Revista (11-II-1947) y en los panoramas al límite actual se halla” (siguen cifras repetidas en la 2ª columna de la tabla correspondiente al año 1954).

El cupo máximo de rebajas de la altura de la neviza se nota en el Cordón Bravo, que según datos del año 1947 no posee la neviza ni en alturas máximas (4900 m), pero ya en el año 1954 la neviza de las cabeceras del arroyo Espumoso, que nace en el mismo Cordón Bravo, perdió la altura en forma catastrófica alcanzando de golpe los 3500-3600 m. De esta falsa cifra Groeber resta la asimismo fingida cifra de la depresión de neviza de 1200 m y así encuentra la altura de la neviza,

correspondiente a la última glaciación en la cuenca del Diamante en 2500 a 2600 m.

A este respecto vale la pena recordar que en la referida cuenca, en las alturas mencionadas falta por completo el relieve glaciario, tanto joven como viejo.

De esta manera Groeber, al mutilar sus mismas cifras, alcanzó a obtener una cuenca de alimentación glaciaria necesariamente grande; pero faltaban todavía precipitaciones suficientemente copiosas como para poder rellenar esta cuenca con ingentes masas de hielo de tal manera que no sólo estuvieran en condiciones de emanar una lengua-chorro de hielo hasta La Josefa, situada a 60 kilómetros al E de la boca del río Diamante, en la llanura pedemontana, sino también de mandar ingentes masas de hielo por los portezucos altos a las cuencas de: Tunuyán-Colorado, Atuel, Llaucha, río Maipo en Chile y varias otras menores (véase lámina del bosquejo de Groeber (12)).

Entonces este investigador recurre al siguiente cálculo.

El río Diamante actual posee cerca del cerro Diamante un caudal de 40-50 m<sup>3</sup>/seg, que es el sobrante de la precipitación de la cuenca imbrífera; tal sobrante puede estimarse, según el canon vigente, en un tercio del total, o sea a 1450 mm anuales, usando el caudal de 50 m<sup>3</sup>/seg (12, pág. 93).

Así, Groeber se arriesga en cálculos basados en cifras inseguras, disponiendo en cambio de otras precisas que le hubieran conducido a resultados no criticables.

En el Anuario del Instituto de Investigaciones Económicas y Tecnológicas de la provincia de Mendoza para 1954 leemos en pág. 21:

“Tomando en cuenta los datos del período 1941 y 1951 las medianas de los caudales medios mensuales para Diamante son 23,4 m<sup>3</sup>/seg. El caudal más probable del río Diamante está entre 15 y 18 m<sup>3</sup>/seg”.

Entonces resulta demostrado que el caudal obtenido por Groeber (50 m<sup>3</sup>/seg) es por lo menos el doble del real.

Dada la discrepancia sobre el caudal del río Diamante, que oscila entre los 15 y los 50 m<sup>3</sup>/seg, queda evidenciado que no parece posible usar tal cifra sospechosa para cualquier cálculo de precipitaciones en la cuenca imbrífera activa de este río.

Luego el valor del sobrante de la precipitación propuesta por Groeber es dudoso, ya que Soldano (23, 124), propone otro coeficiente de derrame: el de 0,47.

Siendo, pues, todos los elementos del cálculo de Groeber evidentemente deficientes, no se vislumbra ninguna posibilidad de aceptar

el fruto de este método, o sea los 1450 mm anuales de precipitaciones para toda la cuenca imbrífera de este río.

Aparte de todo esto, tales cálculos son totalmente superfluos, ya que en la zona en cuestión existen algunos datos de precipitaciones proporcionados por el Instituto Meteorológico Nacional, como también por otras reparticiones estatales, también por particulares.

Soldano (23), en base a observaciones del Servicio Meteorológico Nacional en la laguna de Diamante, calculó las precipitaciones en 800 mm anuales.

En la cuenca cordillerana existe felizmente una estación meteorológica con un nivómetro-totalizador en la laguna de Diamante, cerca de la Estación de Altura de la Universidad de Cuyo, a la altura de 3850 m, donde se registran las precipitaciones desde el año 1940, sintetizados por Corte (5, pág. 11) de la siguiente manera:

“Los registros de precipitaciones en la laguna Diamante son muy fragmentarios pero interpolando los datos registrados por la Dirección del Servicio Meteorológico Nacional (Schwendtfefer, carta de fecha 3-II-52) en estaciones vecinas a la laguna de Diamante y según los registros de la ex Dirección General de Irrigaciones, podemos decir que en la zona de la laguna de Diamante se han registrado en el período 1941-1948, aproximadamente 600 mm”. Además, en el cuadro ilustrativo Corte proporciona para el Cerro de la Laguna (4000-4100 m) “precipitación media anual de 600 mm; temperatura media anual  $-2,5^{\circ}$ ”.

No debe, pues, ponerse en duda que el cálculo de Groeber sobre 1450 m de precipitaciones anuales en toda la cuenca activa del Diamante, carece por completo de base, ya que cifra más segura dada por el Instituto Meteorológico Nacional oscila entre los 600 a 800 mm anuales para las alturas máximas.

Sin embargo, ni aun este monto exagerado de precipitaciones es suficiente para justificar la extensión de las áreas englazadas según las establece Groeber. Por lo tanto, este autor somete esta cifra a un tratamiento que lo lleva al fin deseado: “según Trevisán, la precipitación, en tiempo de la última glaciación, ha superado en 4/3 a la actual; su monto había sido, pues, de 3500-4200 mm.

Es difícil establecer si el coeficiente 4/3 de Trevisán para Italia tiene algún valor para Mendoza o no, pero la expresión de Groeber, ha “superado en 4/3 a la actual”, es poco clara. Todo el mundo acepta para las zonas englazadas durante la última glaciación un moderado

aumento de precipitaciones, que se avalúa a lo sumo entre 1/4 y 1/3 del monto actual.

Tendríamos entonces cuanto más unos 1933 mm. Tales precipitaciones todavía podrían ser admisibles para algunos cordones más altos de Mendoza. ¿Pero de dónde saca Groeber los 3500-4200 mm? Apparentemente de la multiplicación de la cifra supuesta de 1450 mm por 3. Más simple y más cómodo para la teoría englazadora.

Termina Groeber con la conclusión de que la cantidad de 3500 a 4200 mm anuales no puede extrañarse, ya que “es la que rige hoy, según Knoche y Fuenzalinda, en las alturas mayores de la Cordillera de las altitudes en cuestión” (12, pág. 93-94).

Cada uno puede consultar el trabajo de Knoche (17) y probar en pág. 45 que la isoyeta de 3000 mm se halla sólo en el Sur, entre 41° y 55° S en lado chileno. En la cuenca del río Diamante (34°5) se se observa sólo la isoyeta de 1000 mm que incluye una muy reducida área de alturas máximas. En la tabla 97 de Knoche las precipitaciones medidas con nivómetros totalizadores en el cercano valle Hermoso (35°3') las arenas alcanzan 1000 mm.

Los indicios de aridez climática del mismo autor para julio para el paralelo 34° son: árido (3-4) y muy árido (1-2) y para el mes de enero muy árido (1-2).

Estas cifras indican más bien que Knoche no apoya con su aporte los cálculos de Groeber. Más bien los refuta por completo.

Como resumen de todas estas consideraciones, puede afirmarse que los argumentos meteorológicos y climáticos que intervienen el bosquejo paleogeográfico de Groeber no tienen valor demostrativo por no fundarse en datos correctos y por carecer de la veracidad imprescindible en la investigación científica.

#### EVIDENCIAS DE CAMPO EN FAVOR DE LAS GLACIACIONES DEL DIAMANTE Y DEL ATUEL

*Glaciación del Diamante.* — Groeber señala en sus últimas publicaciones (12, 13) dos puntos solamente en la zona pedemontana con un depósito glacial, que deberían corresponder al penúltimo englazamiento denominado por este autor “Glaciación del Diamante”.

El primer afloramiento debería hallarse en el valle del arroyo de Las Vacas y ha sido visto por Groeber en el año 1936 (12, pág. 107).

Respecto a este afloramiento Groeber (12, pág. 91) insinúa al lector que Polanski afirma en el mismo artículo que la morena del “arroyo

Las Vacas no es tal sino un ente producido por soliflucción". Esto es nada más que una tergiversación de mi opinión general: "Algunos autores mencionan la presencia de morenas de fondo en la zona pedemontana, pero no han descripto las características de tal depósito. Tales asertos deben ponerse en duda, por cuanto son fácilmente confundidas las morenas de fondo con los depósitos de la soliflucción periglacial, de las crecientes y de los deslizamientos". En mi artículo ni una vez mencioné el arroyo de Las Vacas.

Tampoco es cierto que no haya visto este lugar; al contrario, he efectuado observaciones en el año 1949 en compañía de los doctores Buenanueva y Serrano Ponce de León en ocasión de la exploración de varios yacimientos de fluorita en la parte mediana y baja del arroyo de Las Vacas. He visitado nuevamente el valle de referencia en el año 1955.

La morena de Las Vacas apareció en los trabajos de Groeber recién en el año 1952 como un aporte aparentemente oral y debería integrar el Tercer Nivel, que se halla en las explanadas del cañón del río Diamante frente al cerro Diamante en alturas absolutas de 1400 a 1450 m y de unos 150 a 200 m sobre el nivel actual del río.

Frente al volcán no existe ninguna comunicación directa con el valle del arroyo de Las Vacas como lo supone y dibuja Groeber (13, 85). Ese nivel choca en los alrededores del punto Agua del Toro contra una loma divisoria NW-SE (Loma Piedra Verde 1528-1516 m y Bordo de Toscal 1551 m), la que separa perfectamente el valle de Las Vacas, haciendo esta última una cuenca totalmente independiente. El nivel de 1400 a 1450 m no está desarrollado en forma típica en Las Vacas, ya que ni el río Diamante ni el hielo de la supuesta glaciación han pasado por esta divisoria. La Loma Verde tiene 3-4 km de ancho y una altura relativa de 100 a 150 m. No acusa ninguna presencia de acumulación cuartaria puesto que aflora al sol sólo la roca desnuda del Carbónico y quizás Pérmico. El fondo rocoso del arroyo de Las Vacas está constituido por rocas sedimentarias y volcánicas de edad carbónica y pérmica, y cubierto por areniscas araucanianas, tobas aglutinadas pumíceas cuartarias y finalmente por arena, grava y rodados fluviales pequeños en matrix arenosa que han sido traídos por el agua de las cabeceras del arroyo de Las Vacas que se hallan en el Primer Nivel. Todo está tapado por una cubierta discontinua de arena cólica.

En los flancos occidentales se ve algunos bloques grandes y angulosos de andesita, que provienen de la desintegración de la brecha

volcánica y quizás también de la sedimentación pérmica que aflora en varios lugares. Estos bloques de andesita reptan hasta abajo.

Finalmente en la margen derecha de la boca del arroyo Las Vacas sobre las tobas pumíceas yacen arenas fluviales con algunos rodados indudablemente traídos por el agua y de dimensiones insignificantes. No encontré en ningún rincón del valle i la morena del fondo, ni la arcilla con bloques nin ningún fango glaciario, señalados por Groeber.

Todas estas descripciones mías están en acuerdo con el mapa recién publicado por Dessanti (6) y pueden ser así fácilmente controladas.

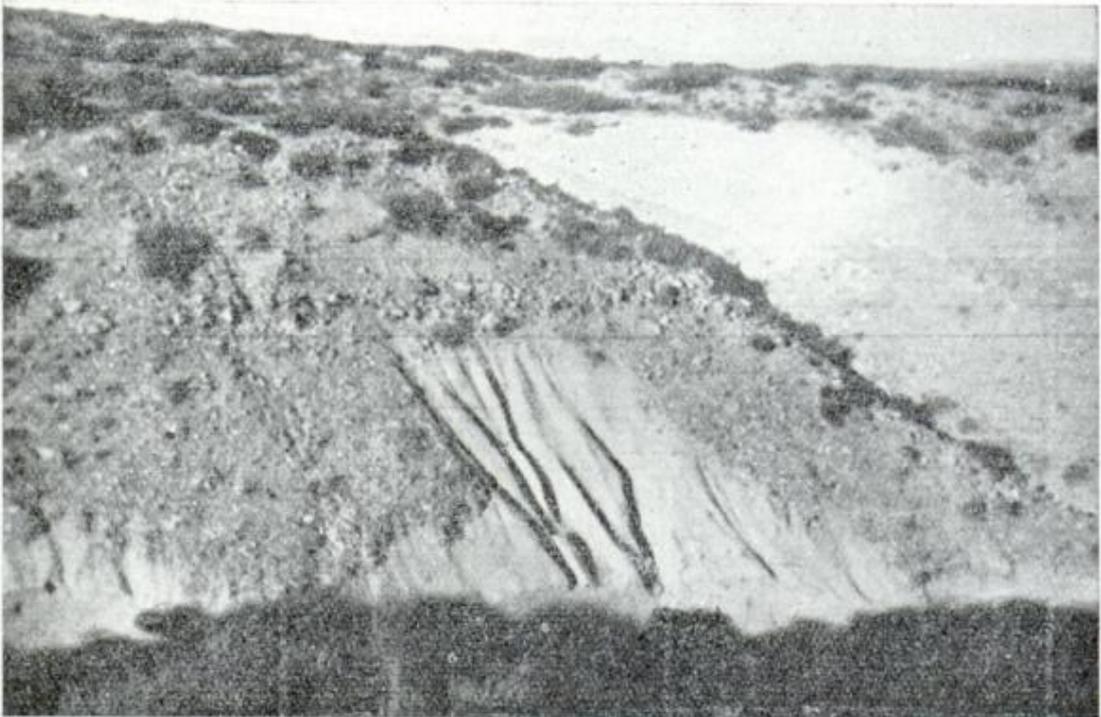


Fig. 1. — La “morena de fondo” del Puerto Toro, en realidad una terraza fluvial.

Todo lo que aflora del Pleistoceno en la zona señalada es de origen ácuo, cólico o piroclástico.

Otra situación similar a ésta es la de la morena de fondo que Groeber ubica en Agua del Toro. La realidad en este lugar está demostrada en la fotografía 1. En la base afloran cuarcitas y otras rocas del Carbónico, luego en una discordancia angular las areniscas rosadas y friables de edad araucaniana y finalmente una capa discordante de 4 a 10 m de potencia de arena fluvial a veces sabuñosa y con rodados fluviales cuyos diámetros no sobrepasan de 1,5 m. Este banco forma la terraza fluvial del antiguo río Diamante a la altura de 1400-1450 m, que choea contra la mencionada divisoria de la Loma Verde. Pero

lo más curioso es que este mismo perfil era descrito con anterioridad por Rodrigo (21) de la siguiente forma: “A ambos lados del Puesto Agua del Toro, discordantemente sobre las areniscas rosadas de los Estr. de las Husyquerias se dispone un banco de 4 a 5 m de espesor, que puede ser asimilado con un *nivel de terraza*. Está formado preponderantemente por rodados pequeños, de las rocas típicas para la región esparcidas en una masa arenosa de grano grueso”.

Entonces la morena del Agua del Toro vale tanto, cuanto importa la del arroyo de Las Vacas.

No hace falta discutir si el nivel de 1400 a 1450 m a ambos lados del Diamante pertenece al Segundo o al Tercer Nivel de Pie; así, por ejemplo, el relevamiento de Dessanti (6) señala en esta altura el Segundo Nivel. Sin embargo, es menester oponerse al siguiente concepto geomorfológico anotado por Groeber (13, pág. 87): “el valle fué profundizado hasta muy poco arriba del fondo actual del río y luego rellenado por morenas de fondo y por material efusivo ignimbrítico. Morena de fondo observamos, por ejemplo, en el arroyo de Las Vacas cerca del Agua del Toro y en gran escala en el arroyo Papagallos”.

Basta abrir el mapa de Dessanti (6) y recordar la descripción de Rodrigo (31) y las mías para darse cuenta, que el concepto de tal profundización y subsiguiente rellenamiento del valle es un proceso irreal ya que a ambos lados del cañadón, el Carbónico y el Terciario afloran en paredones de 200 m de altura relativa. La deposición de este nivel de 1.400 a 1.450 m de rodados es fuera de toda duda, anterior a la profundización del valle. Lo mismo opina Dessanti que clasifica los rodados como de origen fluvial y fluvioglaciales del 2º Nivel.

En síntesis también la base litológica y morfológica de la “Glaciación del Diamante” es nula. Tal englazamiento no ocurrió en la llanura pedemontana de esta zona ni tampoco en otros lugares señalados por Groeber.

*Glaciación del Atuel.* — Las pruebas de existencia del último englazamiento también encauzado, que se llama la “Glaciación del Atuel” son según Groeber las siguientes (13, pág. 87): “Inmediatamente al pie del Cerro Diamante halamos dentro del surco del río una morena frontal muy bien conservada y de forma de media luna cuyas puntas suben al tercer nivel y forman allí morena lateral... Se trata de un resto testigo de una etapa de retroceso del glaciar que dejó la morena que alcanza hasta la Josefa. Por lo visto ambas son posteriores a la elaboración del cajón del Diamante, recortado en 3er. Nivel, son a su

vez posteriores a la morena del arroyo de las Vacas y representan la última glaciación”.

En el año 1949 he visto los rodados de La Josefa, que evidentemente se destacan como un depósito de origen fluvial e incorporan según Dessanti (6) el Segundo Nivel de Pie. Sin embargo Groeber (12, pág. 106) procura inspirar al lector que “En su tesis Rodrigo menciona especialmente las morenas del NW de La Josefa y de la junta del arroyo Hondo con el Diamante. Por lo visto Polanski no leyó el trabajo”.

Al contrario, lo leí con la mayor atención y puedo asegurar que Rodrigo no menciona, ni menciona especialmente La Josefa ya que su tesis como también sus relevamientos (20, 21) abarcan sólo las márgenes septentrionales del río Diamante y no tocan las orillas australes, donde están los rodados de La Josefa.

Es cierto que Rodrigo en su primer trabajo (20) aceptaba la existencia de “vestigios de glaciación, que se reconocen además en todos los arroyos en el valle del río Diamante, en los que aparecen colgados, “en diferentes niveles grandes bloques a veces de varios metros cúbicos”. Es bastante cierto que Rodrigo buscaba una comprobación de conceptos glaciales anteriores de Groeber pero encontró solamente los aislados bloques colgantes y las aparentes formas de U.

Sin embargo ya en el año siguiente (21) se retiró laudablemente de la posición indefendible e infundada diciendo en el párrafo “Depósitos Glaciares”: “Adosados al pie de falda oriental de la Cordillera Frontal, se encuentran remanentes de depósitos *fluvioglaciares*, que cubrieron, etc...”.

Los bloques colgados en las paredes de los surcos del desagüe en la zona pedemontana no pueden fundar la existencia de cualquier glaciación y con mayor razón de la última que por lo general se destaca por la frescura de la topografía glacial.

Existen varios levantamientos geológicos que desconocen la presencia de glaciaciones encauzadas en esta zona.

Así por ejemplo Böhm (2) señala sólo presencia de las cubiertas de rodados y ripios con grava fina. No es tampoco auténtica la excusa de Groeber que el área de la tesis de Storni no abarca la zona englazada. Al contrario se halla dentro de los límites de las glaciaciones encauzadas de Groeber.

Finalmente la explicación de Groeber: “Como padrino de esta tesis me cupo recorrer con Storni la zona en una época en que tales restos no habían sido aún observados”, carece de importancia y se-

riedad, ya que una observación correcta no es función de una época. Más bien Groeber y Storni no han observado la morena por la simple razón de que no existe en esta zona.

Por último vale la pena dedicar algunas palabras a las morenas de La Junta. En realidad Rodrigo en el capítulo intitulado "Terrazas" describe un conglomerado cuyo origen corresponde, probablemente al de una terraza aluvional o fluvio-glacial, adosada al valle del río Diamante. No menciona ninguna morena frontal. Dessanti (6, fig. 12) presenta una foto del fondo del valle de Río Diamante frente al Cerro Diamante y la desembocadura del arroyo Hondo (la junta) con "Depósitos del tercer nivel" y tampoco señala morena alguna.

Estos datos nos impulsan a abrigar serias dudas acerca de la existencia de la cita de morena de media luna.

La representación gráfica del glaciar encauzando de la glaciación del Atuel dada por Groeber (12) es un absurdo geomorfológico. Según este dibujo el glaciar se asemeja a un chorro de hielo encauzado en el cañón del Diamante, cuya longitud alcanza casi 60 km y al mismo tiempo el ancho no supera 1-1,5 km. La profundidad promedio del valle en este trayecto no sobrepasa los 200 m. Este surco no estaba en condiciones de albergar las masas de hielo que salieron en la penillanura por la boca del río Diamante. Tal certeza se deduce de la información aportada por Groeber mismo (12, 937): "la cuenca englazada del Diamante envió un ramal a través del abra del Portezuelo Colorado (2.840 m) ... un alisamiento por el hielo se observó hasta arriba de 3.000 m". El fondo del nivel correspondiente en la boca del río según mapas topográficos está en la altura de 1750-1800. De estas cifras ya es fácil deducir la potencia mínima del hielo en la boca que se calcula en 1000 a 1200 m en la puerta del Diamante, cuya anchura mide 1,5 a 2,0 km.

Queda perfectamente evidenciado, que las masas de hielo que salieron por el perfil de la boca de 1-2 km<sup>2</sup> de superficie no podrían caber en el valle extraandino cuyo perfil transversal se estima con 0,2 a 0,4 km<sup>2</sup>. El hielo debería forzosamente desplegarse en el ápice en forma de un abanico de hielo pedemontáneo como ocurría en todo el mundo, y no en forma de un larguísimo chorro.

Aparte de todo esto las formas del aparato terminal de la glaciación tan joven, como la del Atuel, deberían ser conservadas en forma relativamente fresca, como las vemos descriptas en el trabajo de Caldenius. Las morenas terminales y laterales de la última glaciación en la Patagonia alcanzan alturas relativas respetables (hasta 200 m y más).

Frente a los magníficos paisajes patagónicos relacionados con la última glaciación, ¿qué se puede contraponer en la zona del Diamante, como término comparativo? Solamente algunos bloques aislados u otros elementos de juicio harto dudosos y susceptibles de llevar a interpretaciones de cualquier índole.

Groeber se da perfectamente cuenta de una discrepancia inexpugnable sobre la morfología glaciaria y las fases de retrocesos que resulta la última glaciación de Patagonia y la de Mendoza, pero exige (12, 100-101) infundadamente que se realicen nada más que nuevos estudios en la zona estudiada por Caldenius para poder relacionar los exactos datos de Patagonia con las tres inventadas etapas de retroceso que se “conocen” de Mendoza.

De tal manera, pues es evidente la no existencia de la última glaciación llamada del Atuel en la llanura pedemontana mendocina en la zona señalada por Groeber.

Ambas glaciaciones encauzadas de este autor en el ambiente del río Diamante pertenecen al grupo de especulaciones de oficina sin bases que se desploman solas al tocarlas con evidencias de campo.

En Mendoza existen acumulaciones morenicas, topografía concomitante bien conservada que se puede paralelizar con las dos últimas glaciaciones en el hemisferio norte, pero solamente en las mayores alturas de la Cordillera.

#### DETALLES

No me es posible rectificar todas las deformaciones que Groeber hizo al citar textos míos y de otros investigadores.

Así por ejemplo Groeber dice (12, 89): “Polanski publicó un artículo destinado a demostrar la inexistencia de un reenglazamiento de los Andes”. En verdad mi opinión es la siguiente (19), “debe descartarse cualquier englazamiento *mayor* de edad pleistocena de la serranía y con mayor razón de la zona pedemontana de Mendoza”.

Con el propósito de desacreditar mis suposiciones sobre eficacia del transporte de grandes bloques por ríos, crecientes deslizamientos y soliflucción, Groeber remitiéndose a su trabajo de 1931 efectuado junto con Pastore y al trabajo publicado por Harrington (14) alega el elocuente y conocido ejemplo del torrente de barro del “Volcán” en Jujuy. Según Groeber este torrente “trae, a más de barro bloqueitos de un diámetro hasta de 50 cm”.

A continuación transcribo la verdadera descripción de Harrington (14, pág. 158), con cifras que pueden compararse con las que le atribuye

buyó Groeber: “Las inclusiones varían en cuanto a tamaño desde granos pequeños hasta bloques enormes que miden más de cinco metros de diámetro y sobrepasan las 20 toneladas de peso. Bloques de 10 toneladas son bastante frecuentes”.

Teniendo entonces en cuenta que Groeber no quiso a tal vez olvidó de fotografiar y cinematografiar los bloques que en Jujuy han sido objeto de este transporte no glaciario, me creo en el derecho de no presentar, según el requerimiento de este autor, los “testigos oculares que hayan presenciado y cinematografiado el fenómeno” de llegada, sin intervención del hielo a la base de la Cordillera, de los bloques menores fotografiados por mí.

*Desgaste.* — Las cifras de Schoklitsch aducidas por Groeber (12, pág. 101) deberían atestiguar que los rodados han sido reducidos a la 1/30 parte del tamaño inicial ya después de haber sido transportados en el agua de un río en un trayecto de 111 km y a la 1/200 parte en 160 km del mismo transporte fluvial.

Basta abrir el manual de Pettijohn (13) donde están discutidas las cuestiones de desgaste para ver que no es así como lo presenta Groeber. El asunto es muy complicado y el desgaste no es un resultado de un solo factor, el de kilometraje, sino de distancia, dureza, velocidad de la corriente, duración del transporte, de la constitución de lecho del río, impacto, etc. “The effectiveness of abrasión in nature in size reduction of particles during transport is the subject of much controversy and uncertainty”, dice Pettijohn presentando en su tabla 119 las relaciones entre el diámetro de los rodados y la distancia de transporte según varios autores. Resalta por ejemplo, la reducción del diámetro en 50 % del inicial de los rodados recién después de haber sido transportados más de 100 km en el río Rhin. Asimismo Kaiser y Brinkmann (15, pág. 28) estiman que los rodados de rocas cristalinas y de cuarcitas pierden  $\frac{1}{2}$  de su volumen recién en el trayecto de 100 a 300 km y Groeber quiere reducir el tamaño de los bloques de las rocas cristalinas en el mismo trayecto a la 1/200 parte del tamaño original.

Además cúpleme anotar que las cifras del desgaste aducidas por Groeber podrían tener alguna aplicación para el desgaste producido durante un transporte fluvial pero no pueden pretender ser valederas para un desgaste durante las crecientes o avenidas subidas y de corta duración, durante las corrientes de barro y corrientes de tierra.

Es de lamentar que hasta la fecha no tengamos ningún dato sobre el desgaste producido por este transporte durante las crecientes o ave-

nidas. Por nuestra parte creemos muy probable que tal desgaste “crecencial” sea muy insignificante.

Los bloques grandes encontrados en Huayquerías deberán según este famoso cálculo tener el peso inicial de 13.500 toneladas que resultó de multiplicar el supuesto peso actual por el ficticio coeficiente de desgaste calculado para un río normal y exagerado trayecto de 100 km.

De este cálculo defectuoso sale otro cálculo erróneo de la creciente a razón de 108/km hora. Que es un fruto de “correcciones” de Groeber, efectuados sobre el cálculo de Irigoyen, el que en defensa de Groeber, computó para el transporte de un bloque de 450 toneladas desde la Cordillera hasta Lomas Puntudas una crecida de tales características: 512 m<sup>3</sup>/seg. con velocidad de 14,3 m/seg. ¿Son estas cifras ridículas? Veamos.

Soldano (23, pág. 107) describiendo el aluvión del río Mendoza dice: “esa avalancha, alcanzó en Cacheuta una altura de 15,00 m sobre el nivel anterior del río. Un caudal estimado en más de 3.000 m<sup>3</sup>/seg. avanzó durante varias horas a una velocidad de 20 km por hora”. Según el autor citado varios otros ríos mendocinos conducen avenidas de tal o parecida característica anualmente.

Un hermoso y elocuente ejemplo del acarreo “crecencial” presenta Trask, (25, 337) mostrando una foto de un bloque de 40 toneladas que ha sido arrastrado por una creciente del Dunsmuir Canyon, en California, que drena la superficie jamás englazada de unos 500 acres, o sea ¡sólo unas 202 hectáreas!

Sin embargo a pesar de los cálculos recién aducidos Groeber tiene todavía dudas subconcientes sobre el valor demostrativo de sus operaciones matemáticas diciendo: “No es posible llamar a la soliflucción en auxilio, porque ella necesita pendientes que se miden en grados y no en minutos y segundos que rezan para el declive desde la Cordillera al ambiente de las Huayquerías...” (12, 102). ¿Veamos si es cierto?

Según Irigoyen la distancia se avalúa en 75 km y no en 100 y la altura absoluta del lugar de los bloques es fijada en 868 m.

Los afloramientos más próximos del Primer Nivel en el borde oriental actual de la Cordillera Frontal distan de las Lomas Puntudas 70-75 km en términos medios. En el gráfico adjunto han sido reunidos los datos hipsométricos necesarios para computación más o menos exacta de la inclinación actual de la superficie del Primer Nivel entre la Cordillera y Lomas Puntudas.

Cordillera		Huayquerías		Desnivel	Inclinaciones del primer nivel en	
Lugar	Altura		Altura		%	Grados
Aguadita.....	2506	Lomas Puntudas	868 m	1638	2,2	1°10'
Cerro Yermal.....	2567			1699	2,4	1°20'
Río Carrera.....	2150			1292	1,8	1°
Santa Clara-río de las Tunas.....	2300			1432	2,0	1,9'
Manzano histórico.....	1900			1032	1,8	1°

De este gráfico resulta que la inclinación *actual* oscila entre 1° y 1°9' o sea se mide en grados y minutos y no en minutos y segundos, como lo afirma Groeber.

Parece, pues en base a lo expuesto que mis suposiciones sobre el transporte de grandes bloques en avenidas no son tan baladíes como los quiere pintar Groeber ya que existe el declive y la fuerza necesaria para transportar los bloques, lejos del borde morfológico de la Cordillera.

*Morena del Quemado.* — Groeber interpreta en forma incorrecta el afloramiento de los grandes bloques en las Huayquerías diciendo (12, 103) “en cuanto a la Morena del Quemado, Irigoyen manifiesta, que sus bloques no están encauzados como afirma Polanski sino que forman un enorme abanico, etc.”.

Evidentemente Groeber se ha olvidado de lo que publicó sobre este asunto hace dos años: “En las Huayquerías, el primer nivel está representado, según Irigoyen (com. epistolar) por material morénico de grandes bloques” (13, 87).

Este asunto no precisa ningunas aclaraciones más. Los bloques del Primer Nivel que yacen en la superficie no pueden ni confundirse con los de la formación del Quemado ni tampoco defender el supuesto carácter morénico de la última. Jamás he afirmado que los grandes bloques de Irigoyen han sido encausados, en cambio opinaba solamente que los bloques de la llamada Morena del Quemado podrían representar un antiguo cauce de un río relleno de bloques.

*Bloques de caras cóncavas.* — En mi contribución anterior me he opuesto a la aceptación del criterio de la concavidad de las caras de los bloques como un argumento en favor de su origen glacial. Con posterioridad Groeber procura debilitar mis argumentos con estas con-

sideraciones (12, 104),: “debe anotarse que la excavación cóncava corresponde a la roca viva, pero no a las piedras que se hallan en la batea, porque ellas son movidas constantemente, por el agua que cae y porque son ellas que elaboran la concavidad”.

Con respecto a este problema presento en la figura 2 dos bloques que provienen de la boca del río Tunuyán. Estos presentan varias caras cóncavas y surcos distintamente orientados, excavados por las aguas corrientes en una batea sin intervención de hielo y de los saltos.

Según mis observaciones se podría precisar de la siguiente manera el proceso de excavación cóncava en las bateas.

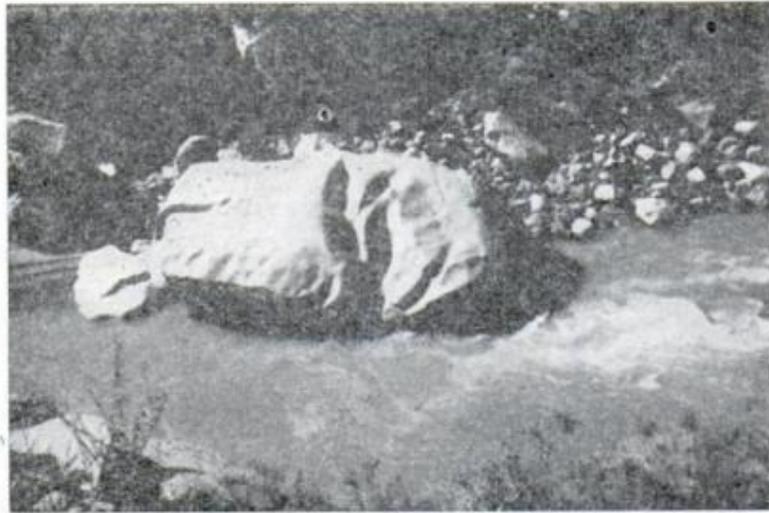


Fig. 2.—Bloque de caras cóncavas en la batea del río Tunuyán.

Los mayores bloques y pedregones de rocas ígneas que carecen de control estructural (diaclasas, lineación) dejados en la batea por la creciente o caídos de los paredones rocosos quedan durante algún lapso inmovilizados siendo expuestos a la abrasión por impacto, por desgaste y roce, por la corrosión, por el material de menor granulometría arrastrado por aguas y también por la acción misma de su corriente. Todos estos elementos producen en la superficie del bloque caras cóncavas y hasta surcos más o menos profundos cuando el chorro de agua corre por el bloque o choca lateralmente en forma más o menos continua.

Por cualquier causa, por ejemplo pérdida de equilibrio o por empuje de una nueva creciente, este bloque puede ser movido y otra vez inmovilizado en la batea cuando desapareció la causa de su movilización transitoria. En esta nueva posición se forman otras caras cóncavas y surcos que acusan nueva orientación (véase fig. 2). Los bloques

ya bastante reducidos en su tamaño, pueden formar posteriormente el pavimento de bloques, tal como lo describe Twenhofel (26, pág. 278): "Boulder that become fixed in position with finer sediments moving over them may become flattened or grooved by abrasión and etched. Boulders thus fixed in position constitute a natural boulder pavement". Este proceso progresiva de excavación cóncava termina cuando el tamaño del bloque ha sido reducido de tal manera que ya puede ser incorporado al movimiento más o menos continuo del río donde ahora desaparecen sucesivamente todos los vestigios de caras cóncavas y los últimos surcos y el bloque pasa a ser un rodado. Recién a partir de este momento el rodado está expuesto a la disminución por el desgaste, discutido por Schoklitsch.

Por lo visto creo haber evidenciado en forma aceptable que las caras cóncavas de bloques pueden producirse no sólo en saltos y glaciares sino también en las bateas de los ríos y por ello los mismos no sirven como prueba de un englazamiento. Estos bloques de caras cóncavas son bastante típicos para los ríos cordilleranos que tienen orillas escarpadas. Pueden encontrarse también en las llanuras pedemontanas traídas por la creciente o cualquier otro transporte natural.

*Asia Central y Mendoza.* — Al finalizar la discusión pienso que no hace falta discutir acá varias teleconexiones propuestas por Groeber, ya que tales analogías no tienen ningún valor como pruebas de legitimidad de los dos últimos supuestos englazamientos de la llanura pedemontana de Mendoza. Sin embargo no puedo pasar por alto tal expresión de Groeber (12, 106): "el clima extremadamente continental de Asia Central no impide que los glaciares alcancen 70 y 108 km".

Tal confrontación en una sola frase de dos hechos indudablemente probados pero incongruentes es una expresión sofística ya que un lector poco familiarizado con los problemas geográficos de esta zona remota, podría explicar la presencia de grandes glaciares en un clima extremadamente continental como un fenómeno completamente natural y común. Esta confrontación debería fortalecer los flojos conceptos del englazamiento de la penillanura mendocina, ubicada también en una zona muy seca y continental.

En verdad, los glaciares realmente grandes hasta quizás enormes de las montañas de Asia Central, no están en ninguna relación genética con el clima continental. Al contrario, ellos persisten a pesar del continentalismo, a causa de abundantes nevadas en las grandes alturas, debidas al desplazamiento de anticiclones atlánticos hacia el sur y

además a los antialicios, que traen la humedad tropical a esta atalaya montañosa, especialmente en el invierno (véase Gerasimov-Markov, Ficker y otros).

Pero tal circulación particular de masas de aire no se conoce de Mendoza.

¿Cuál podría ser el beneficio común de estas contraposiciones en el englazamiento de la llanura pedemontana mendocina?

En primer término, he puesto en claro las deficiencias en que Groeber ha incurrido en la aplicación de los métodos de investigación del problema. En segundo lugar las evidencias de campo, base para muchas afirmaciones que sostenían las tesis de los englazamientos de la llanura han quedado desvirtuados no sólo por mis observaciones, sino también por la de otros investigadores imparciales en esta polémica. En tercer término considero que se ha demostrado la preponderancia de la investigación de campo sobre las especulaciones de oficina.

Creo asimismo haber demostrado que el estudio del Cuartario del país no puede basarse en suposiciones, sin evidencias y aportes orales no controlados por los investigadores de mayor experiencia y por lo tanto de mayor responsabilidad. La exploración del Pleistoceno nuestro es de gran importancia económico-social y precisa urgentemente un grupo de investigadores especializados en la materia. La futura investigación debe ocuparse con lo que está en nuestro suelo, y no trasplantar infértil y forzosamente los esquemas del Pleistoceno del Norte, que violan nuestra realidad.

Como concepto final en estas observaciones, no puedo dejar de recordar al doctor Stappenbeck, quien hace ya muchos años observó y reconoció perfectamente bien la falta de englazamientos en la zona a que se hace referencia en este trabajo.

Las observaciones correctas son perennes y sobreviven a las interpretaciones transitorias.

LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

1. ANUARIO 1952. *Síntesis estadística y geográfico-económica*. Instituto de Investigaciones Económicas y Tecnológicas. Gobierno de Mendoza.
2. BOEHM, K. E. 1939. *Informe a los planos geológico-topográficos de la zona del Río Diamante en escala 1 : 100.000 y de la zona Cerro de La Brea-Río Diamante en escala 1 : 25.000*. Inédito. Y. P. F.
3. BRÜGGEN, J. 1950. *Geología*. Segunda edición corregida. Santiago de Chile.
4. CALDENIUS, C. *Las glaciaciones cuaternarias de la Patagonia y Tierra del Fuego*. Dir. de Min. Geol. Hidrol. Publ. N° 95. Buenos Aires.
5. CORTE, A. E. 1953. *Contribución a la morfología periglacial de la Alta Cordillera con especial mención del aspecto criopedológico (Laguna Diamante, Mendoza. 69°45' L. O. ; 34°10' L. S.)*. Anales del D. I. C. I. Mendoza.
6. DESSANTI, R. N. 1955. *Descripción geológica de la Hoja 27 c, Cerro Diamante*. Dirección Nac. Minería.
7. FORTI, A. 1944. *Posibilidades de fuerza motriz de los ríos andinos de la República Argentina entre los paralelos 31° y 36°*. Buenos Aires, Kraft.
8. GERASIMOV, I. P. Y MARKOV, K. K. 1939. *The Glacial period in the territory of U.S.S.R.*, Moscú.
9. GROEBER, P. 1947. *Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70. 2 Hojas Sosneado y Maipo*. Rev. Soci. Geol. Arg., T. II, 2.
10. — 1939. *Mapa geológico de Mendoza*. Physis, T. XIV, N° 46. Buenos Aires.
11. — 1953. *Alta Cordillera de Mendoza*. Publ. Mus. B. Rivadavia. Buenos Aires.
12. — 1954. *Bosquejo Paleogeográfico de los glaciares del Diamante y Atuel*. Rev. de la Asoc. Geol. Arg., IX, N° 2.
13. — 1952. *Glacial, Tardío y Postglacial en Patagonia*. Revista del Museo Municipal de Ciencias Naturales de Mar del Plata, Vol. I, Entr. 1.
14. HARRINGTON, H. 1946. *Las corrientes de barro « mud flows » de El Volcán, Quebrada de Humahuaca, Jujuy*. Rev. Soc. Geol. Arg., T. N° 2.
15. KAYSER-BRINKMANN. 1940. *Abriss der Geologie*. Stuttgart, 1940.
16. KÖPPEN, W. *Klimakunde I. Allgemeiner Klimalehre*.
17. KNOCHE, W. Y BORZACOV, V. 1947. *Clima de la República Argentina. Precipitaciones*. Geogr. de la Rep. Arg., T. VI. Gaea.
18. PETTJOHN, F. J. 1949. *Sedimentary Rocks*. New York.
19. POLANSKI, J. 1953. *Supuestos englazamientos en la llanura pedemontana de Mendoza*. Rev. Asoc. Geol. Arg., T. VIII, N° 4.
20. RODRIGO, F. 1949. *Levantamiento geológico de la Hoja I. G. M., Cerro Diamante*. Ejército Argentino, Dir. Gral. de Ingenieros. Inédito.
21. — 1948. *Levantamiento geológico de la zona limitada, al norte por el paralelo 34°20', al sur por el arroyo La Paja-Río Diamante, al este por el meridiano Cerro La Chilena, al oeste por la ruta nacional N° 10*. Tesis Univ. de Córdoba.
22. ROHMEDER, G. 1942. *La glaciación diluvial de los Nevados del Aconguija (Parte Austral)*. Univ. Nac. Tucumán. Monogr. del Inst. de Estud. Geográficos.

23. SOLDANO, F. A. 1947. *Régimen y aprovechamiento de la red fluvial argentina. Par-II. Rios de la región árida y de la meseta Patagónica*. Buenos Aires.
24. STAPPENBECK, R. 1917. *Geología de la falda oriental de la Cordillera del Plata (Prov. de Mendoza)*. An. Min. Agric. Sec. Geolog., T. XII, N° 1, Bs. Aires.
25. TRASK, P. R. 1950. *Applied Sedimentation*. New York.
26. TWENHOFEL, W. H. 1939. *Principles of Sedimentation*. New York.

Manuscrito recibido octubre 1956.