

El englazamiento en la región de la caldera de Caviahue-Copahue (Provincia del Neuquén): Su reinterpretación

Emilio F. GONZÁLEZ DÍAZ

Departamento de Cs. Geológicas, Facultad de Cs. Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Pabellón 2, 1428, Buenos Aires
SEGEMAR, E-mail: olapid@secind.mecon.gov.ar

RESUMEN. En esta presentación se modifica aquella previa propuesta que reconocía dos glaciaciones («primera» y «segunda») en la región de la caldera de Caviahue-Copahue y sus adyacencias. Nuevas investigaciones han determinado la existencia de un único episodio glaciario regional. La desacertada interpretación de depósitos relacionados genéticamente con importantes movimientos gravitacionales en los valles de Huelcupén y Pilún-Challa, como pertenecientes a morenas terminales, constituyó sin duda un elemento fundamental para el establecimiento de aquella interpretación. Recientemente para la misma región, también basándose exclusivamente en los conceptos de la previa propuesta y sin aportar sólidos argumentos, se ha pretendido distinguir dos *drifts*, que se relacionarían con aquellas dos glaciaciones y que fueron denominados *Caviahue* y *Trolope*, respectivamente. Este informe aporta además nueva información geomorfológica y geológica de la región.

Palabras clave: *Glaciación, Remoción en masa, deslizamientos, caldera de Caviahue-Copahue, Drifts.*

ABSTRACT. *Glaciation of the region of the Caviahue-Copahue caldera (Neuquén province); a reinterpretation.* The previous suggestion of their being two glaciations («first» and «second») in the Caviahue-Copahue region and neighbouring areas is modified. New studies led to the interpretation of a single glacial episode. Deposits in Hualcupén and Pillun-Challa valleys, related to a rock-avalanche and a huge slide respectively, were confused as terminal moraines of a «second» glaciation. The hummocky surface of those accumulations and their morphological similarity to moraine landscape, probably are the main reason for the misunderstanding. In another recent contribution, other authors also propose two phases of glaciation in the region (Caviahue Drift and Trolope Drift), without consistent evidence and based only on the earlier publications.

Key words: *Glaciation, Mass-wasting, Slides, Caviahue-Copahue caldera, Drifts.*

Introducción y objetivos

En numerosos antecedentes (Groeber 1947; Holmberg 1978; Zanettini 2000; Narciso *et al.* 2000; Rovere *et al.* 2000), se puede comprobar en las cartas geológicas de la región neuquina, una confusión general y reiterada en la interpretación de depósitos diamicticos derivados de grandes movimientos gravitacionales, como correspondiendo a acumulaciones glaciarias. En ello también debió influir la general similitud morfológica observada en las superficies de ambos paisajes. En el área de influencia la depresión caldérica de Caviahue-Copahue, Groeber (1925) alcanzó a postular una interpretación análoga.

Las conclusiones de este informe han derivado del estudio y confección del Mapa Geomorfológico de la depresión y sus adyacencias (González Díaz 2001a), un componente básico para la concreción del Mapa de Riesgos Geológicos de la región del volcán Copahue, que actualmente lleva a cabo la Dirección de Geología Ambiental y Aplicada del SEGEMAR.

Se expone aquí una reinterpretación del desarrollo evolutivo del englazamiento cuaternario local, a favor de un detallado análisis geomórfico de la región, la que tuvo como principal centro colectivo de alimentación glaciario al volcán Copahue y como más importante área de acumulación del hielo glaciario, a la citada depresión.

Groeber (1925) definió a la depresión de Caviahue-Copahue como el «bajo de Caviahue», marginado por sus abruptas escarpas al norte, este y sur, con desniveles que variaban entre los 500 y 800 metros de altura. En cambio, su extenso borde occidental se vió sepultado por volcanitas pre- y postglaciarias que provenían del volcán Copahue.

Inicialmente la interpretó «a primera vista», como las cabeceras de un sistema fluvial que con anterioridad al englazamiento «pleistoceno», drenaba hacia el Pacífico. Esta situación se modificó posteriormente por la construcción en su parte oeste del citado volcán, al que adjudicaba una edad postglaciaria y composición basáltica. El «bajo» fue rellenado por «sus tobas y

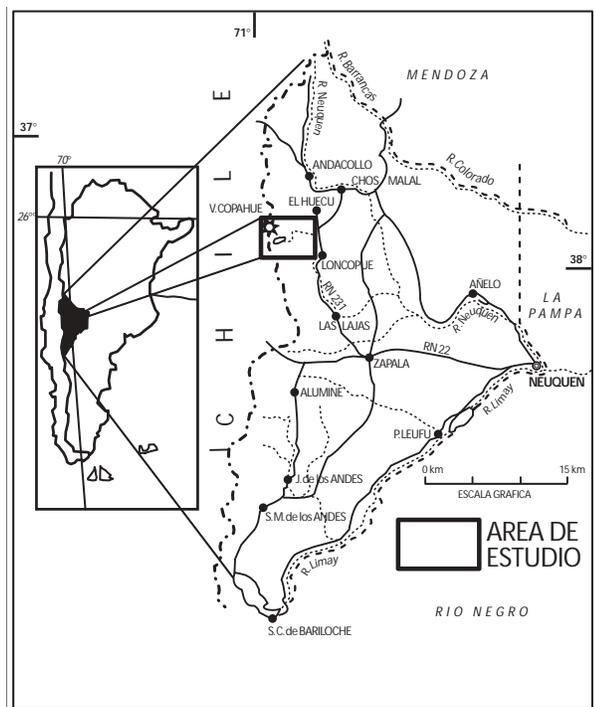


Figura 1: Ubicación del área de estudio.

mantos», con la consiguiente inversión del avenamiento hacia el nacimiento.

Diferencia dos glaciaciones: una «primera» y otra «segunda glaciación», cuya extensión sintetiza en las «Láminas III y IV», durante las cuales la divisoria de aguas cordillerana y en particular el volcán Copahue, constituyeron centros colectivos de alimentación glaciaria para ambas vertientes internacionales. A partir de este último, fluyeron masas de hielo que colmataron la depresión, convirtiéndola en otro centro de alimentación situado a menor altura. Desde ella se proyectaron al este varias lenguas glaciarias, aprovechando la existencia previa de valles fluviales, estructuralmente transversales y de carácter antecedente (Groeber 1925).

El principal de ellos fue el actual valle de Trollope, por el que el «glaciar de Trollope» se extendió unos 12 km al nacimiento de la confluencia de los ríos Agrio y Trollope. Su término o posición de equilibrio más distal, se identifica en el paraje conocido como «Puerta de Trollope». Allí constituye un conjunto de arcos morénicos, más numerosos y mejor conservados sobre el lateral derecho del valle. La «subida de Trollope» en la ruta provincial 27, constituye un excelente lugar para analizar u observar esas geoformas. Sobre el flanco izquierdo del valle sólo se conservan dos terraplenes marginales morénicos, en parte discontinuos, a causa de la posterior degradación provocada por el accionar del río Agrio y por locales fenómenos de remoción en masa. La posición de su extensa morena lateral, indican un excepcional «desborde» del valle por el glaciar en su flanco sur.

Además de esta importante proyección glaciaria, Groeber (1925) analiza otras que ocuparon los valles de Hualcupén, de Trocomán (situado al norte del Trollope) y de Loncopué (denominado Buta Mallín en la cartografía actual; Dirección Nacional de Geología y Minería 1973). Vale destacar que este último, situado al sur del valle de Hualcupén, era totalmente independiente en cuanto a su abastecimiento, de la masa de hielo que relleno la depresión.

En el «bajo» durante la «primera glaciación», la acumulación de hielo alcanzó un espesor tal que sobrepasó sus márgenes norte, sur y este. Fue así que por el norte desbordó hacia el vecino valle de Trocomán (Valle de las Damas) a través de los «pasos» o portezuelos de los cerros Negro, Trollope Grande y Bayo. Estos fenómenos, que hoy se definen como *difluencias glaciarias*, permitieron entonces un aporte extra al glaciar troncal de Trocomán (Fig. 2)

Una situación similar hubo respecto del glaciar del valle de Hualcupén, con descarga o pasaje del hielo desde la depresión, por los «pasos» de Nucu-Pehuen y de Cajón Chico.

En el valle de Hualcupén aún se reconocen extensas morenas laterales que aparecen desbordando los márgenes de la artesa glaciaria. En su lateral sur, una amplia berma o terraza (*shoulder* u hombrera glaciaria), se halla marginada por una extensa morena lateral, lo que confiere al valle un sobresaliente perfil transversal asimétrico en su tramo medio, a la altura de la afluencia del Cajón Chico al Cajón de Hualcupén (Fig. 2).

El glaciar del Buta Mallín también desbordó lateralmente su valle durante la «primera glaciación». Sus morenas marginales tienen gran amplitud, ya sea como morenas laterales o terminales. Estas componen un conjunto de arcos morénicos parcialmente degradados.

El glaciar de Trocomán recibía los aportes de dos importantes glaciares tributarios que albergaron los valles de Huinca Rupu y Pillun-Challa. Según Groeber (1925), una extensa morena marginal aún se conserva «desbordada» sobre su flanco sur y su término, estaba claramente indicado por una morena frontal, que localiza algo al sur de la desembocadura del arroyo Picun-Leo. Un análisis fotogramétrico y de campo comprobó la presencia de una correspondiente morena lateral sobre el lateral norte del valle.

También desbordó por el borde este la masa de hielo que alojaba. Groeber (1925) reconoce que en la parte superior de ese lateral aparece «una cubierta de hielo, casi plana», a la que definió como una «glaciación raquílica». Las observaciones efectuadas han comprobado allí cortas proyecciones del hielo debidas también a difluencias glaciarias. Altas morenas marginales (laterales) imponen sus rasgos morfológicos a este paisaje local (Fig.2).

De acuerdo a este autor, las lenguas glaciarias de la «primera glaciación» mostraron su máximo desarrollo (su Lámina III) hacia el este con longitudes entre 10-12 km, con las posiciones distales de sus términos llamati-

vamente coincidentes en un mismo meridiano (70° 50' O) y también prácticamente a la misma altitud (1400 ms.n.m.). Con posterioridad, la «primera glaciación» que entró en una fase de rápida regresión, habría alcanzado nuevamente posiciones de equilibrio de sus frentes, las que justificarían su propuesta de una «segunda glaciación», a la que adjudicaba una extensión mucho menor (su Lámina IV).

Para ello utiliza argumentos morfológicos para definir sus correspondientes términos (su Lámina IV). Así en el valle de Trollope lo sitúa a la altura de la actual afluencia del Trollope al río Agrio, en tanto que en aquel de Hualcupén lo establece en la desembocadura del Cajón Chico y en el Trocoman, algo aguas abajo de la unión de los arroyos Huinca-Rupu y Pillun-Challa. Comenta que un amplio sector entre el lago Caviahue y el arroyo Trollope, ya carecía de cubierta de hielo y no existían los citados fenómenos de difluencia glaciaria a través de «pasos» en las márgenes de la caldera, debido a una drástica reducción del hielo en la depresión.

Hace mención de una nueva coincidencia tanto en la posición meridional de esas morenas terminales de su «segunda glaciación», como altimétrica (1800 ms.n.m.). No descarta la posibilidad de una «tercera glaciación».

Ubicación del área de estudio

Su localización es adyacente a la Cordillera Norpatagónica, sobresaliendo en su paisaje el volcán Copahue con una altura de 3000 ms.n. del mar. El acceso desde la capital neuquina a la región de Caviahue-Copahue se realiza por la ruta nacional 22 hasta la ciudad de Zapala. Desde allí por la ruta provincial 231 y luego de la población de Las Lajas, se alcanza la localidad de Loncopué. Un corto tramo de 47 km a través de la ruta provincial 26, permite el arribo al principal centro urbano de la zona, Caviahue. Otra alternativa para esto último es hacer un desvío por la ruta provincial 27, de extenso tramo enripiado.

Metodología

Para la realización de este informe, que es un aspecto parcial de la realización del Mapa Geomorfológico de la región Caviahue-Copahue (González Díaz 2001a), se analizaron fotogramas del área y una imagen satelital a escala 1:250.000 y una subescena de la misma a escala 1:90.000. Se confeccionó una carta geomorfológica cuyo detalle estuvo centrado en los rasgos de su morfología glaciaria. En el mes de marzo del corriente año se llevó a cabo un control de campo vinculado con el citado mapa geomorfológico, que confirmó las conclusiones alcanzadas en el laboratorio, respecto de una reinterpretación del englazamiento pleistoceno de la región y de algunos aspectos de su geología regional.

Reinterpretación. Nueva propuesta

La elevación de la Cordillera en esta parte del Neuquén precedió y dio lugar al englazamiento del área, provocando una profunda modificación climática local y consecuentemente geomorfológica, al reemplazar la morfogenia glaciaria al proceso fluvial previo.

Durante el análisis geomorfológico de la depresión y sus adyacencias se han recogido nuevos elementos de juicio que avalan el reconocimiento de un único episodio glaciario que alcanzó sus máximas expansiones hacia el este, hasta las longitudes de la llamada «Puerta de Trollope» y en consecuencia, el rechazo de la previa propuesta de Groeber (1925). En la región, el englazamiento -al que se le asigna una general edad pleistocena- fue principalmente el resultado de la combinación de dos factores: el citado ascenso y el cambio climático (mayor relieve y clima), pese a su posición latitudinal y bajo relieve.

La distinción de una única glaciación en la porción septentrional del Neuquén también ha sido propuesta más al norte de Copahue, en el ambiente del valle del río Varvarco y las lagunas homónimas. González Díaz *et al.* (2000), reinterpretaron el origen de las acumulaciones que por endicamiento del citado curso generaron las mencionadas lagunas, asignándoles una génesis gravitacional, desechando su vinculación con morenas terminales (Groeber 1947). Este modelo es distinto al generalmente reconocido más al norte del Neuquén, en Mendoza con grandes alturas y varios episodios glaciarios o más al sur del Neuquén caracterizado por la instalación de un «manto de hielo de alta montaña» (*high mountain ice-sheet*; Flint y Fidalgo 1963), principalmente a favor de su situación latitudinal. Vale señalar también, que en Copahue la masa glaciaria nunca alcanzó los volúmenes de estas últimas. Su rápida recesión durante una probable ameliorización climática, debió verse influenciada por aquellos mismos factores condicionantes.

En la región su desarrollo se halla claramente representado morfológicamente por la presencia de artesas en los valles locales de Trollope y Hualcupén (o en aquellos más alejados de Trocomán y Buta Mallín) y por las acumulaciones de sus respectivas morenas marginales y de fondo. Luego de alcanzar un máximo en tiempos aún no precisados, entró en un período de declinación, el que también a criterio de Groeber (1925), fue muy rápido y continuo.

Esta última consideración se vería avalada por una corriente presencia de delgadas cubiertas de *till* aguas arriba de sus morenas terminales, rasgo éste que coincide con lo manifestado por Flint (1971): durante una precipitada fase recesiva del glaciario, el *drift* se acumula bajo la forma de una morena de fondo de reducido espesor.

Se pudo comprobar que durante la fase «de retroceso glaciario», los distintos lóbulos glaciarios no dejaron evidencia alguna (morfológica, sedimentológica) de

haber alcanzado con posterioridad posiciones de estabilidad - normalmente expresadas por correspondientes morenas terminales- que facilitarían la interpretación de una «segunda glaciación» o un estadal dentro de un regional cuadro de acelerada recesión glaciaria.

Se comprobó una marcada diferencia de tamaño y número de terraplenes morénicos cuando se comparan los sistemas de arcos morénicos de los glaciares del Agrio o de Buta Mallín con aquél del lóbulo de Hualcupén, de mucha menor magnitud. Tal situación puede ser explicada tomando aquella consideración de Sharp (1969), quien determinó la existencia de una relación directa entre el tiempo de estabilización y el tamaño del espaldón. Permite interpretar un menor período de estabilización y una más rápida recesión del glaciar de Hualcupén, una vez alcanzada su máxima expansión.

Los terraplenes internos de los dos primeros sistemas mencionados, tienen cada vez menor altura aguas arriba. Siguiendo con la idea de Sharp (1969), las estabilizaciones en la etapa de retroceso serían cada vez más cortas temporalmente -los arcos se disponen muy cercanos entre sí- y luego de este período de recesión lenta o gradual, la misma adquirió gran rapidez. En el sistema frontal del lóbulo del valle del Agrio se localizan varias pequeñas lagunas (pequeños *kettles*) las que probablemente deban su origen a fenómenos de desintegración glacial (termokarst).

La proposición de Groeber (1925) estableciendo dos glaciaciones, estuvo sin duda influenciada por su equivocada interpretación genética como depósitos de *till* - propios de morenas terminales- de algunas acumulaciones que localizadas en tramos de esos valles, hizo corresponder a una «segunda glaciación». A ello se sumaron sin duda las irregulares características (*hummocky*) de sus relieves, la general disposición de esas acumulaciones en forma transversal a sus respectivos valles y su marcada analogía con un paisaje de morenas terminales.

En realidad, esos confundibles rasgos locales del paisaje, deben su origen a la ocurrencia de grandes movimientos gravitacionales, alguno de los cuales (Cajón Chico, laguna Compul), puede ser definido por su volumen, como una avalancha de rocas (Figs. 3 y 4).

En su descargo vale decir que si bien ya a mediados de la centuria pasada, existían algunos intentos de interpretación y clasificación del mecanismo y tipología del proceso de la remoción en masa, con anterioridad había un generalizado desconocimiento del tema. Este es un aspecto que últimamente se comprobó reiteradamente en la región septentrional neuquina (González Díaz 1998; 2001b; González Díaz *et al.* 2000; González Díaz *et al.* 2001).

Oportunamente, el autor ha cotejado las distribuciones y localizaciones de los depósitos de «morenas» de la «Hoja Huarhuar Co» (Groeber 1947), con aquellas acumulaciones de importantes deslizamientos o avalanchas de rocas identificadas en el mismo ámbito (González Díaz 2001b). Resulta llamativa y elocuente

su coincidencia espacial. La única diferencia observada se halla exclusivamente en las distintas interpretaciones de su génesis: *glaciaria vs gravitacional*. Esta discrepancia morfológica y genética, nuevamente se hace presente en la región de Caviahue-Copahue.

Entre los principales argumentos geomorfológicos y genéticos que ponen en evidencia la manifiesta confusión así comprobada, sobresalen los siguientes que serán descritos regionalmente siguiendo un orden de distribución geográfica norte- sur (Fig. 2).

Al norte de la depresión de Caviahue-Copahue, algo aguas abajo de la confluencia de los arroyos Huinca-Rupu y Pillun-Challa (principales afluentes del río Trocomán), Groeber (1925; Lámina IV) ubica un término distal de su «segunda glaciación», al que define como «una morena terminal algo mal conservada». Un posterior análisis de la zona ha determinado la ocurrencia de un amplio deslizamiento sobre su lateral norte, cuyos materiales más distales se proyectaron hacia la planicie aluvial del Trocomán.

En el faldeo austral de este valle, justamente en la desembocadura de una artesa innominada que resulta de la unión de dos lenguas glaciarias vinculadas a sendas difluencias que marginan al cerro Trolope Grande, se reconoce en los fotogramas un pequeño albardón (morena marginal ?), que el autor interpreta como un remanente de una morena lateral de la innominada artesa.

Más al sur, en el fondo del valle del Trolope pero aproximadamente a la misma longitud y en las proximidades de la afluencia del arroyo homónimo al río Agrio, Groeber (1925) señaló una morena frontal correspondiente a su «segunda glaciación». Sin embargo, las observaciones realizadas comprobaron la exclusiva existencia de un suavizado paisaje de morenas de fondo de escaso espesor que cubren irregularmente a una elongada y transversal prominencia del sustrato constituida hacia el norte por tramos de la «colada de fondo de valle», preglaciaria (1,4 Ma; Linares *et al.* 1999) y en su extremo sur por las vulcanitas más antiguas de la Fm. Las Mellizas (Pesce 1989).

Este resalto morfológico, no es la acumulación de un espaldón morénico, sino sólo la presencia de un obstáculo rocoso, cuya baja, recta y larga lomada que se dispone transversalmente al valle, está cubierta por un delgado manto de *till*, fue confundida por Groeber (1925) como una morena terminal. Inmediatamente y a sotavento de aquel, sobresale el más áspero relieve de esas rocas basálticas y el más suave de la Fm. Las Mellizas.

Aguas abajo de este paraje, el *till* sobre la superficie de la colada basáltica se halla exclusivamente representado por remanentes aislados, corrientemente compuestos por erráticos con estrías y más ocasionalmente surcos.

Este flujo básico se desplazó a lo largo del valle transversal del Agrio ocupando sus fondos hasta las proximidades de la «Puerta de Trolope». El autor ha localizado su boca de emisión (cráter) en las cercanías del camino a la laguna Trolope, cubierta por las aguas

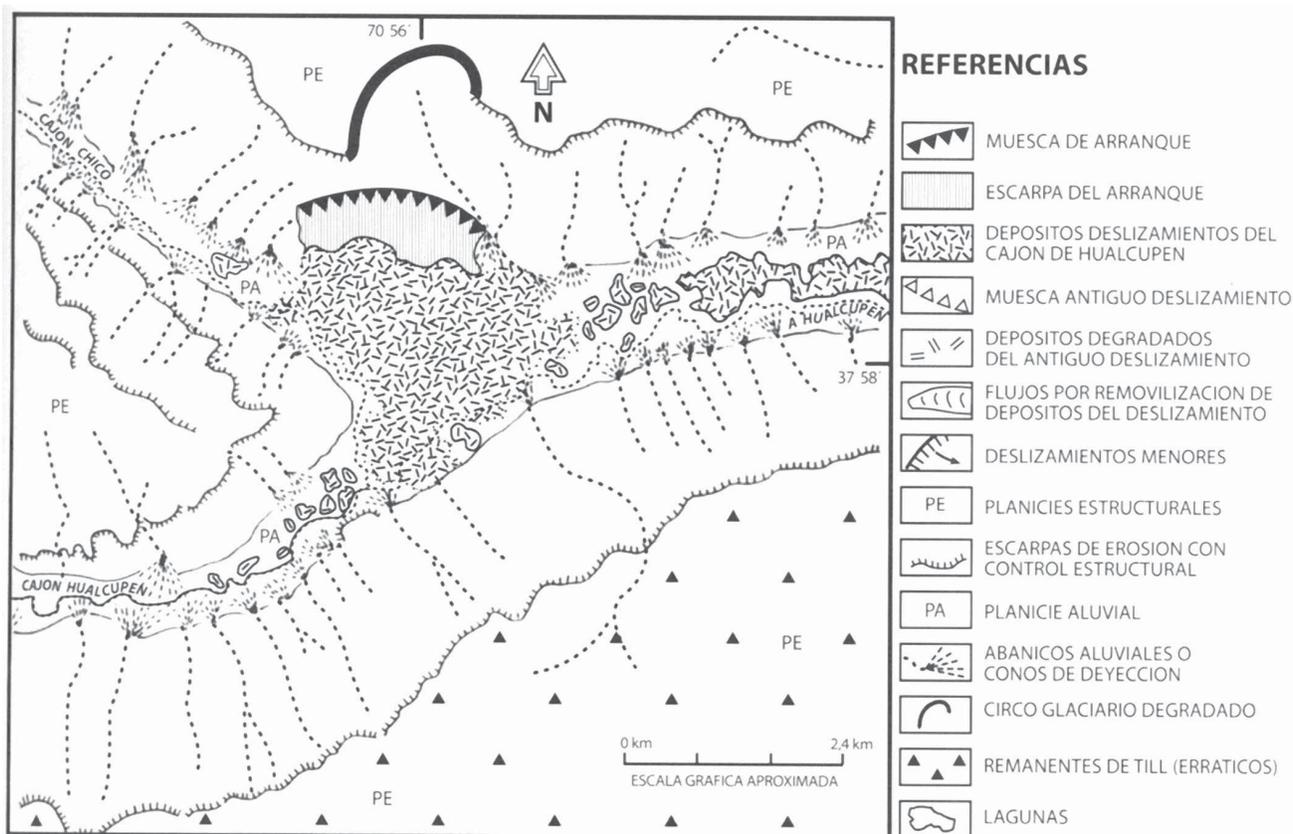


Figura 3: Esquema del deslizamiento de Cajón Chico-Hualcupén.

de la actual laguna del Escorial. Es considerada una manifestación lávica independiente -posterior a la Fm. Las Mellizas- que no guarda ninguna relación temporal o genética con el cercano volcán Copahue, como sustentaba Groeber (1925).

En el tramo distal de este ambiente basáltico, una activa erosión retrógrada y el control estructural ejercido por sus resistentes mantos lávicos, ha generado la «cascada del Agrio».

La extensión del reconocimiento realizada aguas arriba de la laguna Trollope, permitió comprobar que hacia las cabeceras del arroyo homónimo afloran ignimbritas no distinguidas hasta ahora, de fuerte soldadura, con marcada fluidalidad y numerosos litos orientados. Esta observación limita la extensión que hacia el oeste se estableciera para la «colada de fondo de valle» del Trollope (Pesce 1989), un criterio que mantuvieron con posterioridad otros autores (JICA 1988; Linares *et al.* 1999; Mazzoni y Licitra 2000, Rovere *et al.* 2000, etc).

En el valle de Hualcupén, Groeber (1925, página 98) interpretó otra «morena terminal bien conservada en su mayor parte», como perteneciente a su «segunda glaciación». Estas acumulaciones deben su origen a un enorme deslizamiento, cuya muesca de arranque es notoria en la parte superior del faldeo izquierdo, en las proximidades de la desembocadura del Cajón Chico al de Hualcupén (Figs. 2 y 3).

Vale destacar que aguas arriba de este paraje, otro movimiento similar -no considerado en el informe de Groeber- pero con volúmenes propios de una avalancha de rocas (Figs. 2 y 4) ha obstruido el tramo superior del Cajón de Hualcupén y generado la laguna Compul (o Hualcupén) y otros cuerpos de agua menores asociados. Este hecho, junto al reconocimiento de su trepada o *run-up* sobre su lateral opuesto (el que no fue evaluado) constituye la diferencia más marcada entre ambos importantes deslizamientos.

Se sugiere una relación entre estos grandes movimientos gravitacionales y un disparador sísmico. Es una propuesta que toma en cuenta las condiciones sismotectónicas de la región (INPRES 1977) y conclusiones similares alcanzadas en estudios que realizara el autor (González Díaz *et al.* 2000; González Díaz 2001b) en el área norte del Neuquén.

No se descarta la probable incidencia que habrían alcanzado las perturbaciones o trepidaciones propias de la actividad volcánica postglaciar en la región, para facilitar o acentuar la inestabilidad de las pendientes.

Además se reconoció e interpretó como un sistema de erupciones fisurales, un conjunto de pequeños volcancitos basálticos alineados norte-sur, situados sobre la divisoria que separa los valles de Hualcupén y Buta Mallín (González Díaz 2001a). Proyectada hacia el norte, sus alineaciones coinciden espacialmente con

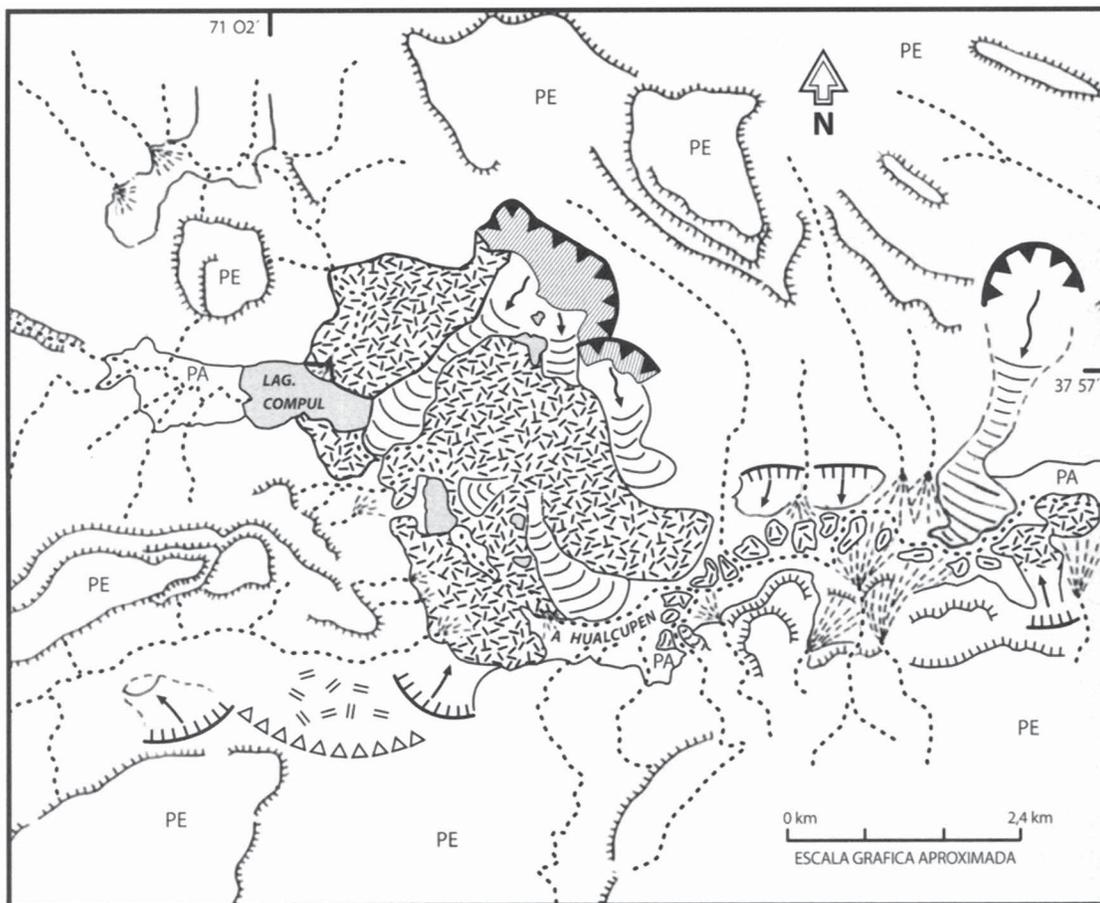


Figura 4: Esquema de la avalancha de rocas de la laguna Compul (Hualcupén).

la ubicación del deslizamiento del Cajón Chico (Fig.2). En general se puede afirmar que los citados y otros movimientos gravitacionales del norte del Neuquén muestran regionalmente la tendencia a ocurrir a lo largo de líneas estructurales. Tampoco se descarta la posibilidad de que el retiro de los glaciares provocara una reducción de la sustentación lateral en las pendientes de los valles, con la consecuente merma de las condiciones de estabilidad de las mismas, facilitando la ocurrencia de los movimientos.

Los depósitos distales de los citados deslizamientos del cajón de Hualcupén, muestran una mayor expansión aguas abajo de su «arranque», influenciados por la pendiente oriental del valle. En su fondo, tanto aguas abajo como aguas arriba del movimiento sólo se observan retazos aislados de sus acumulaciones, degradadas por la posterior erosión fluvial, confundibles como erráticos. Si bien no ha sido determinada la edad de estos deslizamientos, no hay dudas de que acontecieron en tiempos postglaciales.

Groeber (1925) acepta la invasión del valle de Trolope por coladas que supuso provenientes del conjunto volcánico del Copahue, señalando que ello no ocurrió en el Cajón Chico, debido al obstáculo que constituyó el desnivel existente entre la depresión de

Caviahue-Copahue y las cabeceras del cajón. En realidad, la ausencia de una invasión por coladas similares en el Cajón Chico, se relaciona más con la carencia de un suceso análogo al ocurrido en el valle del Trolope (erupción) y no a diferencias altimétricas.

También en el valle del Cajón de Buta Mallín (o Loncopué), no se comprobó ningún rasgo geomórfico que pueda ser asimilable a un probable término de una «segunda glaciación». Sólo se reconoce allí el paisaje propio de una artesa glaciaria, con morenas marginales (laterales y «desbordantes» asociadas a un definido y complejo arco morénico terminal), adjudicables a un único episodio glaciario, cuya «recesión» también fue continua. Se refuerza así regionalmente, el concepto de un único episodio glaciario.

Tanto en este valle como en el cercano cajón del A° Feo (Fig. 2), se interpretó merced al análisis de fotografías, la presencia de dos pequeños volcanes (basálticos?) instalados en sus cabeceras, cuyas lavas rellenaron sus tramos superiores en tiempos que se estiman postglaciares. Por lo tanto, no serían equivalentes en tiempo a las «coladas de fondo de valle» de Pesce (1989). Una ulterior disección fluvial concentrada en las márgenes de ambas coladas (en la discontinuidad física lateral del valle-colada), ha dado lugar a

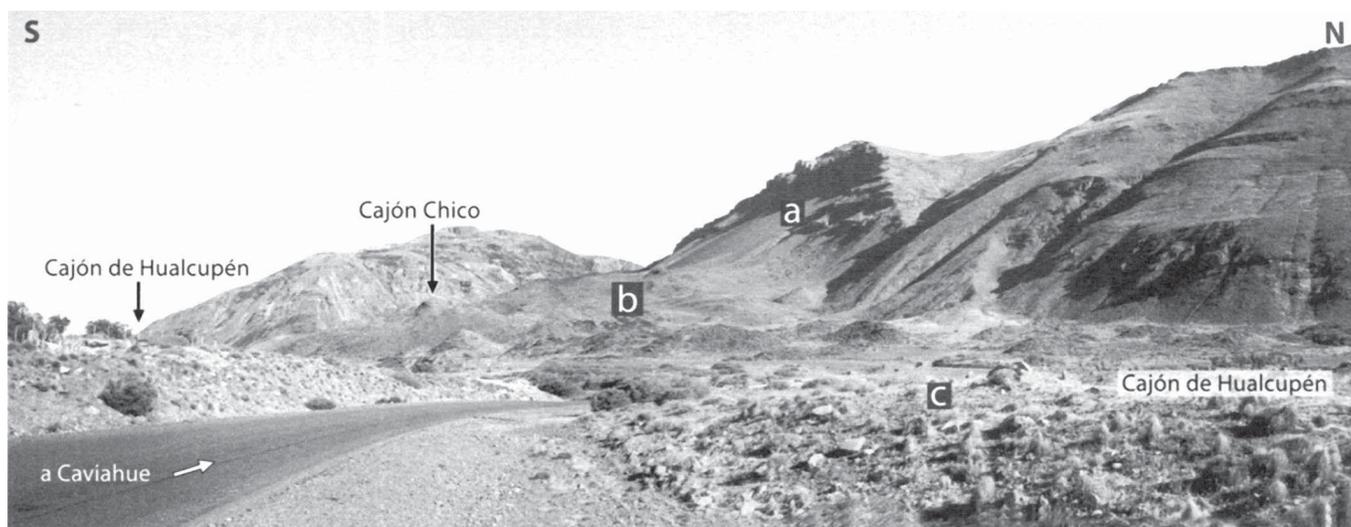


Figura 5: Vista desde la ruta provincial 26 hacia el oeste de la avalancha de rocas de Cajón Chico. **a**, cicatriz y zona de «arranque»; **b**, sus acumulaciones proximales; **c**- acumulaciones más distales, encauzadas en el valle de Hualcupén).

un fenómeno local de *inversión del relieve* en el interior de ambos valles.

Al norte del río Trocomán, en el valle de uno de sus afluentes principales (A° Picun -Leo), Iafa *et al.* 2001 han distinguido las acumulaciones de un extenso deslizamiento del tipo rotacional, que configura un paisaje agradacional fácilmente confundible con el de una morena terminal. El movimiento con su zona de «arranque» sobre el lateral derecho del valle, alcanzó a obstruirlo originando a un efímero cuerpo de agua, cuyos depósitos compuestos por finas ritmitas, afloran discontinuamente en sus fondos. Sus características morfoló-

gicas y sedimentarias hicieron posible una primaria y equívoca interpretación como varves.

Este movimiento gravitacional (fuera del área de estudio), es provisoriamente relacionado con la actividad reciente (al menos postglaciaria) de una principal línea estructural (falla normal), que aparece dispuesta con un rumbo general N-S y que adquiere un carácter regional por su extensión hacia el norte hasta el valle de Reñileuvú. Hacia el sur alcanzaría la depresión de Caviahue, pasando por el pie occidental del cerro Bayo.

Estas modernas sedimentitas lacunares han sido posteriormente deformadas por fallas inversas (Iafa *et al.*

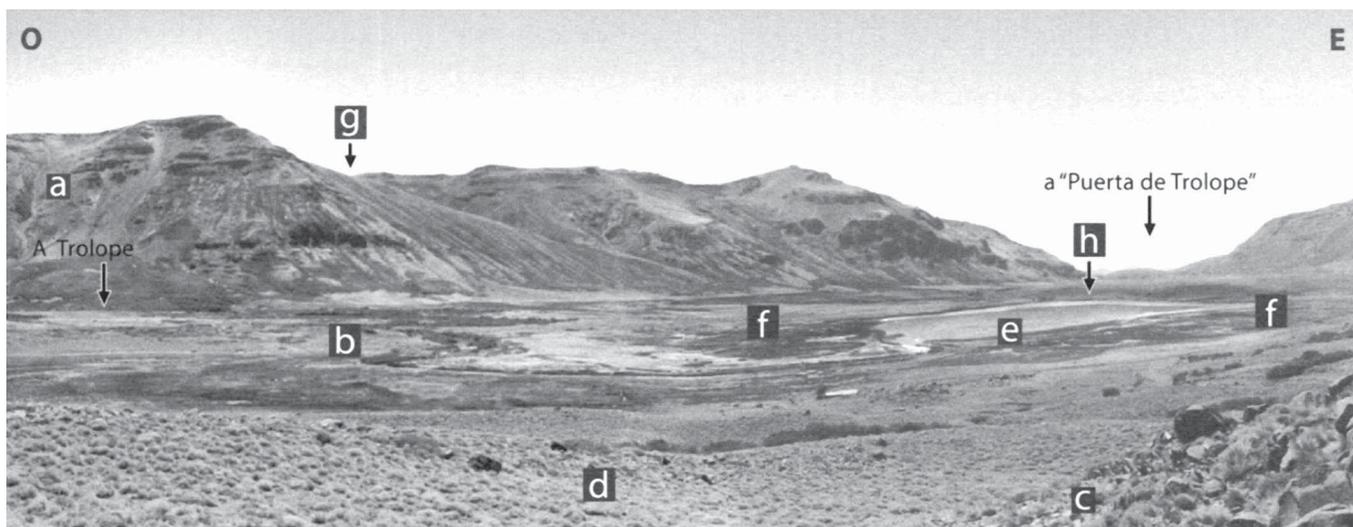


Figura 6: Vista desde el oeste del valle de Trolope; hacia el este a «Puerta de Trolope»: **a**, Escarpa norte de la caldera de Caviahue-Copahue; **b**, Afloramientos de la «colada de fondo de valle» (Pesce 1989); **c**, Rocas de la Fm. Las Mellizas; **d**, Remanentes de till que cubren a esta formación; **e**, Laguna del Rincón; **f**, Morenas de fondo; **g**, Abra de difluencia glaciaria; **h**, Dorso o umbral rocoso con restos de till, que fuera interpretado por Groeber (1925), como «morena frontal» de su «segunda glaciación».

2001). La comprobación de una estructura activa de tan reciente ocurrencia, aboga también por la idea de considerar a la energía sismotectónica de la región, como el promotor de los principales deslizamientos del área.

Las condiciones de sismicidad de esta parte de la cordillera neuquina, su situación respecto de posibles epicentros (300 km de la fosa oceánica y 200 km del litoral pacífico), en latitudes donde han ocurrido terremotos de carácter destructivo (entre ellos uno de magnitud 8,4, que asoló Concepción en Chile), constituyen valederos elementos de juicio para proponer un «disparador» sísmico de los deslizamientos. A ello puede sumarse el hecho de constituir un área caracterizada por modernas erupciones volcánicas (Delpino y Bermúdez 1993).

La historia del englazamiento local en Caviahue-Copahue es definitivamente única y rápidamente declinante. Groeber (1925) pese a establecer esto último, interpretó que las temperaturas en el interior de la depresión se habrían mantenido bajas, al constituir la misma desde un punto de vista morfológico, una suerte de «reparo» respecto de la insolación.

Es probable que ello haya sido la causal del desarrollo de un aspecto muy local y limitado del englazamiento pleistoceno, el que fuera individualizado por el autor exclusivamente en el área interna de la caldera y preferentemente en el ámbito de la Fm. Las Mellizas. Es interpretado como una «fase residual» de la recesión del gran manto de hielo que albergó la depresión. Este paisaje interior está caracterizado por pequeños glaciares de valle con sus correspondientes circos (Fig.2).

En general debido al reducido espesor de las acumulaciones glaciares, se comprueba una notoria influencia del relieve preglaciar sobre el característico de las morenas de fondo. Sin embargo, se han distinguido zonas con un mayor espesor y con la morfología propia de estas últimas a lo largo del pie oriental de la depresión y en las cercanías del seno austral del lago Caviahue. Otros remanentes se observaron a mayores alturas al oeste de las lagunas Las Mellizas y en las nacientes del valle de Trapa-Trapa, las que ocasionalmente han sido confundidas con «avalanchas de rocas». También en el ambiente de las lavas preglaciares del Copahue y en forma de verdaderos nichos, aparecen sectores de esas geoformas de acumulación glaciaria.

Otros restos de *till*, bajo la forma de «erráticos», se distribuyen en forma dispersa en toda el área de la caldera, facilitando entender la extensión del englazamiento. Estas características no se han observado sobre la pequeña colada basáltica (tipo *aa*) que se derramó con marcado control del previo relieve, a partir de una única fisura (postglaciaria) hacia el valle de Trapa-Trapa. Se comprobó su posterioridad a los principales lineamientos estructurales este-oeste de esa zona, que aparecen cubiertos por ella. Las jóvenes coladas que invadieron el valle chileno de Lomin, provenientes del

lado sur del aparato del volcán Copahue, también son postglaciares (A. Folguera com. pers.).

Los cuerpos de agua alojados en la depresión tienen variados orígenes. Suelen ser una consecuencia de la abrasión glaciaria como la laguna Achacosa y aquellas menores del tramo superior del valle de Trolope. Otras veces la abrasión estuvo ocasionalmente concentrada por un previo control de debilidad estructural (lagunas de las Mellizas por la falla de Trapa-Trapa y los dos senos del lago Caviahue).

La laguna Trolope se debe a un deslizamiento reciente que obstruyó el curso del arroyo homónimo (Fig. 2), en tanto que aquella del Escorial ocupa un cráter marginado por lava. Se postula que un posterior colapso de la lava generó esta depresión. La del Rincón resultaría de una fase local de un flujo del tipo compresivo, generado por la citada prominencia del sustrato que obstaculizó el normal desplazamiento del glaciar en el valle del Trolope..

Actualmente el englazamiento se halla reducido al área del volcán Copahue, bajo la forma de pequeños glaciares, uno de los cuales suministra el agua a su laguna.

La probable proyección de las acumulaciones preglaciares aguas debajo de la «glaciación raquílica» de Groeber (1925), no ha sido precisada.

Recientemente Bermúdez y Delpino (1999) han descrito erupciones subglaciales en el área de la depresión Caviahue-Copahue. Localiza una de ellas a unos 50-70m aguas abajo de la «cascada del Agrio» (Fig. 3 de su informe). La estructura lávica allí observada, la ausencia de un supuesto *Drift Caviahue* en la base del perfil y la correspondencia de esas exposiciones con lavas basálticas preglaciares (1,4 Ma; Linares *et al.* 1999), no avalan su propuesta.

El propuesto *drift* es un reducido desarrollo local de coluvio en la parte basal de los laterales de la estrecha garganta que recorre el río, cuyo lecho constituido por una plana superficie del sustrato basáltico, el que prácticamente carece allí de cubierta aluvial.

Pequeños cuerpos atribuibles a esa génesis se hallan al pie oriental del cerro Mesa (P. Sruoga, com. pers.), cerca del sistema de las sillas de esquí. También los reconoce sobre la superficie de la enorme colada preglacial del volcán Copahue, marginada en su parte norte y este por el curso superior del río Agrio. En las fotos aéreas estos cuerpos aparecen en forma de bajas, estrechas y alargadas irregularidades.

Inmediatamente al poniente de la laguna Trolope, el autor distinguió un conjunto de formas *drumloides* desarrolladas en rocas oscuras, de aparente composición básica, densamente fracturadas, elongadas en sentido oeste-este, que muestran un perfil más abrupto en su extremo oeste. Estos rasgos morfológicos —resultantes a criterio del autor de la abrasión glaciaria— conformarían un pequeño *campo de drumlins*.

Bermúdez y Delpino (1999), diferencian dos *drifts*, a los que denominan «Drift Caviahue» (el más antiguo) y

«Drift Trolope» (el más joven). Para ello, se basan exclusivamente en una aceptación de las «dos glaciaciones» previamente propuestas por Groeber (1925), una interpretación que es argumentalmente descartada en esta presentación.

Lamentablemente no aportan ningún argumento morfológico o sedimentológico, que abogue por la validez de las dos unidades morfoclimáticas propuestas. Tampoco adjuntan un carteo de su distribución y sólo hacen una vaga mención de «afloramientos del Drift Caviahue» (Dgl).

En una imprecisa y muy esquemática figura 1, ubican su situación al sur del lago («Dgl»). Ella coincide prácticamente con los límites distales de un antiguo deslizamiento -fotogramétricamente interpretado- cuya cicatriz de arranque, interna a la depresión, interrumpe abruptamente la suave traza del borde sur-este de la caldera (Fig. 2).

La edad mínima del englazamiento ha sido estimada en 30 ka de acuerdo al análisis de una muestra de turba extraída de una planicie glacifluvial en las cercanías de la «Puerta de Trolope» (INGEIS 1994, en Bermúdez y Delpino 1999). Según L. Fauqué (com. verb.), ella fue extraída de la parte superior de un arco morénico adyacente al tramo de la «subida de Trolope».

En la figura 2 está esquematizada la situación aproximada de dos lahares modernos. Uno de ellos se desplazó por el valle superior del río Agrío y el otro corresponde a las cabeceras del valle del Lomin, en territorio chileno (A. Folguera com. pers.). Gracias a este colega y con un mismo criterio, se señalan para esa zona algunas erupciones consideradas subglaciarias.

El denominado «Domo ácido» (Pesce 1989), es previo al englazamiento. El «Intrusivo no controlado» o C° Chaqui (Fig.2) fue examinado recientemente (febrero del 2002) y se comprobó que es un cuerpo intrusivo mesosilíceo, aparentemente emplazado en una depresión menor (caldera?), cuyo origen y relación temporal no ha sido establecida. Sólo se confirma su alojamiento en el ambiente de la Fm. Hualcupén.

Al reducido espesor general de las acumulaciones de *till* comprobado en el área de la depresión, podría haber contribuido la reducida movilidad y velocidad de la enorme y concentrada masa de hielo que se hallaba constreñida en ese alojamiento por los elevados y abruptos límites de la caldera. Inicialmente sólo mostró como ágiles vías de escape las reducidas difluencias glaciarias y los estrechos valles de Trolope-Agrío y Hualcupén. Esto último justificaría su «desborde» por las lenguas glaciarias que albergaron.

Conclusiones

Se modifica aquella primaria proposición de Groeber (1925), quien diferenciaba dos glaciaciones («primera y segunda») en la región de Caviahue-Copahue y sus adyacencias. Sólo se reconoce un único episodio

glaciario, el que luego de alcanzar su máximo, entró en una fase de continua y rápida recesión.

Esa previa propuesta tiene su origen en la errónea interpretación de ciertas acumulaciones locales halladas en algunos valles de la región, como pertenecientes a depósitos de *till* y propios de morenas terminales, a las que se consideró correspondientes a una «segunda glaciación», cuando en realidad los mencionados depósitos se vinculan genéticamente con grandes deslizamientos que ocurrieron con posterioridad al englazamiento (Cajón Chico; valle del Trocomán y Picun-Leo). Se sugiere que esos movimientos gravitacionales han sido promovidos por sismos. En otro caso, hubo una errónea interpretación de una delgada acumulación de morenas de fondo sobre un dorso rocoso, como terminales (zona de afluencia del arroyo Trolope al río Agrío).

Se descarta igualmente una reciente propuesta de diferenciar un *Drift Caviahue*, más antiguo y correspondiente a la «primera glaciación» de Groeber (1925) y un *Drift Trolope* más joven, de la «segunda glaciación».

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Bermúdez, A. y Delpino, D., 1999. Erupciones subglaciales y en contacto con el hielo en la región volcánica de Copahue, Neuquén. 14° Congreso Geológico Argentino (Salta), Actas II: 250-253. Buenos Aires.
- Delpino, D. y A. Bermúdez, 1993. La actividad del volcán Copahue durante 1992. Erupción y emisiones de azufre piroclástico, Provincia del Neuquén, Argentina. 12° Congreso Geológico Argentino (Mendoza), Actas IV: 292-301. Buenos Aires.
- Dirección Nacional de Geología y Minería, 1973. Mapa Topográfico de la Hoja Geológica 33a, Volcán Copahue, Provincia del Neuquén. SEGEMAR. Inédito.
- Flint, F., 1971. Glacial and Quaternary Geology. John Wiley and Sons, NY., 892 páginas.
- Flint, F. y Fidalgo, F., 1993. Geología glacial de la zona de borde entre los paralelos 39° 10' y 41° 20' de latitud sur en la Cordillera de los Andes, República Argentina. Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín n° 93, 35 páginas. Buenos Aires.
- González Díaz, E.F., 1998. Mapa Geomorfológico de la Hoja Geológica «Las Ovejas» (3772-II), Provincia del Neuquén, escala 1:250000. Dirección de Geología Ambiental y Aplicada, SEGEMAR. Inédito.
- González Díaz, E.F., 2001a. Mapa Geomorfológico del área de la Caldera Caviahue-Copahue y adyacencias (Neuquén), a escala 1:90000. Dirección de Geología Ambiental y Aplicada, SEGEMAR. Inédito.
- González Díaz, E. F., 2001b. Mapa-Inventario de los grandes deslizamientos y avalanchas de rocas en el norte de la Provincia del Neuquén. Dirección de Geología Ambiental y Aplicada, SEGEMAR. Inédito.
- González Díaz, E. F., Fauque, L. E., Giaccardi, A. D. y Costa, C. H., 2000. Las lagunas de Varvar Co Campos y Varvar Co Tapia (N. del Neuquén, Argentina): su relación con avalanchas de rocas. Revista de la Sociedad Geológica Argentina, 55(3): 147-164. Buenos Aires.
- González Díaz, E. F., Giaccardi, A. D. y Costa, C. D., 2001. La avalancha de rocas del río Barrancas (Co. Pelán), norte del Neuquén: su relación con la catástrofe del río Colorado (29-12-1914). Revista de la Asociación Geológica Argentina (en prensa).

- Groeber, P., 1925. La región de Copahue y su glaciación diluvial. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos (GAEA), 1 (3): 92-110. Buenos Aires.
- Groeber, P., 1947. Observaciones a lo largo del Meridiano 70. 3. Hojas Domuyo, Mari Mahuida, Huarhuar Co y parte de Epu Lauken. Revista de la Asociación Geológica Argentina, II: 347-408. Buenos Aires.
- Holmberg, E., 1978. Rasgos Geomorfológicos, en: Geología y Recursos Naturales del Neuquén. 7° Congreso Geológico Argentino (Neuquén), Relatorio: 119-127. Buenos Aires.
- Iaffa, D., González Díaz, E. F. y Folguera, A., 2001. Tectónica compresional postglaciaria en la Cordillera Neuquina, río Picun Leo (37° 30'S). 14° Congreso Geológico Argentino (El Calafate, Santa Cruz), Actas, I: 53-58. Buenos Aires.
- INPRES, 1977. Publicación Técnica n° 5, 38 páginas. Instituto Nacional de Prevención Sísmica. San Juan.
- JICA (Japan International Corporation Agency), 1988. The feasibility study on the Northern Neuquén. Geothermal Development Project (Progress Report), 94 páginas. Inédito. SEGEMAR.
- Linares, E., Osters, H. A. y Mas, L., 1999. Cronología Potasio-Argón del complejo efusivo Copahue-Caviahue, Provincia del Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 54 (3): 240-247. Buenos Aires.
- Mazzoni, L.A. y Licitra, D. T., 2000. Significado estratigráfico y volcanológico de depósitos de flujos piroclásticos neógenos con composición intermedia, en la zona del lago Caviahue, Provincia del Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 54 (3): 249-247. Buenos Aires.
- Narciso V., Santamarina G. y Zanettini, J. C. 2000. Hoja Geológica «Barrancas» (3769-I), escala 1:250000, Provincias del Neuquén y Mendoza. Boletín n° 253. IGRM, SEGEMAR. Buenos Aires.
- Pesce, A.H., 1989. Evolución volcano-tectónica del Complejo Efusivo Copahue-Caviahue y su modelo térmico preliminar. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 44 (1-4): 307-327. Buenos Aires.
- Rovere, E., Castelli, A., Hugo, C., Leanza, H., Taura, S. y Folguera, A. 2000. Mapa Hoja Geológica Andacollo (3772-IV), Provincia del Neuquén. Carta Geológica de la República Argentina, Escala 1:250000, IGRM, SEGEMAR, (Mapa Preliminar, sin texto). Buenos Aires.
- Sharp, R. P., 1969. Semiquantitative differentiation of glacial moraines near Convict Lake, Sierra Nevada, California. Journal Geology 77 (1): 68-91.
- Zanettini, J. C., 2000. Mapa Geológico a escala 1:250000 de la Hoja Geológica «Las Ovejas» (3772-II), Provincia del Neuquén. Dirección de Geología Regional, IGRM, SEGEMAR (sin texto). Buenos Aires.

Recibido: 20 de diciembre, 2001

Aceptado: 14 de abril, 2003