

REVISTA  
DE LA  
ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA

---

Tomo VIII

Octubre de 1953

Nº 4

SUPUESTOS ENGLAZAMIENTOS

EN LA LLANURA PEDEMONTANA DE MENDOZA

Por JORGE POLANSKI

RESUMEN

Desde hace tiempo se mantiene entre los investigadores un concepto, más bien equivocado, sobre grandes englazamientos repetidos, no sólo en la Alta Cordillera de Mendoza, sino también en la llanura pedemontana adyacente. Por otra parte, Stappenbeck y algunos otros, niegan cualquier englazamiento de esta llanura.

El autor, en base a su relevamiento geológico de la serranía y de la zona de pie de monte mencionada, somete al examen crítico las supuestas morenas, « eskers » y depósitos glacialacustres variados: negando por completo la existencia de cualquier depósito de origen francamente glacial en la zona pedemontana de Mendoza.

El único hecho que pudiera indicar el transporte por el hielo continental, sería la presencia de bloques diseminados en la llanura de pie de sierra, cuyos tamaños son algo extraños para un transporte áeico normal. Sin embargo, en los perímetros de la llanura falta por completo la topografía glacial y también otros criterios que podrían justificar la presencia del hielo continental en la zona pedemontana. La morfología de ésta es típicamente extraglacial.

La litología de esta zona llana se caracteriza por cuatro grandes niveles de agradación fluvial de arena eólica y loesses de variada edad, luego depósitos piroclásticos y depósitos de bolsones. La litología de la llanura aludida es periglacial y atestigua el dominio del clima destacadamente continental durante el Cuartario. Las precipitaciones han sido siempre muy escasas y la temperatura del verano elevada.

La llanura pedemontana mendocina está comprendida entre los paralelos 33° y 35°S; la posición latitudinal está en el alcance de la faja de la alta presión subtropical. Este conjunto de condiciones climáticas, geográficas y físicas excluye no sólo un englazamiento total de la zona pedemontana sino también de la serranía. Según datos aportados por Stappenbeck y el autor, la altura de la neviza de la última glaciación no bajó los 4200 m y ninguna lengua glaciaria los 2700 m. Ni una sola lengua salió de la montaña a la llanura pedemontana.

Para poder justificar la existencia de una lengua del glaciar de 100 km de largo, encajonada en el valle del río Diamante en la zona pedemontana (Groeber) debería calcularse más de 12 a 15 metros de precipitaciones anuales en la zona de alimentación, calculados en el agua. Pero tal caudal para una zona de alta presión subtropical y para cualquier lugar del mundo, es un absurdo.

El autor niega por completo cualquier englazamiento de la llanura pedemontana de Mendoza. No existen en la zona indicada ni la « glaciación del Diamante » (*Riss*) ni tampoco la « glaciación del Atuel » (*Würm*) señaladas recientemente por Groeber.

Finalmente se examina la posibilidad de un englazamiento de origen tectónico de edad pliocena con un resultado negativo.

En lo que respecta a la presencia de los grandes bloques en la zona pedemontana, el autor supone la acción de crecientes catastróficas en condiciones de soliflucción, que dejan en los canales que surcan en la superficie acentuada de los conos de deyección, una carga de grandes rodados (río de bloques = stone river).

## INTRODUCCIÓN

El objeto principal de esta contribución es el examen de las tendencias actuales que rigen en la cuestión de los englazamientos en la llanura pedemontana mendocina y una tentativa de resolver esta cuestión en forma definitiva.

Cada polémica es siempre ingrata, pero útil e inevitable cuando se trata de un conflicto de ideas directamente opuestas que están en el centro de actividades científicas y prácticas. Quiero subrayar que en nuestro caso no existe absolutamente ningún conflicto personal, sino las diferencias en la interpretación de observaciones y discrepancias en criterios empleados hasta la fecha en el estudio del Cuartario pedemontano de Mendoza.

La Dirección Nacional de Minería está ahora levantando las hojas geológicas de la Alta Cordillera de Mendoza y de su llanura pedemontana. Justamente en estos terrenos los depósitos cuartarios juegan un papel importante.

Aparte de esto se proyecta efectuar relevamientos y estudios hidrogeológicos de la misma zona. Para esta tarea se precisa una aclaración total de las cuestiones principales de la estratigrafía del Cuartario, ya que las reservas de agua disponibles y económicamente alcanzables se hallan en distintos niveles de los potentes y diversificados depósitos cuartarios.

En concreto, el conocimiento de los depósitos glaciales, glacialacustres, glacialfluviales y de fanglomerados de la llanura de pie de sierra, es imprescindible para una solución total del problema de las aguas subterráneas de esta estructura.

El autor se atreve a esta discusión en base al conocimiento de la bibliografía publicada y también inédita, y asimismo, merced a los materiales recogidos por él mismo en los últimos cuatro años de trabajos sistemáticos, levantando para la Dirección Nacional de Minería las hojas geológicas : 24 *b* (Cerro Tupungato), 25 *a* (Cordón del Portillo Argentino) y 26 *c* (La Tosca). Además ha participado en algunos trabajos hidrogeológicos en la zona pedemontana de la Provincia de Mendoza.

#### ANTECEDENTES

En el año 1897 Bodenbender emitió la conocida opinión que el conglomerado del cerro de la Gloria en Mendoza representa una verdadera morena de fondo. Así nació el concepto de un englazamiento de pie de sierra en Mendoza que persiste en la literatura geológica hasta la fecha (véase : Mapa geológico de la Dirección Nacional de Minería de 1950).

Una posición destacada en favor de una amplia glaciación en la llanura pedemontana mendocina ocupa A. Tapia (1935) con sus : « varves glacilacustres y verdaderas acumulaciones morénicas, que en forma de «esker», pueden observarse a lo largo de este valle (Tunuyán) en distintos puntos, se encuentran en Fuerte San Juan al sur de San Carlos y en el mismo camino carretero de San Carlos a San Rafael ». Los grandes rodados de esta comarca son, para el citado autor, erráticos y de origen glacial.

Cuatro años después Groeber (1939) opina lo siguiente : « Las morenas cuartarias correspondientes a diferentes glaciaciones se extienden fuera de la Cordillera propiamente dicha al antepaís oriental como en los casos de los valles de los ríos Tunuyán, Yaucha, Diamante y Atuel, donde alcanzan hasta las Huayquerías y hasta la Sierra Pintada, ubicada a unos 60 km de distancia al este del pie de la Alta Cordillera ».

Luego, Dessanti (1946) halló en el ámbito de las Huayquerías de San Carlos a una distancia considerable (más o menos 60 km) del borde morfológico oriental de la cordillera, un depósito con grandes bloques al que designó con el término de « Morena del Quemado ». Esta morena está cubierta por la « Formación de la Represa » y la de la « Bajada Grande ». Todas estas formaciones fueron dobladas en forma de braquianticlinales, siendo éstos cortados luego por un plano de erosión y cubiertos en discordancia angular por el Primer Nivel de pie.

Dessanti rebajó el límite stratigráfico entre el Cuartario y el Plioceno por debajo de la « Morena del Quemado », porque conservando este límite por debajo del Primer Nivel, no podía ubicar la « Morena del Quemado » en el Cuartario.

Entre los adherentes del englazamiento del antepaís, figura también Rodrigo (1948), extendiendo los depósitos de glaciares hasta el Cerro Diamante y Pareditas. Entre los elementos de origen glacial figuran : « lenguas de depósitos glaciales, morenas en acumulaciones paralelas constituidas por una acumulación desordenada y caótica de bloques con caras lisas y contornos angulosos o suavemente redondeados alternando con material detrítico más fino ; la morfología de los valles hasta Paso de las Salinas es además manifiestamente glacial : valles con forma de U achatada ».

This One



J8W3-GX1-23PD

Finalmente, Padula (1949) encontró cerca de Nihuil un depósito clasificado por él como « Conglomerado Glacial de Los Cerritos », paralelizándolo con la « Morena del Quemado ». En este depósito se encuentran rodados estriados que no sobrepasan los 25 cm de diámetro. Se asientan sobre los estratos de Huayquerías (Araucaniano) y están cubiertos por el Primer Nivel de pie. Herrero Ducloux (1949), en su resumen crítico es muy precavido con respecto al « Conglomerado Glacial de los Cerritos », diciendo : « En el estado actual del conocimiento de esta región no es posible aún llegar a una conclusión al respecto, por lo que nos limitamos aquí a este planteo esquemático del problema ».

En los últimos meses apareció un nuevo trabajo de Groeber (1952), en el cual este meritorio e infatigable investigador de Mendoza y Neuquén, sostiene su posición anterior respecto a las glaciaciones de la llanura de pie de sierra de Mendoza. Groeber no sólo quiere cubrir grandes áreas pedemontanas con hielo continental sino también discriminar, en la zona pedemontana de Mendoza, tres glaciaciones cuartarias de distinta edad. Así por ejemplo, un glaciar encauzado con su morena de fondo, alcanzó el Paso del Agua del Toro en el nacimiento del Cerro Diamante, cuya lengua debería alcanzar la longitud de 100 km.

Las morenas aparecen, según Groeber, en gran escala en el arroyo de Papagayos y de Yaucha. La penúltima glaciación de pie de sierra de Mendoza lleva la denominación « Glaciación del Diamante » y la última « del Atuel ».

Cerrando esta reseña de ideas de los partidarios de grandes englazamientos de la llanura de pie de sierra de Mendoza, no puedo pasar por alto un hecho importante. La mayoría de los autores no describen en forma precisa y correcta la supuesta litología y morfología glacial limitándose a la enumeración de términos generales y dedicándose a extensas correlaciones y teorías. La falta de observaciones concretas obstaculiza el control de conclusiones. Únicamente se encuentran descripciones y material concreto en el trabajo de Dessanti (1946).

Ahora séale permitido al autor resumir las opiniones e ideas opuestas de un grupo reducido de investigadores que niegan cualquier englazamiento de la llanura pedemontana de Mendoza.

Stappenbeck levantó, en el año 1912, el mapa geológico del Cordón del Plata cuyas alturas alcanzan la curva de nivel de 6000 m. Transcribo a continuación el dictamen de Stappenbeck sobre las glaciaciones: « En la Cordillera del Plata... solamente los circos glaciales y las partes superiores de las quebradas contienen morenas, cuyo resto más hondo y todavía dudoso hallé a una altura de 2.600 metros en el valle del río Blanco. Por lo común las morenas terminan ya algunos cientos de metros más arriba. Cierto es que ya ha sido destruído algo y que mucho material de morenas ha sido transportado junto con desmoronamiento

a las regiones más bajas de la Cordillera y a los conos de deyección, pero, según mis observaciones, los antiguos ventisqueros pueden haber llegado cuanto más hasta 10 kilómetros más afuera que los actuales, es decir, no han pasado la parte superior de los valles ».

En el año 1917 Stappenbeck confirmó su opinión anterior: « Es evidente que también la antigua glaciación ha sido muy poco importante. Resulta... que la falda oriental de la Cordillera del Plata ha sufrido casi solamente una glaciación de circos glaciales, cuyos restos escasos vemos hoy día ». Estas observaciones están en armonía completa con las de Keidel en la Cordillera del Tigre y las de Schiller en la Alta Cordillera, en la región superior del río Mendoza. « El límite de la nieve tenía tanta altura que la Pre-cordillera que alcanza hasta 4000 m. no ha sido glaciada en ningún punto. Frente a estos hechos no podemos mantener la opinión de exploradores anteriores, que creían en una glaciación en los mismos alrededores de la ciudad de Mendoza ». « Tengo especial interés en explicar este punto, porque justamente para esta región de Mendoza, las enormes acumulaciones puramente fluviales han sido explicadas como depósitos glaciales ».

Sería oportuno recordar en este lugar, que Storni (1933 y 1934), examinando el cañadón del Río Diamante y sus tributarios aguas arriba del Cerro Diamante, y en la cuenca de Yaucha y Papagayos, no ha encontrado en estos parajes nada de topografía y litología de origen glacial. También en el relevamiento de Torres (1948) efectuado en el arroyo de Papagayos y de Yaucha no ha encontrado nada de depósitos glaciales, sólo depósitos fluvio-glaciales y conos de deyección aterrizados.

Concluye el grupo de oponentes al concepto de englazamientos, Feruglio (1935), que atribuye los grandes bloques de las Huayquerías de San Carlos al transporte puramente áqueo excluyendo el transporte por el hielo continental.

#### DEPÓSITOS APARENTEMENTE GLACIARIOS DE PIE DE SIERRA

Pasando a la consideración detallada de supuestos depósitos de origen glacial de la llanura pedemontana, el autor se siente obligado a detenerse en primer término en el problema de los « grandes bloques ». Estos bloques diseminados entre la Cordillera y las Huayquerías de San Carlos fascinan a los investigadores como si fuesen las seguras y suficientes pruebas de un englazamiento. Mientras tanto, siendo ellos usados como criterio único y en el ambiente de pie de gran montaña, pierden su poder demostrativo por completo.

Si bien es cierto que algo de acumulaciones y de formas de origen

glaciar podría ser destruído por la erosión, no cabe la menor duda que en ningún caso podemos suponer que todo, menos los grandes bloques, ha sido eliminado. Tan enorme y radical evacuación y destrucción de los remanentes de un englazamiento no se conoce ni en condiciones del clima húmedo del antepaís de los Alpes, donde se han conservado remanentes de todas las glaciaciones cuartarias. En Mendoza, en condiciones de clima seco hasta semidesértico, la erosión fué demasiado débil para poder borrar todo de la supuesta glaciación pedemontana, con excepción de los grandes bloques.

Los grandes « bloques erráticos » de Tapia en los alrededores de Pareditas yacen en la terraza baja, son entonces jóvenes y no pueden ser de mayor edad que la última glaciación de la Alta Cordillera. Los bloques son grandes ( $4,0 \times 2,0 \times 2,1$  m), sin embargo los mayores son de ignimbrita, roca piroclástica relativamente liviana. Ninguno de estos bloques tiene estriación glacial. En el ambiente de los grandes bloques no existe en absoluto ningún indicio de la presencia de topografía glacial. Los mismos yacen en la superficie de la terraza fluvial de Yaucha y de Papagayos justamente en el trayecto en el cual ésta pierde su inclinación y pasa al fondo subhorizontal del Bolsón de Tunuyán.

Según una conocida expresión de Supan, el hemisferio sur se diferencia del septentrional por el mayor desarrollo de las fuerzas físicas. En nuestro hemisferio los vientos, las corrientes, el volcanismo y las crecientes, son fenómenos mucho más potentes alcanzando a veces dimensiones y vehemencias gigantescas.

Tuve oportunidad de ver algunas crecientes de Mendoza que actuaban sobre los conos pedemontanos.

En la salida de los ríos relativamente chicos he visto bloques traídos por creciente cuyo peso sobrepasaba 200 y aún 300 toneladas (fig. 1). Para una creciente o una avenida catastrófica como la del río de Mendoza del año 1934 todavía no existe ningún canon del tamaño de bloques arrastrados. Pero esta enorme fuerza puede desarrollarse junto con la soliflucción del fango y otras condiciones que favorecen el transporte y arrastre áqueo en la zona periglacial.

El fenómeno de la creciente de Mendoza es todavía un gran interrogante, que espera a su investigador.

Se lee a menudo que no existe otra aclaración sobre la presencia de grandes bloques en la llanura que el transporte por el hielo continental. Tal aserto es metodológicamente inadmisibile y resulta de la insuficiencia de conocimientos y estudios del Cuartario de la zona pedemontana de la Provincia.

La estriación de bloques y de cantos rodados es uno de los varios criterios en favor de un englazamiento, pero no puede ser usado jamás como único criterio concluyente, ya que existe también una estriación

eólica, estriación por deslizamiento y derrumbes y finalmente, estriación en brechas tectónicas.

Por otra parte, la falta sistemática de estriación en los rodados y bloques de un nivel de agradación de extensión regional es un argumento bastante concluyente en contra del origen glacial de ellos. No he encontrado en la bibliografía de la zona periandina de Mendoza ni una sola descripción de bloques estriados.

De origen todavía dudoso es la supuesta estriación glacial de grava gruesa del « Conglomerado de los Cerritos ».

Algunos autores procuran fortalecer sus conceptos del englazamiento en la zona pedemontana, con la presencia de « bloques facetados, bloques de caras lisas y contornos angulosos, etc. ». Sin embargo, tales criterios no son ni exactos ni objetivos y por eso no pueden compensar, en nuestra zona la falta de estriación glacial. Uno de los autores asigna al « conglomerado de Mogotes » el origen glacial por el siguiente razonamiento : « en muchos bancos aparecen grandes bloques... de caras cóncavas que atestiguan la intervención del hielo en su desgaste y acarreo ». Sin embargo, ¿ cuántos bloques de « caras cóncavas » hay en los saltos, cataratas, cascadas y en el acarreo de los conos de deyección ?

La falta de estratificación y la constitución « caótica » de los componentes psefíticos de un depósito no es tampoco un criterio terminante en favor del origen glacial, ya que tales características son comunes en los depósitos de los deslizamientos, depósitos de los taludes y de la solifluación.

Sería conveniente no repetir grandes errores de geólogos de España, los cuales calificaban al fanglomerado de los conos de deyección como verdaderas morenas, en los alrededores de Madrid y de Granada. ( Véase : Fossa-Mancini ).

Varios autores denuncian haber visto morenas en la faja subandina de Mendoza, según ellos : « Las morenas se disponen en acumulaciones paralelas, de contornos redondeados muy suaves, orientadas de poniente a naciente con alturas de 30 a 50 metros y descienden gradualmente al Este ». Aparentemente, entonces sería una morena terminal con detalles. El otro investigador denuncia la existencia de morenas en gran escala en Yaucha y Papagayos.

Con motivo del relevamiento de la Hoja 26c, el autor subió por primera vez la Loma Grande de Yaucha (fig. 3) y le impresionó una acumulación « caótica » de grandes bloques, la cual está cerrando una depresión aparentemente central rellena por un enorme cono de deyección. Este conjunto de formas parecía totalizar una parte del aparato terminal de una lengua glacial.

Pero no es así. En primer término pude comprobar que la acumulación de bloques y cantos rodados no representa una morena terminal ni

en sentido litológico ni tampoco morfológico. Los bloques coronan un zócalo fallado construido por las riolitas pérmicas. Falta por completo la transición de la morena terminal hacia el abanico fluvio-glacial. Frente a la supuesta morena terminal no existe en la montaña adyacente una cuenca que hubiera podido abastecer la zona pedemontana con hielo. En las salidas de la montaña se ven formas típicas de valles en forma de « V » y jamás valles remodelados por la acción del hielo.

Lomas y lomitas semejantes encontré a lo largo del borde geomorfológico de la Cordillera Frontal desde Loma Grande hasta el río de las Tunas. Ellas constituyen remanentes de erosión de un banco de falla (Fault benches en Lahee, 1941) del Cuartario medio. Todos tienen en su base rocas pretriásicas y en la corona una acumulación de bloques que, por nuestra parte, creemos probable que represente una parte del antiguo cono de deyección del Primer o del Segundo Nivel de pie.

Lawson denominó el borde externo del banco de falla que se asemeja a una loma monticulosa como « *kernbut* » y a la comba interna « *kerncol* ». Así, a lo largo del borde oriental de la Cordillera Frontal de Mendoza existe un « *kernbut* » de banco de falla coronado por rodados del Segundo Nivel de pie y en el « *kerncol* » un cono de deyección posterior a la formación del banco de falla. De este modo, la supuesta morena frontal tiene otra explicación.

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 confundibles las morenas de fondo con los depósitos de la soliflucción periglacial de las crecientes y de los deslizamientos.

En el perímetro de la llanura pedemontana mendocina existen varios islotes y remanentes del Primer y Segundo Nivel de pie de sierra constituidos por rodados y bloques. Cuando estos remanentes sobresalen por encima de la superficie de un cono de deyección posterior imitan bastante bien la topografía glacial, es decir, una morena (fig. 2).

Otros investigadores confunden un antiguo terraplén longitudinal del río con morenas, que se disponen en acumulaciones paralelas, « orientadas de poniente a naciente ».

Tales terraplenes son fenómenos comunes especialmente cuando la red de drenaje es playa y los cauces están poco sumergidos en la superficie de un cono de deyección y cuando en los canales corren las aguas salvajes de las avenidas.

Finalmente, para terminar con las supuestas morenas de pie de sierra tenemos que dar una ojeada a los mapas respectivos. El material cartográfico disponible muestra « morenas » sólo entre el río Diamante y la cuenca de Yaucha y Papagayos; faltan morenas en el sur de la llanura pedemontana (Departamento Pte. Perón) y también en el norte, desde

la boca del río Tunuyán hasta el límite con San Juan, justamente frente a los cordones más altos y en las salidas de ríos más grandes, que son: Tunuyán, Tunas, Mendoza y San Juan. Esta discrepancia no tiene explicación satisfactoria. Uno de los investigadores dice: «la menor altura de la cordillera del sur de la Provincia ocasionó una disminución del englazamiento, las masas de hielo procedentes del interior de la Cordillera no se extendieron más allá del valle longitudinal de río Grande, que no fué ni siquiera alcanzado en muchos casos».

Precisamente, lo único seguro de esta consideración es el hecho de que los glaciares no pasaron más al naciente del valle longitudinal del río Grande y no alcanzaron la zona pedemontana; todo lo demás es una suposición poco verosímil ya que cualquier glaciación no es una función simple de la altura de la montaña sino de precipitaciones y de la temperatura. Además, en nuestro caso, la menor altura de la montaña en el sur de la Provincia podía ser fácilmente compensada por la mayor latitud.

Resumiendo, llegamos a la siguiente conclusión: la ubicación de morenas en el centro de la zona pedemontana de Mendoza fuera de las salidas de grandes ríos en la llanura es, a simple vista, un grave error de interpretación de observaciones superficiales o insuficientemente controladas.

En la llanura pedemontana comprendida entre el río Diamante y Mendoza no he encontrado, al levantar las hojas geológicas, ningún «boulder clay», ninguna morena, ni terminal, ni lateral, ni de fondo.

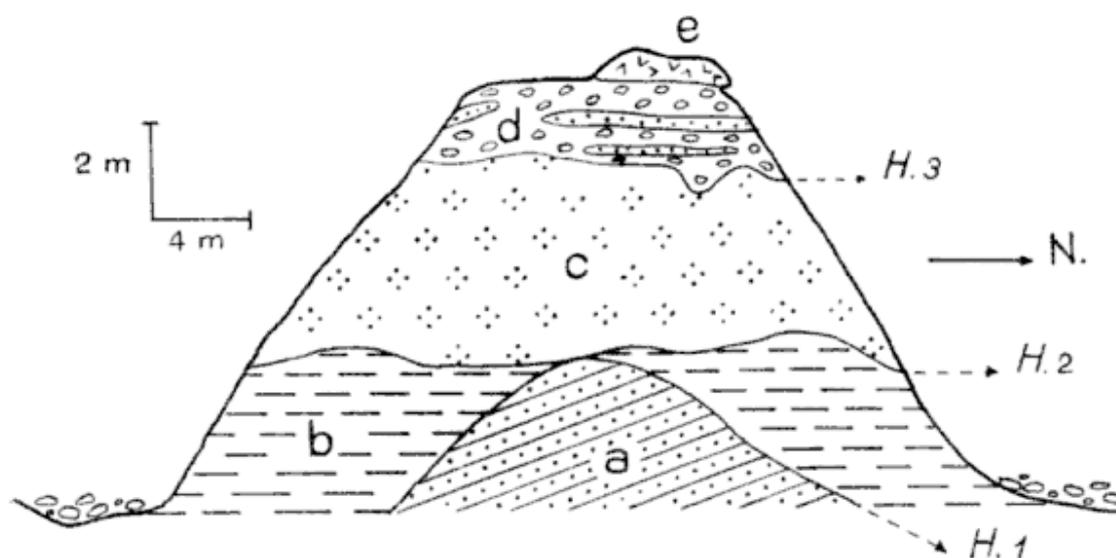
Ahora, una corta aclaración respecto a los supuestos «eskers». Un legítimo «esker» en la zona pedemontana sería una prueba suficiente de englazamiento. Visité la zona indicada en la literatura, comprendida entre el arroyo Carrizal y el río Estacada o el «abanico de Anchoris». Pasando en un vehículo por la Ruta Nacional n° 40, cruzamos varias veces lomitas chatas y alargadas en el sentido longitudinal, sembradas abundantemente por grava mediana hasta fina como si fuesen depósitos de agua en túneles subglaciales. Pero un corto examen aclara la verdadera faz de este depósito.

En realidad se trata de formas parecidas a «eskers» debidas a la erosión y redeposición de gravas del Araucaniano. Como es sabido, esta formación está constituida por bancos alternantes de areniscas y limos tobáceos rosados y de grava fina, levemente plegados o dislocados. En varios cortes de ferrocarril entre Anchoris y la Estacada se ve claramente que la superficie de la parte baja del abanico de Anchoris ha sido sembrado por capas de ripio y grava terciaria redepositada. Cuando esta superficie ha sido disectada por la red de drenaje paralela entre sí, quedaron en las divisorias, lomitas alargadas constituidas por limos araucanianos y ripio araucaniano redepositado en su corona.

Existen también en las divisorias, lomitas de grava que cubren un

loess cuartario (Perfil 1) y que se han producido de manera semejante. En el Cuartario se depositó sobre la superficie erosionada del Araucaniano un estrato loessoide, el cual luego ha sido cubierto por una capa de ripio araucaniano redepositado que proviene de la parte alta del abanico en el poniente. Con posterioridad todo ha sido disectado por la erosión y los rípios redepositados en la corona de lomitas simulan los « eskers » pero no lo son.

Luego pasaremos a la consideración de los supuestos depósitos « glacialacustres estratificados de régimen francamente glacial, es decir arcillas bandeadas con varves » en la misma zona.



Perfil 1. — Un supuesto esker : a. Araucaniano ; b. Arcilla (loess alterado) ; c. Loess joven ; d. Capa de grava araucaniana redepositada en el Cuartario ; e. Ceniza volcánica blanca ; H, hiatus.

Así por ejemplo, en la cuenca del Arroyo Carrizal no hay ningún sedimento ni glacialacustre ni siquiera lacustre. La cuenca está rellena por depósitos finos de origen eólico, son varios loesses de distinta edad. Algunos antiguos loesses sufrieron una profunda alteración en condiciones lagunares o halmirolíticas. El loess pasó a una arcilla verdosa (ferrosa) explotada en Carrizal para la fábrica de tejas. Los depósitos lagunares son muy delgados y cubren siempre un área muy reducida.

Las supuestas arcillas de varves que se mencionan en el valle del Arroyo de Estacada son en realidad depósitos de una cuenca cerrada o laguna muy playa constituidos por bancos y lentes de arcilla azulada (loess redepositado en ambiente húmedo) de arena con intercalaciones de turba y bancos de una marga de prada típica que lleva varios individuos de *Littorinidea* y de *Planorbis*. Hay también horizontes humíferos que corresponden a un período de desecamiento de la laguna. Los depósitos son típicamente de una laguna intermitente en condiciones climáticas muy parecidas a las actuales, es decir, interglaciales. No tienen nada que ver con los depósitos glacialacustres y varvados.

Algunos exploradores de la zona pedemontana de Mendoza quieren ver elementos menores, geomorfológicos, del englazamiento como por ejemplo « valles con forma de U achatada y valles colgantes ».

Como es ya bien sabido, los valles con forma de U existen en la zona de erosión glacial, es decir en la montaña y, en ningún caso, en las llanuras pedemontanas, donde domina la acumulación glaciaria. Fuera del cañadón del río Diamante no existen condiciones ni para formación ni para conservación del valle en U. El valle del río Diamante es un cañón con un perfil transversal semejante a una U, pero de distinto origen.

Esta forma es típica también para los ríos rejuvenecidos por un levantamiento fuerte en condiciones de un clima seco o semiárido, como por ejemplo, el cañón del Colorado en U.S.A. Este concepto atestigua (ver nuestra zona) también el material ilustrativo en los trabajos de Storni (33).

Los valles colgantes se encuentran a menudo en la zona subandina, pero este fenómeno es típico no sólo para el relieve glacial sino también para cualquier relieve joven, producido por el ciclo normal en condiciones de un clima semiárido o árido (Hinds). Así por ejemplo, en el perímetro del Bloque de San Rafael, los tributarios de las quebradas principales, que conducen grandes masas del agua de las crecientes, son por lo general valles colgantes y sin embargo están fuera del alcance del extremo del supuesto englazamiento de la llanura de pie de sierra.

Resumiendo la parte analítica de esta contribución llegamos a la conclusión negativa respecto a la existencia de acumulaciones y formas erosivas de origen glacial. Los partidarios del englazamiento cuartario de la llanura de pie de sierra no han aportado materiales concretos y cuidadosamente examinados en favor de sus conceptos. Se trata más de impresiones pasajeras que de hechos objetivos. A veces se nota lamentablemente, también, poca familiarización con la sedimentología y morfología glacial.

La completa insuficiencia de los criterios aludidos respecto al englazamiento de la zona pedemontana de Mendoza, le parece al autor haberla demostrado.

#### CONSIDERACIONES SOBRE EL CLIMA Y LAS POSIBILIDADES DEL ENGLAZAMIENTO DE LA LLANURA PEDEMONTANA DE MENDOZA DURANTE EL PLEISTOCENO

Las glaciaciones climáticas del Cuartario son fenómenos mundiales y, como parece, sincrónicos en ambos hemisferios.

La inclinación de la elíptica durante el Pleistoceno no ha cambiado más de 1° a 2° en comparación con la actual ( $\varepsilon = 23^{\circ}27'$ ), la posición

latitudinal de la provincia de Mendoza respecto al ecuador quedó casi igual a la actual. De otra manera, según Groeber, la Alta Cordillera de Mendoza ha sido elevada a las alturas grandes ya en los fines del Plioceno. Por lo tanto no existen argumentos fundados para poder suponer un cambio fundamental en la circulación de la atmósfera especialmente del sistema de vientos de Mendoza durante el Cuartario.

¿Qué podría entonces provocar no sólo el englazamiento de la alta montaña sino también de la vasta zona pedemontana de Mendoza ?

En base a los estudios de los complejos problemas del Cuartario en todo el mundo, estamos ahora en condiciones de inferir que el aspecto climático total de los englazamientos puede ser explicado como un resultado de los períodos que se caracterizan por la menor radiación solar durante el verano y mayor en el invierno (Milankovitch-Ebert-Soergel-Zeuner).

En las zonas áridas o semiáridas semejantes a la de Mendoza, no existen condiciones favorables para un englazamiento a pesar de la gran altura y de la temperatura muy baja como lo prueba la falta de englazamientos cuartarios y actuales en las sierras de la Tierra de Peary (1500 m), situadas en el extremo norte de Groenlandia (84°N) y también en cordones altísimos del Tibet y Transhimalaya.

El área del supuesto englazamiento cuartario pedemontano de Mendoza está comprendido entre el 33° y 35° de latitud y no sobrepasa los 800-1000 m de altura absoluta. En casi iguales condiciones físico-geográficas se halla la zona mediterránea de África, Siria, Irán e Irák.

No existe en el mundo entero un lugar que, en tales condiciones físico-geográficas, haya tenido un englazamiento cuartario de importancia en la montaña y, con mayor razón en la zona pedemontana.

Para poder aclarar en forma más o menos satisfactoria cualquier englazamiento de importancia en tales condiciones geográficas, sería ineludible mostrar un enorme aumento de precipitaciones invernales en la zona de alimentación y una gran baja de temperatura en el verano en la zona pedemontana, zona del derretimiento del glaciar.

Es cierto que, durante las glaciaciones, hubo un desplazamiento de fajas húmedas de mediana latitud hacia la zona seca de alta presión subtropical, y una remoción, en el mismo sentido, del camino de los ciclones. En nuestro caso tal remoción ha sido de valor muy relativo, no sólo por la latitud sino también por la altura de la serranía, que separa la llanura pedemontana del Pacífico y distancias del Atlántico. No hay indicios de tal gran cambio en la circulación de la atmósfera, que podría justificar un enorme aumento de precipitaciones invernales.

Pero aparte de esto podría haber influido otra causa desconocida en el aumento de precipitaciones durante las repetidas épocas glaciales.

pero ésto debería forzosamente reflejarse en la fuerte depresión de la altura de neviza (el límite de la nieve) en la Cordillera.

La altura actual de neviza o de la nieve persistente en el Cordón del Portillo, según Forti (1944) se halla a unos 4300-4400 m de altura, y en el Cordón del Plata a 4500 m aproximadamente. En realidad estas cifras corresponden a un ciclo de años húmedos. Durante los trabajos del autor en la Alta Cordillera, en los años 1950-1953, la altura de la neviza en esta zona oscilaba, según su exposición, entre 4700 y 5000 m. Estamos también en condiciones de determinar la altura de la nieve persistente durante la última glaciación en base a la altura de los fondos de los circos glaciales correspondientes. Según Stappenbeck (1917) el circo glacial más bajo de la última glaciación del Cordón del Plata no baja los 4200 m y los circos del Cordón del Portillo no bajan los 4200-4400 m.

Así en concreto, la depresión máxima de la altura de neviza para la última glaciación se calcula satisfactoriamente exacta en 600 m término medio. En realidad una depresión relativamente muy baja en comparación con la depresión de 1200 m, establecida para las áreas húmedas. Es insignificante para esta montaña tan alta.

Las cifras aportadas están en completo acuerdo con la siguiente regla general: en las zonas de gran altura de neviza actual, la depresión, durante las épocas glaciales era pequeña, e inversamente la depresión era grande en las zonas de poca altura de la neviza actual (Escandinavia, Alpes; véase: Gerasimov-Marcov).

La gran altura de la neviza actual y también de la última glaciación en la Alta Cordillera de Mendoza tiene su aclaración totalmente exhaustiva en el continentalismo persistente del clima de la serranía. Los fenómenos del englazamiento de la alta Cordillera de Mendoza son perfectamente comparables con los de Tien-Tshien y de Pamir en el corazón del Asia Central.

La gran altura de la neviza actual en la Cordillera Alta, es consecuencia de la elevada temperatura del verano y de las pocas precipitaciones invernales. Durante los veranos de 1951-1952-1953 el autor ha medido con frecuencia las temperaturas del aire de mediodía en alturas entre 3800 y 4200 metros y en los alrededores de los glaciares. Los valores promedios obtenidos oscilaban entre 20° y 23°C. Al mismo tiempo las temperaturas del mediodía en la zona pedemontana oscilaban entre 30° y 35°C. ¡ Es la zona de viñas, nogales y olivares !

Las muy elevadas temperaturas del verano en el año 1953 hicieron desaparecer casi por completo la cubierta nival del Cordón del Portillo.

Las precipitaciones de la zona son escasísimas, en la zona pedemontana caen 180-200 mm y en la serranía 200-400 mm anuales medidas en el agua.

En resumen, es el aspecto de un clima destacadamente continental y hostil a cualquier mayor englazamiento.

Según cálculos y suposiciones de Forti (1944) existe en la Alta Cordillera una zona muy estrecha de cumbres mayores de 5000 m en la cual debería caer 2000 mm de precipitaciones anuales. Esta zona muy reducida es el área de alimentación de los actuales cortos y contados glaciares y ventisqueros (campos de neviza) en la serranía. En la altura actual de la neviza se derrite entonces 2000 m de la nieve calculados en el agua y en la altura de la neviza de la última glaciación, que se estima en 4200 m, caían también 2000 mm. Este fenómeno era producido por la disminución de la temperatura promedio anual que se calcula en base al conocimiento de la climatología del Cuartario en 4°C solamente.

No debe entonces, ponerse en duda, por cuanto son conocidas cifras aproximadas, que el aumento de precipitaciones y la disminución simultánea de la temperatura en la Alta Cordillera durante la última glaciación han sido de todas maneras, moderadas. El área de la alimentación de los glaciares de la última glaciación ha sido delimitada por la curva de nivel de 4200 m.

Comparando la muy reducida, pero bien definida superficie de la zona de alimentación con el área exorbitante del supuesto englazamiento de la restante serranía y de la llanura pedemontana, resalta evidentemente una enorme desproporción entre ambas, la que no tiene ninguna explicación probable.

En los Alpes, en condiciones de un clima húmedo, el valor del derretimiento en la altura de la neviza de la última glaciación se calcula ahora en 12-15 m de nieve (calculado en agua).

No debe ponerse en duda de que en la zona pedemontana de Mendoza en condiciones de un clima continental y además en alturas que se hallan unos 3000 m por debajo de la neviza de la última glaciación de la Alta Cordillera, este valor sería doble calcularlo en el doble o sea en 24 a 30 metros anuales. Pero teniendo en cuenta la disminución de 4°C de la temperatura promedio del verano durante la última glaciación, aceptemos para la zona subandina como valor mínimo del probable derretimiento 12-15 metros de nieve calculados en agua para la última glaciación.

Según Groeber (1952), el glaciar encauzado del Diamante llegó en la llanura hasta Agua del Toro. La lengua de este supuesto glaciar alcanzó 100 km de largo, contando desde la altura de neviza. Queda completamente evidenciado que, para poder avanzar, el hielo de la lengua glacial en la llanura pedemontana, precisaría forzosamente en el área de su alimentación, precipitaciones que superen el desgaste mínimo de 12-15 metros anuales. Pero tal cantidad de precipitaciones en la Alta Cordillera, dadas las condiciones geográficas, es un absurdo.

Con este cálculo hemos llegado al final de la interpretación climática de los supuestos fenómenos del englazamiento. En condiciones climáticas calculadas en base de cifras sacadas de la climatología del Cuartario, debe descartarse cualquier englazamiento mayor de edad pleistocena de la serranía y con mayor razón de la zona pedemontana de Mendoza.

Finalmente, ni en el levantamiento de Rodrigo (1949), ni en el mapa geológico de Dessanti (1951), ni en el trabajo de Storni (1933), han encontrado en el área del Cerro Diamante cualquier remanente de un englazamiento encauzado en el cañadón del río homónimo, como lo describe en su último trabajo Groeber.

En realidad, los englazamientos encauzados del Diamante y del Atuel no existen en la llanura pedemontana mendocina.

#### CONSIDERACIONES SOBRE LAS POSIBILIDADES DEL ENGLAZAMIENTO EN LA ZONA PEDEMONTANA DE MENDOZA EN EL PLIOCENO

Varios investigadores han asignado a los depósitos psammíticos que se encuentran por debajo de la discordancia en la base del Primer Nivel, un origen francamente glacial. Según conceptos corrientes el límite estratigráfico entre el Pleistoceno y el Plioceno se ubicó justamente en la base del Primer Nivel de pie. Los supuestos depósitos glaciares por debajo de este límite deberían corresponder, consecuentemente, a una glaciación de edad pliocena.

Aparte de las glaciaciones climáticas de edad pleistocena, se ha discriminado ulteriormente en Europa y Asia un grupo de glaciaciones tectónicas de edad pliocena. Las glaciaciones climáticas cuartarias son fenómenos mundiales y sincrónicos, las tectónicas, por lo contrario, se revelan como fenómenos locales producidos por un levantamiento brusco de una estructura montañosa en condiciones de un clima húmedo. Tal levantamiento puede provocar una más o menos fuerte depresión de neviza y, finalmente, un englazamiento.

Así por ejemplo, según Reinhard (1933) la elevación del Cáucaso en el Plioceno ha producido una glaciación tectónica. De otra manera, las supuestas glaciaciones Donau de los Alpes representan también fenómenos de agradación glacifluvial de edad, como parece, pliocena.

De todas maneras, por principio no se puede desechar la posibilidad de una glaciación tectónica de la Cordillera durante el Plioceno. En Mendoza pertenecen a este grupo el «Conglomerado Glacial del Cerro de la Gloria», la «Morena del Quemado» y el «Conglomerado glacial de los Cerritos».

Estos depósitos son siempre evidentemente dislocados por un movimiento póstumo que no debería ser posterior a la fase principal del

Tercer Movimiento, ubicado por Groeber (1952) en el límite entre el Plioceno y el Pleistoceno. Este movimiento produjo las dobladuras braquianticlinales en la zona de Huayquerías de San Carlos.

La llamada « Morena del Quemado » junto con su cubierta potente, han sido doblados por este movimiento en un braquianticlinal cortado luego por un plano de erosión y recubierto por rodados y bloques del Primer Nivel de pie. También el « Conglomerado glacial de los Cerritos » ha sido dislocado y cubierto en discordancia evidentemente angular por los depósitos clasificados por el autor mismo como Primer Nivel.

Recorriendo parajes de acumulación interna de edad araucaniana de la zona, el autor pudo comprobar que las lentes y los bancos de rodados más o menos gruesos aparecen en varios niveles del Terciario superior y que en contados casos también rodados del tamaño de bloques, rellenan cauces de las crecientes antiguas.

La « Morena del Quemado » según descripciones aparece en forma de una faja estrecha dirigida de W hacia el E, representando, como pienso, un antiguo « río de bloques » (stone-river). Los bloques no acusan ninguna estriación y son de menor tamaño que los bloques mucho más grandes del Primer Nivel del mismo lugar, descriptos por Feruglio (1933) como productos de transporte fluvial o glaciifluvial. El autor recién citado francamente excluye toda posibilidad de transporte glacial en la zona de Huayquerías de San Carlos.

La supuesta naturaleza glacial del « Conglomerado del Cerro de la Gloria » en Mendoza ha sido desvirtuada por Fossa-Mancini (1943).

La estriación de los rodados del « Conglomerado Glacial de los Cerritos » no es un argumento concluyente en favor del origen glacial ya que, rodados estriados, han sido observados varias veces en el « Nagel fluh » subalpino que jamás fué clasificado como un depósito glacial (véase Fossa-Mancini, 1943).

Pero aún cuando es bien visible que las características de la litología de los depósitos presumiblemente glaciales son totalmente insuficientes para poder establecer un englazamiento de la zona pedemontana de Mendoza en tiempos precedentes a la deposición del Primer Nivel, séale permitido al autor hacer una breve reseña de la litología total de la serie del Plioceno, que forzosamente debió ser sensible a los fenómenos climáticos de una glaciación.

Todo lo que sabemos de la litología del Terciario superior de la zona examinada por varios investigadores atestigua el dominio del clima sumamente árido y bastante caliente, hasta semidesértico. Así, el dominio de la litología de estratos arcillosos y limosos, rojizos o rosados; luego la saturación de depósitos con sales y yeso e intercalaciones de arena eólica y de médanos son mucho más elocuentes que uno u otro rodado de diámetro algo mayor. Las lentes y bancos de grava y de roda-



Fig. 1. — Un rodado traído por una creciente actual del arroyo Alvarado cerca del borde oriental de la Cordillera



Fig. 2. — Un remanente del Segundo Nivel de pie de sierra con grandes bloques sobresale de la superficie de un cono de deyección de edad neocuartaria, simulando una morena terminal.

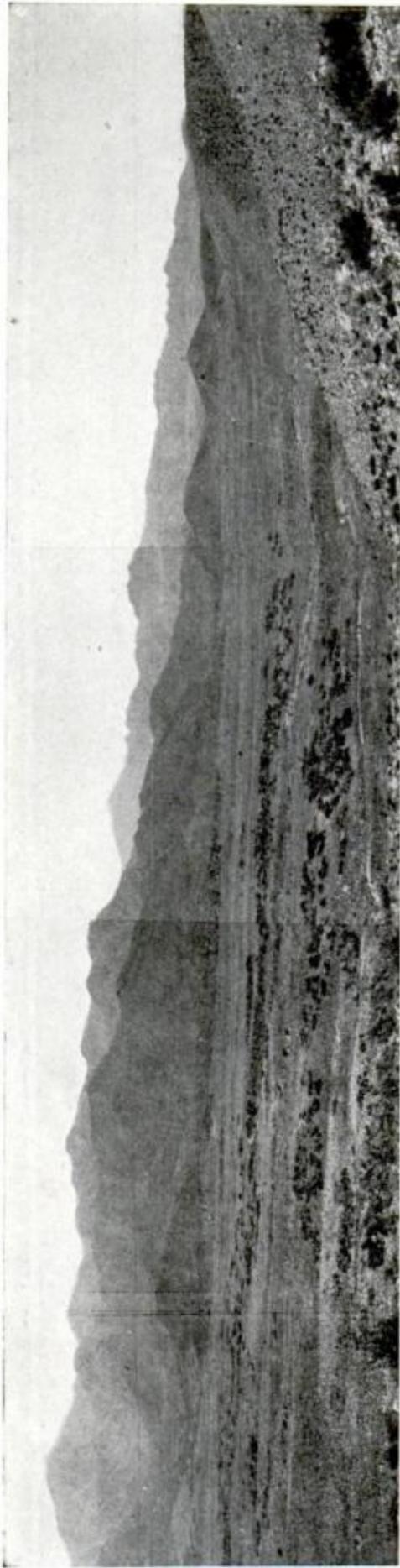


Fig. 3. — Parte occidental de la Loma de Yaucha. Un ejemplo de un paisaje aparentemente glacial. En efecto la loma de la derecha sembrada con grandes bloques representa un banco de falla, coronado por remanentes del Segundo Nivel de pie de sierra. La cuenca interna aparentemente de origen glacial es en realidad un cono de deyección de edad neocuartaria que choca contra el banco de falla.

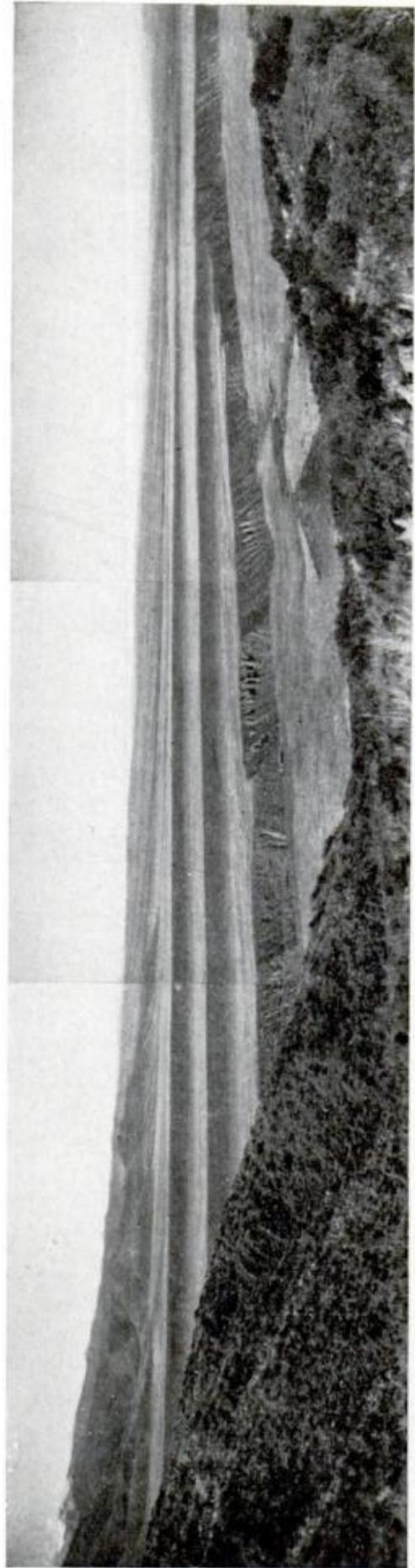


Fig. 4. — Un enorme cono de deyección de edad neocuartaria del río de las Tunas con sus terrazas de erosión representa un relieve típicamente extraglacial en la salida de los ríos en la llanura pedemontana, donde falta por completo la topografía glacial

dos integran este conjunto. Según el estudio de diatomeas de Frenguelli (1934) hubo en la zona muchas lagunas con agua salada o salobre. Los restos de vida vegetal y animal en los depósitos pliocenos son escasísimos. Faltan por completo depósitos de turba y de varves.

Entonces no hemos encontrado, en la litología del Araucaniano, nada en favor de la existencia de glaciares en la zona pedemontana de Mendoza, en el Plioceno. Al contrario, nada de lo objetivo de la litología apoya tal suposición.

En base a lo expuesto podemos con toda seguridad aseverar que los supuestos depósitos glaciares por debajo del Primer Nivel integran el Araucaniano o mejor dicho el Plioceno, representando un grueso acarreo fluvial (de crecientes) en condiciones de clima seco y bastante caliente.

Aceptando la posibilidad de un englazamiento moderado de la Cordillera Alta a causa del levantamiento tectónico en el Plioceno, descartamos al mismo tiempo por completo un englazamiento tectónico total de la zona pedemontana y de las Huayquerías de San Carlos.

Las tentativas de rebajar el límite stratigráfico entre el Terciario y el Cuartario por debajo del Conglomerado del Quemado y Conglomerado de los Cerritos, no me parece ser justificada ni por la litología ni por la tectónica.

Siguiendo la complicada nomenclatura de los bancos y niveles conglomerádicos intercalados en el Plioceno de Mendoza (« Conglomerado del Cerro de la Gloria », conglomerados « de los Mogotes », « Ripio Dislocado », « Primer Nivel de pie », « Primer Nivel de Lunlunta », « Conglomerado de los Bordes », « Gravas de Juancho », « Morena del Quemado », « Conglomerado Glacial de los Cerritos », etc.), no podemos libranos de la impresión de que se trate más bien de bancos y lentes conglomerádicos intercalados en varios horizontes de la serie araucaniana que no pueden pretender ocupar la posición de una formación. Sería de interés estudiar este problema más detalladamente, como se ha estudiado los bancos conglomerádicos de la Molasa subalpina con el propósito de conectarlos con las fases de ascenso de la Cordillera.

#### DEPÓSITOS PLEISTOCÉNICOS DE LA ZONA PEDEMONTANA DE MENDOZA

Consideraremos bajo este título y en forma concisa sólo las características esenciales de la litología de la zona pedemontana, dejando para el futuro su exposición detallada.

Los depósitos pleistocénicos de la zona pedemontana mendocina constan, en primer término, de cuatro niveles de agradación fluvial o quizá glaci-fluvial distal en forma de conos de deyección (Niveles de pie de la

Sierra) que distalmente pueden pasar a terrazas o « outwash plain » (*Deckenschotter*). Estos cuatro grandes niveles de agradación fluvial son preferentemente de origen climático. Sería lícito inferir que corresponden a las cuatro glaciaciones del hemisferio norte.

En ningún rincón de la llanura de pie de sierra se han encontrado depósitos glaciales. No existe en absoluto ninguna topografía glacial. De los grandes valles en V salen a la llanura sólo conos de deyección a veces en forma de valle de trompeta (*Trompetentaler*), como en el caso del cono de deyección del río de las Tunas (véase fig. 4). Los niveles correspondientes a los conos entran en los valles andinos.

Aparte de los cuatro niveles de agradación existen en la zona pedemontana varios depósitos piroclásticos, basaltos, arcillas y depósitos de bolsones y ante todo varios loess y arenas eólicas.

La litología del Cuartario de la llanura pedemontana de Mendoza es típicamente periglacial referente a las modestas glaciaciones de la alta serranía.

La agradación fluvial, las acumulaciones de loess y de arena eólica, demuestran que el clima de la zona pedemontana durante las épocas glaciales ha sido continental.

La llanura subandina mendocina no ha sido englazada ni en el Plioceno ni en el Cuartario. No hay evidencias del englazamiento ni climático ni tectónico.

La presencia de los grandes bloques debe explicarse de otra manera, sin recurrir al transporte glacial para hacerlo.

#### LISTA DE LOS TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- BODENBENDER, G. 1897. *El suelo y las vertientes de la ciudad de Mendoza y sus alrededores*. — Bol Acad. Nac. de Cs. de Córdoba, t. XV.
- DESSANTI, R. N. 1951. *Descripción Geológica de la Hoja 27 c « Cerro Diamante »*. — Dir. Nac. Minería. Inédito.
- 1945. *Informe Geológico preliminar sobre la Sierra Pintada*. — Inf. Inéd. Dir. Gral. Minas y Geol. Buenos Aires.
- 1946. *Hallazgo de depósitos glaciales en las Huayquerías de San Carlos (Mendoza)*. — Rev. de la Soc. Geol. Arg., t. I, n° 4.
- EBERL, B. 1928. *Zur Gliederung und Zeitrechnung des alpinen Glazials*. — Zeit. Dent. Geol. Ges. 80. Berlín.
- 1930. *Die Eiszeitfolge im nördlichen Alpenvorlande*, Augsburg.
- FERUGLIO, E. 1932-35. *Sobre la presencia de grandes rodados en las mesetas de la región del Golfo de San Jorge (Patagonia) y en las Huayquerías de Tunuyán (Mendoza)*. — Gaea, t. IV, n° 2, Buenos Aires.
- FERNÁNDEZ, GERARDO A. 1949. *Contribución al conocimiento petrográfico del conglomerado del Cerro de la Gloria (Mendoza)*. — Tesis inéd., La Plata.
- FRENGUELLI, J. 1930. *Las Huayquerías de San Carlos en la Prov. de Mendoza*. — Publ. 9, Univ. Nac. Litoral, Santa Fe.

- FRENGUELLI, J. 1934. *Diatomeas del Plioceno superior de las Huayquerías de San Carlos (Prov. de Mendoza)*. — Rev. del Museo de La Plata.
- FOSSA-MANCINI, E. 1943. *Supuestos vestigios de glaciaciones del Paleozoico en la Argentina*. — Rev. del Museo de La Plata, t. I, Geol. 10.
- FORTI, A. 1944. *Posibilidades de fuerza motriz de los ríos andinos de la República Argentina entre los paralelos 31° y 36°*. Buenos Aires, Kraft.
- GERASIMOV, I. P., MARKOV, K. K. 1939. *The Glacial period in the territory of U.S.S.R.*, Moscú.
- 1939. *Chetvertinniaia geología* (Geología del Cuartario), Moscú.
- GROEBER, P. 1952. *Alta Cordillera de Mendoza*. — Publ. Museo B. Rivadavia, Buenos Aires.
- 1939. *Mapa geológico de Mendoza*. — Physis, t. XIV, n° 46, Buenos Aires.
- 1952. *Glacial tardío y Postglacial en Patagonia*. — Rev. del Museo Municipal de Cs. Naturales de Mar del Plata, vol. I, entr. 1.
- HERRERO DUCLOUX, A. 1949. *Descripción geológica de las Hojas El Nihuil (28 c) y Estación Soitue (28 d) según el levantamiento efectuado por E. L. Padula*. Inéd., Y. P. F.
- HINDS, N. E. A. 1943. *Geomorphology, the evolution of landscape*, New York.
- LAHKE, F. 1941. *Field Geology*, New York.
- MAPA GEOLÓGICO DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. 1950. Preparado por el Servicio Geológico de la Div. de Geología. Esc. 1 : 2.500.000. Buenos Aires.
- MILANKOVITCH, M. 1938. *Astronomische Mittel zur Erforschung der erdgeschichtlichen Klimate*, Handb. Geophys. G., Berlín.
- 1950. *Mathematische Klimalehre und astronomische Theorie der Klimaschwankungen*. — Handb. Klimatol., Berlín.
- PADULA, E. 1949. *Descripción geológica de la Hoja «El Nihuil» (28 c)*, inéd., Y. P. F.
- REINHARD, A. L. 1933. *Die Eiszeitliche Vergletscherung des Kaukasus und ihre Beziehung zu den Vergletscherungen der Alpen und des Altai*. — Trans. Ind Internar. Conf. Assoc. Study Quat. Per. Europe, Leningrad.
- RODRIGO, F. 1949. *Levantamiento geológico de la Hoja I. G. M. Cerro Diamante. Ejército Argentino*. — Direc. Gral. de Ingenieros, inédito, Buenos Aires.
- SOERGEL, W. 1919. *Lösse, Eiszeiten un paläolithische Kulturen*, Jena
- 1923. *Diluviale Flussverlegungen und Krustebewegungen*. — Fortschr. Geol. Palaeont. 5.
- STAPPENBECK, R. 1910. *La Precordillera de San Juan y Mendoza*. — Anal. Min. de Agricult., Dir. Gral. de Minas, Geol. e Hidrogeol., t. IV, n° 3. Buenos Aires.
- 1917. *Geología de la falda oriental de la Cordillera del Plata (Prov. de Mendoza)*. — An. Min. Agric., Sec. Geolog., t. XII, n° 1. Buenos Aires.
- STORNI, C. D. 1934. *Rasgos fisiográficos de la región situada al norte del curso medio del Río Diamante*. — Gaea.
- 1933. *Bosquejo geológico de la región situada al oeste de la Sierra Pintada en el Depart. de San Carlos (Mendoza)*. — Rev. Univ. Nac. de Córdoba, año XX, nos 9-10.
- TAPIA, A. 1935. *Pilcomayo. Contribución al conocimiento de las llanuras argentinas*. — Dir. Min. y Geol., Bol. n° 40, Buenos Aires.
- TRUEMPY, E. y LIEZ R. 1937. *División estratigráfica de los terrenos aflorantes en la región comprendida entre Luján de Cuyo, Potrerillos y Tupungato*. — Bol. Inform. Petrol., Abril.
- TORRES, F. 1948. *Descripción Geológica de la Hoja I. G. M. Tosca y Pampa de la Tosca*. — inéd., Ejército Argentino, Dir. Ing.
- ZEUNER, F. È. 1945. *The pleistocene period. its climate, chronology and faunal succession*. — Roy. Society, vol. 130, London.