



## MANTOS DE GRAVA Y EVOLUCIÓN DEL PAISAJE EN EL SUROESTE DE LA PROVINCIA DEL CHUBUT (ARGENTINA), DESDE EL MIOCENO HASTA EL PRESENTE

*Gravel sheets and landscape evolution of the southwest of Chubut province (Argentina) from the Miocene to Present*

Oscar Martínez, Marisa González, Mariela Toppazzini y Adriana Kutschker

Univ. Nac. de la Patagonia S.J.B., Sede Esquel. C.P. 9200, Ruta 259, km 16,5. Esquel, Chubut, Argentina.  
 oscarm@unpata.edu.ar, marisa.ejarque@speedy.com.ar, marielatoppa@gmail.com, adrikut@gmail.com

**Abstract:** *The major geomorphological features of a large sector (30,000 km<sup>2</sup>) of west-central Argentine Patagonia were studied. More than twenty gravel sheets (patagonian gravels), five/six end moraine systems, ten great endorheic basin and a significant number of smaller ones, extensive structural volcanic terraces, some large alluvial fans and alluvial fan/deltas relatively modern and bajadas and covered pediments were described. The geomorphology of the region was produced during the Neogene by the occurrence tectonic and magmatic events and then by the effects of more than twenty glaciations which deposited most gravel sheets. At that time, the endorheic basins were generated and deepened by hydro-wind action, essentially by deflation processes. These latter phenomena were associated with spectacular relief inversion. There are fewer levels of gravels, located at higher altitudes, which could not be spatially linked with frontal moraines, although their most abundant boulders of granitic composition could only be explained if the source area had been located in innermost (western) andean areas and in correspondence with ancient glaciations, maybe of Miocene age and, possibly, of piedmont type glaciation.*

**Key words:** *Patagonian Gravels, endorheic basin, glaciations, Neogene-Quaternary.*

**Resumen:** *Se individualizaron y caracterizaron los principales rasgos geomorfológicos de un amplio sector (30.000 km<sup>2</sup>) del centro-oeste de la Patagonia Argentina, que incluyen más de veinte terrazas de gravas, cinco/seis sistemas de morrenas frontales, diez grandes cuencas endorreicas y un número importante de las mismas de menores dimensiones, extensas terrazas estructurales de origen volcánico, algunos grandes abanicos aluviales y abanicos/delta relativamente modernos y bajadas y pedimentos cubiertos que se adosan a los flancos de las distintas serranías. El modelado de la región se produce durante el Cenozoico superior (Neógeno-Cuaternario) por la ocurrencia de eventos tectono/magmáticos a los que se les adicionaron los efectos de las glacitaciones (alrededor de veinte) durante las cuales se depositaron la mayoría de los mantos de gravas y se profundizaron las cuencas endorreicas por acción hidro-eólica. Estos últimos fenómenos estuvieron asociados a inversión del relieve de gran escala. Existe un número menor de niveles de gravas, ubicados a mayores altitudes, que no han podido ser vinculados espacialmente a frentes morrénicos, aunque la mayor abundancia de cantos rodados de composición granítica en estos sólo se explicaría si el área de aporte hubiese estado ubicada en sectores más internos (occidentales) de la cordillera, correspondiéndose así con glacitaciones muy antiguas, inclusive de edad miocena, posiblemente de tipo pedemontano.*

**Palabras clave:** *Mantos de gravas, cuencas endorreicas, glacitaciones, Cenozoico superior (Neógeno-Cuaternario).*

Martínez, O., González, M., Toppazzini, M. y Kutschker, A. (2014): Mantos de grava y evolución del paisaje en el suroeste de la provincia del Chubut (Argentina), desde el Mioceno hasta el Presente. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 27(2): 39-50.

El área de estudio está ubicada en el suroeste de la provincia del Chubut, en el centro de la Patagonia, comprendiendo en gran medida a la cuenca del Río Senguerr, el que desemboca en el Bajo Sarmiento (Fig. 1). La misma incluye un número importante de geoformas de gran tamaño como cuencas endorreicas (bajos sin salida), planicies de gravas dispuestas en terrazas (pampas de rodados) y mesetas basálticas, todas características de la Patagonia Extra-andina. Desde un enfoque geomorfológico, el área puede ser dividida en dos grandes franjas orientadas longitudinalmente. Una occidental, la “franja glacial”, ubicada en la vertiente este de la cordillera, caracterizada por los rasgos propios del área terminal de los glaciares del Pleistoceno. En el sector oriental, denominado “franja fluvial”, se destacan las extensas planicies de gravas en terrazas que, en su mayoría, finalizan en el actual curso del Río Senguerr y en la vertiente occidental de la Sierra de San Bernardo. Sobre estas planicies se han desarrollado algunas notables cuencas endorreicas. En la “franja glacial”, coincidiendo con los principales valles transversales de la cordillera, se confirmaron ocho grandes paleólóbulos glaciales, que ordenados de norte a sur son el Lóbulo “Río Pico” (fuera del área de estudio), el Lóbulo “Río Apeleg”, el Lóbulo “Lago Fontana”, el Lóbulo “El Coyte”, el Lóbulo “Río Mayo”, el Lóbulo “Lago Blanco” y en el límite sur del área de estudio, el Lóbulo “Lago Buenos Aires” que ocupó, en reiteradas oportunidades, la gran depresión del actual Lago Buenos Aires.

El análisis de la morfogénesis de este acotado, aunque extenso sector (>30.000 km<sup>2</sup>), se ha focalizado, esencial-

mente, en las características y desarrollo de los mantos de gravas. El origen de estos depósitos es aún muy discutido por cuanto su acumulación puede deberse tanto a procesos fluviales de pie de monte (asociados a pulsos tectónicos) como a corrientes glaciofluviales; por ello, cuando aparecen como remanentes dispuestos en terrazas y aislados (desconectados de crestas morrénicas) se hace extremadamente difícil establecer cuál de estos fenómenos los generó. El origen y edad de las cuencas endorreicas continúa siendo, también, objeto de discusiones entre la comunidad científica (Martínez, 2012). Es así que la generación de nuevas contribuciones que atiendan estos temas debe ser bienvenida, teniendo en cuenta la complejidad del problema y la extensión sobre la cual se distribuyen estas conspicuas unidades de paisaje.

El presente trabajo aporta nueva información que permite complementar estudios previos proponiendo un modelo morfogenético basado, fundamentalmente, en observaciones geomorfológicas y en análisis sedimentológicos y petrológicos de las acumulaciones de gravas. La propuesta morfoestratigráfica elaborada ha tomado como marco de referencia los esquemas glacioestratigráficos relativamente recientes (Martínez, 2005a; Rabassa, 2008; Rabassa *et al.*, 2011) para los sectores ubicados al norte y al sur del área.

#### Antecedentes

Distintos autores han realizado estudios geológicos de escala regional que incluyen o solapan el área aquí consi-

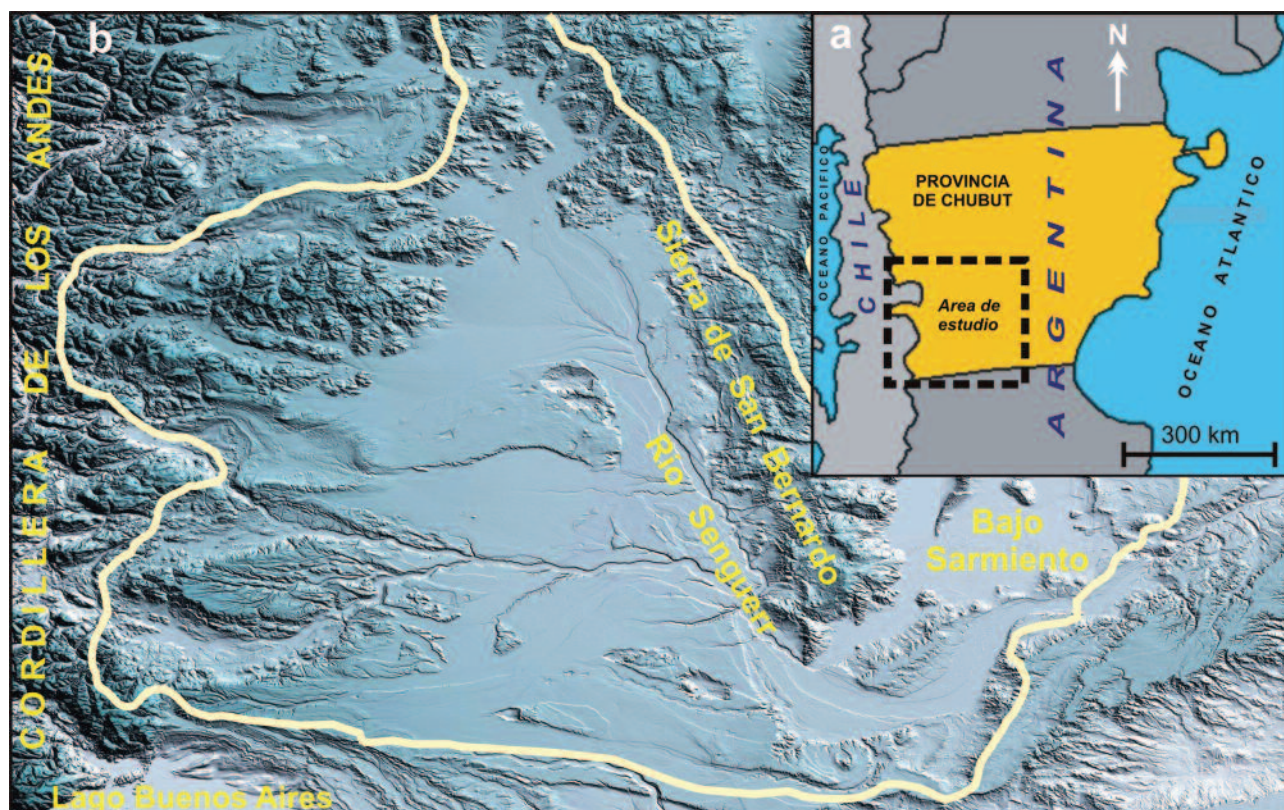


Fig. 1.- a) Situación de la zona estudiada en Argentina. b) Área de estudio con los límites de la cuenca del Río Senguerr, que desemboca en el gran Bajo Sarmiento

derada (Lizuain *et al.*, 1995; Panza *et al.*, 2003) mientras que otras contribuciones se han ocupado de la geomorfología y de la geología del Cuaternario (Césari y Simeoni, 1994; Quartino *et al.*, 1996; Lapido y Pereyra, 1999; Pereyra, 2007; entre otros).

Algunos de los estudios recientes sobre las glaciaciones cenozoicas en la región son los de Clapperton (1993), Malagnino (1995), Rabassa (2008), Lagabriele *et al.* (2010), Martínez *et al.* (2011) y Rabassa *et al.* (2011), contribuciones que se han considerado como referencia estratigráfica para el presente trabajo.

La discusión sobre el origen de las cuencas endorreicas patagónicas subsiste en la literatura especializada desde que Hatcher (1903) propuso un origen marino para estas depresiones. Schiller (1923) introduce el concepto de “sublavado” y Feruglio (1950) fue el primero en proponer un origen múltiple especialmente en aquellos bajos de grandes dimensiones destacando, sin embargo, como factor primordial a la acción eólica, ideas que fueron apoyadas y desarrolladas por Fidalgo y Riggi (1965), Methol (1967) y González Díaz y Malagnino (1984). Frenguelli (1957) consideró a la acción eólica como el agente primordial. Césari y Simeoni (1994), Quartino *et al.* (1996) y Simeoni (2008) proponen un origen hidro-eólico y destacan los fenómenos de inversión del relieve involucrados en estos procesos, retomando las ideas de Fidalgo y Riggi (1965) y González Díaz y Malagnino (1984). Un análisis más pormenorizado de estas y otras contribuciones y una propuesta de clasificación de los bajos sin salida en el norte y centro de Patagonia son presentados en Martínez (2012).

El origen de los niveles de gravas, tradicionalmente englobados bajo la ambigua denominación de “rodados patagónicos” y que constituyen uno de los principales objetivos de estudio en este trabajo, ha sido discutido, también, por numerosos autores. Comenzando con Darwin (1846) quien fue el primero en realizar observaciones científicas sobre estos depósitos aunque asignándoles, erróneamente, un origen aluvial/marino. Desde entonces, otros orígenes, muy variados, han sido propuestos, incluyendo el fluvial (pie de monte), periglacial, glaciofluvial y sus combinaciones. Fidalgo y Riggi (1965, 1970), a partir de observaciones geomorfológicas y sedimentológicas, los dividen en fluviales de pie de monte y glaciofluviales. La obtención de dataciones numéricas en basaltos interdigitados en estas gravas le permitió a Mercer (1976) proponer el desarrollo de acumulaciones glaciofluviales pre-pleistocenas. Clapperton (1993) y luego Lapido y Pereyra (1999) indican que las gravas del extremo norte de Patagonia, entre los ríos Negro y Colorado, tienen un origen predominantemente pedemontano mientras que aquellas de la Patagonia central y meridional, provincias de Chubut y Santa Cruz, son de naturaleza principalmente glaciofluvial. El trabajo de Panza (2002) brinda un panorama integrador de los depósitos de gravas cenozoicas en el sur de Patagonia y trabajos más recientes sobre este tema, para toda Patagonia, fueron elaborados por Martínez y Coronato (2008), Martínez *et al.* (2009) y Martínez y Kutschker (2011).

## Metodología

### *Estudios geomorfológicos*

Como ya se ha mencionado, existen numerosas contribuciones sobre la geología y la geomorfología de la región y, por ello, la presente contribución ha tratado de sintetizar esta información incorporando descripciones e interpretaciones propias orientadas, fundamentalmente, al análisis de los mantos de grava presentes en el área. Así, se procedió a identificar unidades morfoestructurales (aquellas claramente discernibles en las imágenes radar *Shuttle Radar Topography Mission* de resolución 90 m y, ocasionalmente, en fotografías aéreas de escala 1:80.000) entendiéndose a las mismas no sólo como geoformas sino, también, como cuerpos mono- o pluri-litológicos que se determinan por sus discontinuidades infra- y supra-limitantes. De esta manera, se individualizaron unidades morfológicas y/o sedimentarias compuestas de materiales similares aunque de distinta edad e, inclusive, distinto origen y que por sus características y contexto permitieron agruparlas según su origen (tectónico, glacial, glaciofluvial, fluvial, eólico, volcánico, poligenético, etc.). Posteriormente, estas unidades se ordenaron cronológicamente aplicando los criterios de a) secuencia, que consiste en observar la ubicación en el plano horizontal y con respecto a la zona de alimentación, y con relación a las otras unidades depositadas en el mismo vector morfodinámico; b) altura relativa, asumiendo que la posición altitudinal de la unidad es indicadora de edad relativa (*a priori*, mayor altitud puede atribuirse a mayor edad); c) conservación de la morfología, considerando que a mayor modificación de la hipotética y reconstruida morfología original le corresponde una mayor antigüedad; y d) aspecto de los materiales, que incluye un variado número de métodos y variables (aureolas de meteorización, desgranamiento superficial o *pitting*, desarrollo de ventifactos, entre otros) que cuantifican y cualifican el grado de alteración del depósito, aspecto que usualmente es función directa de la edad del mismo. No se ha representado cartográficamente, en el presente trabajo, toda la información geomorfológica debido a que se ha preferido optar por un esquema que privilegie la visualización de las unidades de grava identificadas, las relaciones espaciales entre ellas y con los frentes morrénicos y las paleodirecciones de los flujos hídricos que las generaron.

### *Análisis sedimentológicos de las unidades de gravas*

Con el objetivo de establecer la procedencia y la génesis de las distintas unidades de gravas se procedió a la toma de muestras para someterlas a análisis morfométricos y composicionales. La mayoría de los puntos de muestreo fueron seleccionados en gabinete sobre un esquema geomorfológico preliminar mientras que otros fueron escogidos durante las tareas de campo. Es necesario destacar que si bien los mantos de gravas de Patagonia suelen tener grandes extensiones, la posibilidad de encontrar cortes naturales o artificiales que expongan los materiales es muy escasa a tal punto que algunos niveles de grava no han podido ser

muestreados. Los puntos de muestreo tuvieron, entonces, una distribución aleatoria y suelen estar ubicados a distancias importantes unos de otros. Estos condicionamientos deben ser considerados a la hora de evaluar los resultados y la interpretación de los datos. Por un lado, se tomaron muestras en cortes verticales naturales (acantilados en ríos y arroyos) o artificiales (carreteras, caminos y canteras). Se consideraba, *a priori*, y luego se confirmó, que este tipo de muestreo es el más fiable y representativo de las características originales del depósito. Las muestras se tomaron sobre una franja de 50 cm de ancho y 1 m de profundidad debajo del nivel calcáreo (presente prácticamente en todos los perfiles muestreados), lo que usualmente ha significado que la franja de muestreo se ubique a más de 2 m por debajo de la superficie topográfica (Fig. 2a). Con esto se ha pretendido otorgarle al muestreo un carácter de uniformidad que, sin embargo, no garantiza una absoluta representatividad para depósitos que suelen superar los 10 m de espesor. Para evitar considerar gravas que hubiesen sido afectadas por procesos post-sedimentarios (esencialmente procesos criogénicos propios de condiciones periglaciales durante las glaciaciones) se recolectaron clastos con diámetros superiores a los 6 cm, considerando que esta granulometría es menos susceptible de ser alterada por los mencionados procesos. Por otro lado, se tomaron algunas muestras de la superficie de las unidades de grava asumiendo que estas reflejarán, en menor medida, las condiciones originales del depósito debido a que han sido perturbadas durante los períodos glaciales por procesos criogénicos, meteorización, erosión eólica (deflación) y acción pluvial y fluvial post-sedimentaria. Estos fenómenos modificaron, probablemente, la granulometría y la fábrica del nivel expuesto directamente a las condiciones atmosféricas (esencialmente por pérdida de finos y concentración de gruesos). Para el muestreo en estos casos se procedió a delimitar, en cada punto seleccionado, un área de 1 m<sup>2</sup> mediante la utilización de un aro plástico (Fig. 2b) determinándose, antes de proceder a la toma de las muestras, el tipo de matriz, su porcentaje sobre la superficie total del punto, se verificó la presencia o no de alineación preferencial del eje mayor de los rodados, midiéndose el azimut cuando correspondió. A los clastos considerados en ambos tipos de muestreos (verticales y superficiales) se les midieron las longitudes de los ejes mayor, intermedio y menor (L1, L2 y L3) y se procedió a calcular: a) el cociente entre el eje intermedio y el menor, b) el cociente entre el eje menor y el intermedio, c) la ecuanticidad (Spalletti, 2007), d) el Índice de Sneed, e) la esfericidad, f) el aplastamiento, g) la portancia (Spalletti, 2007), h) la geometricidad (Zingg, 1935), i) el redondeamiento, j) la rugosidad superficial y k) la litología del canto rodado. Cuando fue posible, este último parámetro se estableció *in situ*, mediante uso de lupa geológica, y se utilizaron las siguientes tipologías generales: plutónicas ácidas (PA), plutónicas mesosilíceas (PM), plutónicas básicas (PB), hipoabisales ácidas (HA), hipoabisales mesosilíceas (HM), hipoabisales básicas (HB), volcánicas ácidas (VA), volcánicas mesosilíceas (VM), volcánicas básicas (VB), piroclastitas (Pi), rocas metamórficas (Me) y rocas sedimentarias (Se) (Figs. 3 y 4).

## Resultados

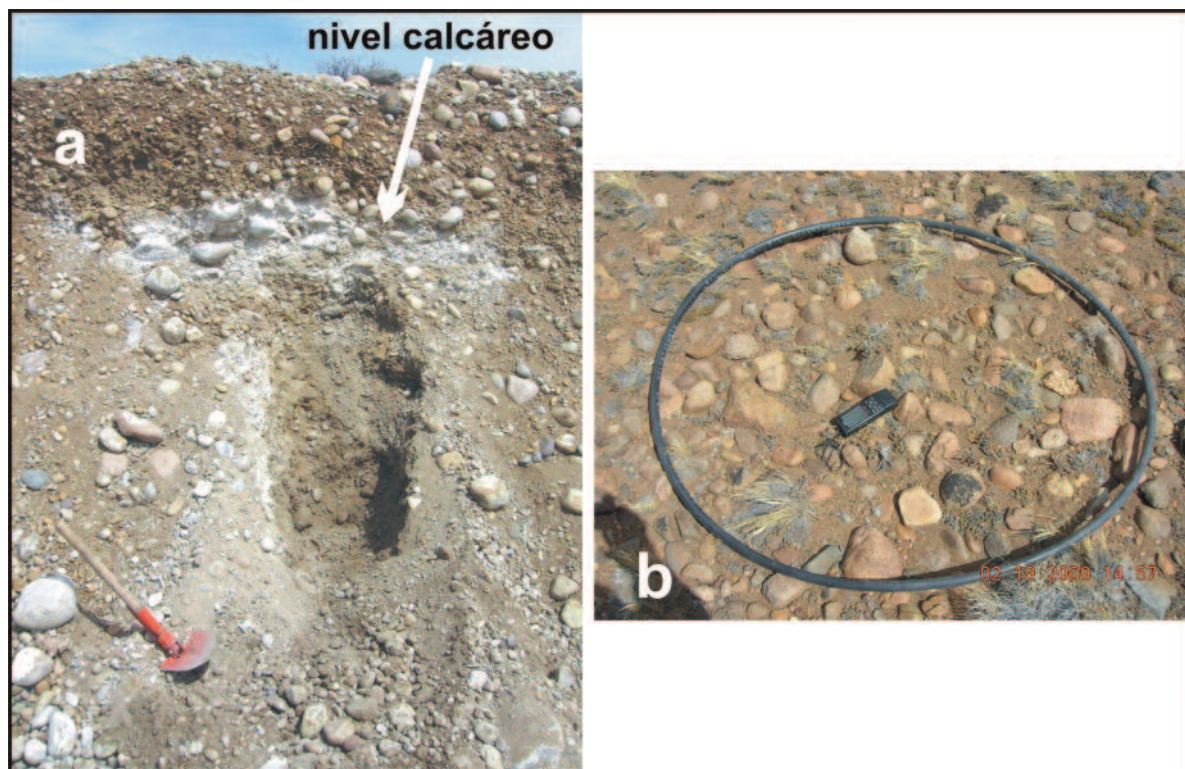
### Geomorfología

Las principales geoformas identificadas y estudiadas, cartografiadas a la escala de trabajo considerada, fueron:

- Macizos rocosos (principales unidades orográficas).
- Morrenas marginales y formas asociadas (morrenas de fondo, planicies glaciolacustres y planicies glaciofluviales intramorrénicas).
- Niveles (terrazas) de gravas ("pampas de rodados patagónicos").
- Terrazas fluviales y planicies aluviales asociadas a los cursos de agua actuales.
- Cuencas endorreicas (bajos sin salida).
- Unidades de lavas (y puntos de emisión volcánica).
- Abanicos aluviales, abanicos/deltas, bajadas y pedimentos (glacis).
- Cuencas lacustres, ocasionalmente coincidentes con grandes cuencas endorreicas.

Si se exceptúan las mesetas basálticas, los afloramientos rocosos (a) más destacados son aquellos correspondientes a la Cordillera Norpatagónica en el oeste y la Sierra de San Bernardo en el este. En el primer caso se corresponden con rocas ígneas, esencialmente volcánicas mesosilíceas mientras que la Sierra de San Bernardo consiste en una secuencia sedimentaria plegada parcialmente cubierta por basaltos. Entre ambas unidades orográficas se extiende una inmensa pampa de rodados compuesta, en realidad, por numerosos niveles de gravas que comienzan en la cordillera y, la mayoría, termina en el actual valle del Río Senguerr, mientras que otros continúan hacia la costa atlántica, bordeando por el sur la Sierra de San Bernardo.

Existen en el sector notables crestas morrénicas (b) de decenas de kilómetros de extensión, con alturas que suelen superar los 150 m, constituidas por sedimentos glaciales (*till* grueso a muy grueso). En planta se observan con forma de arco convexo hacia el este ajustándose a la paleoforma de las áreas terminales de los glaciares que provenían del oeste. Constituyen secuencias de entre 3 a 7 unidades, que a veces se superponen y que se corresponden con las distintas posiciones (estabilizaciones) de los lóbulos de descarga del manto de hielo de montaña, durante el Pleistoceno. Se encuentran a la salida de los valles cordilleranos y algunas de ellas, las más antiguas, se conectan hacia el este con sus respectivas planicies glaciofluviales (niveles de gravas). En todos los valles la sucesión de estas crestas morrénicas definen un escalonamiento que desciende hacia el oeste debido a que, sin excepciones, la morrena marginal más interna y joven se ubica a menor altitud que la inmediatamente precedente. Esto es el producto, seguramente, de un menor tamaño del cuerpo de hielo (del manto de hielo de montaña y de sus lóbulos de descarga) pero también del incremento en la erosión del valle a medida que se sucedían las glaciaciones. Las áreas entre las crestas morrénicas están ocupadas por depósitos glaciogénicos que en algunos casos se corresponden con morrenas de fondo (esencialmente depósitos de *till*), en otros con depósitos glaciolacustres que definen planicies muy unifor-



**Fig. 2.-** a) Primer plano de un punto de muestreo vertical. La toma de la muestra se inicia inmediatamente debajo del nivel calcáreo. b) Primer plano de un punto de muestreo superficial. Se puede observar el aro plástico que se utiliza para delimitar la superficie a muestrear.

mes aunque, frecuentemente, estos sectores intramorrénicos se caracterizan por la presencia de planicies glaciofluviales que suelen proyectarse hacia el este, atravesando las morrenas y los depósitos glaciofluviales de las glaciaciones más antiguas. La continuidad hacia sectores extraandinos de varios de estos niveles de gravas glaciogénicas ha permitido darle mucha más certeza a la estratigrafía elaborada en el presente trabajo. En general, los niveles de gravas se presentan como terrazas (con escarpes que varían entre un par a decenas de metros de altura) y tienen extensiones muy variables. Algunos son particularmente grandes y de notable continuidad superficial mientras que otros constituyen reducidos relictos que han logrado escapar de la erosión. Están constituidos por depósitos de escasa cohesión que no superan los 15 m de espesor. La granulometría dominante es grava gruesa y muy gruesa (5,5 cm diámetro promedio) y arenas y gravilla como matriz (Fig. 2). El característico buen redondeamiento de estos materiales obliga a asociarlos a procesos fluviales o glaciofluviales, en muchos casos producto de más de un ciclo de transporte y erosión. Las planicies poseen, salvo contadas excepciones, una suave pendiente hacia el este/noreste. Como ya se ha dicho, algunas aparecen espacial y, por lo tanto, genéticamente vinculadas a las morrenas marginales ubicadas inmediatamente al oeste. Otras se conservan como remanentes desconectados de otros elementos del paisaje y, en estos casos, su origen resulta más incierto. Los niveles de gravas (n20, n21 y n22; Tabla 1) que han sido correlacionados, en este trabajo, con la Penúltima y Última Glaciación constituyen las terrazas glaciofluviales más bajas de los ríos y arroyos de la región (Arroyos Genoa,

Shaman, El Puma, Apeleg y los Ríos Senguerr, Mayo y Guenguel) y, por ello, se extienden paralelamente a estos cursos de agua. Estos depósitos están constituidos de gravas, arenas y sedimentos finos, usualmente estratificados y escasamente consolidados.

Las cuencas endorreicas (e) aparecen como depresiones cerradas o semi-cerradas (que fueron abiertas por la erosión fluvial durante el Holoceno), de diferentes formas y dimensiones (las más grandes de varios kilómetros de diámetro y centenares de metros de profundidad), que poseen un drenaje centrípeto y poco integrado. Responden a distintas tipologías (Martínez, 2011, 2012) y se han desarrollado tanto en los niveles de gravas, como sobre las coladas de basaltos y también en rocas sedimentarias y plegadas en las zonas más elevadas de la Sierra de San Bernardo. La deflación ha sido el proceso morfogenético de mayor incidencia en la génesis de estas geoformas y ha sido particularmente intensa durante los periodos glaciales, mientras que otros fenómenos como la remoción en masa, la escorrentía superficial y la estructura geológica preexistente, por citar algunos, habrían jugado un papel secundario aunque indispensable. Por otro lado, las cuencas endorreicas en el área de estudio constituyen excelentes ejemplos de inversión del relieve de gran escala, especialmente el Bajo Sarmiento y, en menor medida, el Bajo Grande, entre otros. Este fenómeno, que implicó el desplazamiento de grandes volúmenes de sedimentos finos hacia el Océano Atlántico, por acción de los vientos dominantes del oeste (*westerlies*), durante las glaciaciones se produce por la combinación de las condiciones climáticas extremas (periglaciales o *cuasi*-periglaciales) con un contexto geo-

lógico conveniente como lo es la abundancia de afloramientos de rocas muy friables (sedimentarias y piroclásticas), poco resistentes a la erosión.

Mantos de basaltos (f), extruídos durante distintos momentos del Neógeno y el Cuaternario cubren una importante superficie en el sector centro-oriental del área de estudio y constituyen, en muchos casos, las características mesetas patagónicas en estas latitudes. Se observan rodeando por el oeste, el norte y el este los lagos Musters y Colhué Huapi (Bajo Sarmiento) y cubren, además, una superficie importante de las estribaciones de la Sierra de San Bernardo. Estas unidades de lavas se apoyan en discordancia sobre el sustrato sedimentario y piroclástico mesozoico y tienen espesores variables que raramente superan los 20 m. Son numerosas las cuencas endorreicas que se disponen sobre estas superficies y en todos los casos se caracterizan por el desarrollo de laderas relativamente empinadas y la presencia de deslizamientos rotacionales, un rasgo muy distintivo que también caracteriza los escarpes que limitan este tipo de meseta patagónica. Unidades de lava de aparente edad Cuaternario se observan al poniente de la Sierra de San Bernardo, acompañando el trazado NW-SE del Río Senguerr. En este sector se observan, también, pequeños volcanes, o parte de ellos, de algunas decenas de metros de altura.

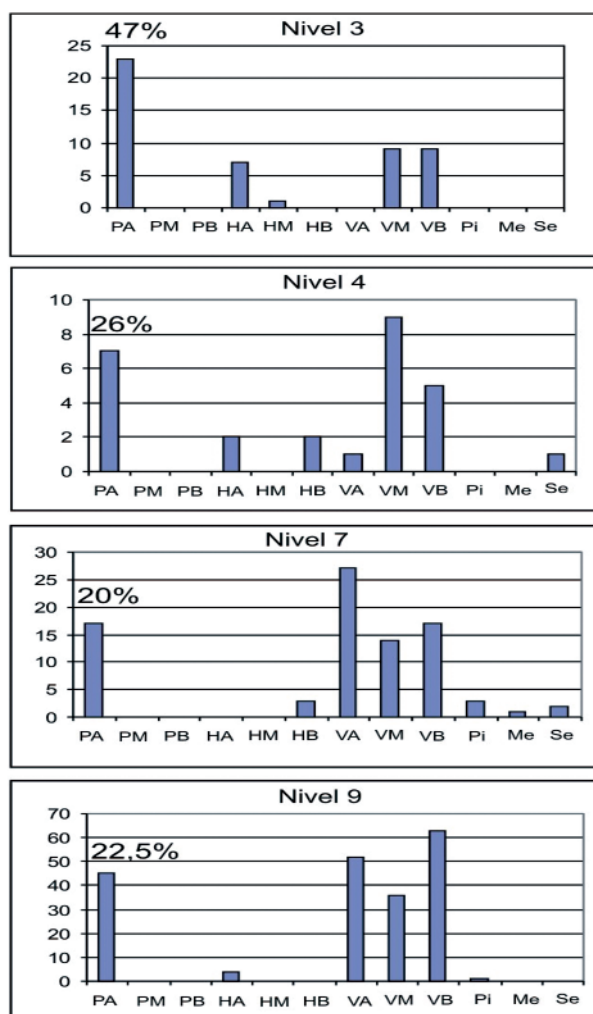
Otras geoformas de gran tamaño son los abanicos aluviales (g) que descienden desde el ámbito cordillerano hasta el valle del Río Senguerr, observables en el segmento norte del área (Fig. 6). Son formas activas, aunque notablemente desproporcionadas con relación a los cursos de agua que los atraviesan en la actualidad, y debido a que aparecen cubriendo a algunos de los niveles de gravas más jóvenes puede asumirse que se habrían generado con posterioridad al Máximo de la Última Glaciación (EIOM 2), seguramente a lo largo del Holoceno. Otro gran abanico, en realidad un abanico/delta, es aquel que se ha formado en la desembocadura del Río Senguerr en el Bajo Sarmiento (lagos Musters y Colhué Huapi). Existen en el área otras unidades de origen similar entre las que deben citarse las bajadas que cubren parcialmente la vertiente occidental de la Sierra de San Bernardo. Algunas planicies aluviales suelen tener dimensiones importantes y han merecido ser incorporadas al esquema geomorfológico. Se destaca la planicie del Río Senguerr, que en varios segmentos se halla confinada por los niveles de gravas (n20 y n22) correlacionados con la Penúltima y Última Glaciación (Tabla 1).

#### *Análisis sedimentológicos de las gravas*

Los análisis sedimentológicos no arrojaron resultados que permitieran establecer tendencias texturales en las acumulaciones de gravas. El tratamiento estadístico de las diferentes variables consideradas, mencionadas más arriba, que incluyeron análisis de contingencia, no expresaron una relación significativa entre las variables geométricas de los clastos y sus composiciones litológicas. Tampoco las pruebas Chi-cuadrado de Pearson arrojan resultados estadísticamente significativos (valores  $> 0,05$ ). También se calcularon los valores medios de las variables geométricas de los clastos para cada nivel con el fin de establecer al-

guna relación entre la morfología de las gravas y su correspondiente posición estratigráfica y, si bien se detectaron algunas anomalías estadísticamente significativas (por ejemplo un L1 promedio mayor a los valores esperados en los niveles n9 y n22, y ecuanticidad menor a la esperada en n4), la mayor parte de las variables medidas y calculadas no permiten establecer características sedimentológicas determinantes y categóricas.

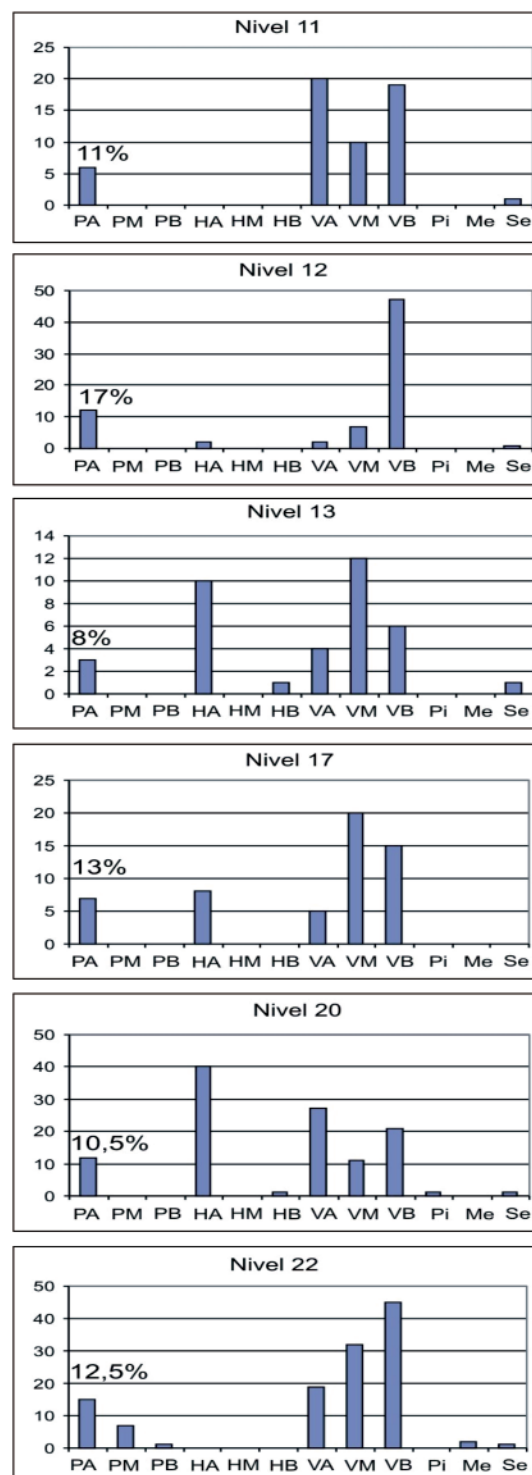
Por otro lado, la determinación de las composiciones litológicas de las gravas permitió identificar dos grupos principales de unidades. Un grupo de niveles con contenidos de granitoides (el término incluye desde granitos hasta tonalitas y se corresponden con la categoría "PA" de las Figs. 3 y 4) entre el 20% y el 47% (Figs. 3 y 4) que coinciden con aquellos que fueron asignados, mediante criterios geomorfológicos, a procesos sedimentarios más antiguos. El segundo grupo tiene entre el 8% y el 17% de granitoides e incluye a las acumulaciones que han sido correlacionadas con procesos glaciofluviales post-Gran Glaciación Patagónica (post-Pleistoceno medio alto, Figs. 3 y 4).



**Fig. 3.-** Histogramas de abundancia litológica (número de clastos en % vs. tipo litológico). Plutónicas ácidas (PA), plutónicas mesosilíceas (PM), plutónicas básicas (PB), hipoabisales ácidas (HA), hipoabisales mesosilíceas (HM), hipoabisales básicas (HB), volcánicas ácidas (VA), volcánicas mesosilíceas (VM), volcánicas básicas (VB), rocas piroclásticas (Pi), rocas metamórficas (Me) y rocas sedimentarias (Se). Se indica el porcentaje de plutónicas ácidas.

## Discusión

El presente trabajo se propuso como objetivo específico reconocer el origen de las unidades de gravas que yacen como remanentes aislados y desconectados de otros elementos del paisaje, aquellas que no permiten utilizar criterios geomorfológicos para tal fin. Para ello se realizaron recuentos de gravas en la mayor cantidad posible de niveles, lo que permitió establecer los porcentajes en contenidos litológicos. Este método, cuyas limitaciones ya fueron expuestas en párrafos anteriores, fue aplicado por Fidalgo y Riggi (1965) en las acumulaciones ubicadas en el límite entre las provincias de Chubut y Santa Cruz, franja latitudinal que se superpone en gran medida con el área considerada en el presente trabajo. En dicha contribución, y en otra posterior de alcance regional (Fidalgo y Riggi, 1970), estos autores concluyeron que los depósitos de “pedimentos” (glacis) tenían mayores porcentajes de vulcanitas (90% vulcanitas vs. 10% plutónicas/sedimentarias) con relación a aquellos de las “planicies fluvio-glaciales” (70% vulcanitas vs. 30% plutónicas/metamórficas/sedimentarias) y que esto se debía a la ubicación geográfica de las fuentes geológicas de los respectivos niveles. Fidalgo y Riggi (1965) concluyeron que los depósitos de pie de monte tuvieron su área de procedencia en una franja paralela y adyacente al actual límite internacional entre Argentina y Chile, caracterizada por un amplio dominio de rocas volcánicas mientras que las unidades de cantos rodados de origen glaciofluvial tuvieron su área de aporte en un sector ubicado al poniente, en un ambiente geológico con mayor abundancia de rocas plutónicas. Otro trabajo más reciente en el cual se aplicaron con éxito estos criterios metodológicos es el de Spalletti *et al.* (1986). Los resultados de los conteos realizados durante el presente trabajo indicaron una notoria mayor abundancia de rocas plutónicas (entre 47% y 20%) para los niveles de gravas más antiguos (n3, n4, n7 y n9; Fig. 3) con relación a los niveles más jóvenes de indudable origen glaciofluvial (n11, n12, n13, n17, n20 y n22; Fig. 4) los que tienen contenidos en rocas plutónicas sensiblemente menores (entre 10% y 17%). Más allá de las diferencias con los porcentajes calculados por Fidalgo y Riggi (1965, 1970), en este trabajo se considera que las acumulaciones de origen fluvial de pie de monte deben reflejar, en mayor medida, las litologías de los afloramientos cordilleranos proximales (vertiente oriental) mientras que en las de origen glaciofluvial deben estar mejor representadas las litologías distales (área central de la cordillera). Como ya se ha mencionado, el grupo de niveles post-Gran Glaciación Patagónica aparece con un claro empobrecimiento relativo en gravas de naturaleza plutónica y, por ello, deben ser vinculados a un área de aporte proximal (Figs. 4 y 5). Sin embargo, el origen glacial de estas acumulaciones queda confirmado por la inquestionable vinculación geomorfológica con las morrenas marginales de las glaciaciones del Pleistoceno. Por otro lado, el segundo grupo, de niveles más antiguos, posee mayores contenidos en rodados plutónicos lo que los hace afines a áreas de procedencia ubicadas en sectores cordilleranos distales. Esto constituye un elemento que relativiza la posibilidad de que



**Fig. 4.** - Histogramas de abundancia litológica (número de clastos en % vs. tipo litológico) para algunos de los niveles más modernos. Plutónicas ácidas (PA), plutónicas mesosilíceas (PM), plutónicas básicas (PB), hipoabisales ácidas (HA), hipoabisales mesosilíceas (HM), hipoabisales básicas (HB), volcánicas ácidas (VA), volcánicas mesosilíceas (VM), volcánicas básicas (VB), rocas piroclásticas (Pi), rocas metamórficas (Me) y rocas sedimentarias (Se). Se indica el porcentaje de plutónicas ácidas.

los mismos sean de origen fluvial, aunque esta interpretación no debería ser definitivamente descartada considerando, por ejemplo, las opiniones de Lagabrielle *et al.* (2010) quienes postulan que existen en el área del Lago Buenos Aires relictos de superficies de pie de monte cu-

NIVEL DE GRAVAS	EDAD (Estadios de <sup>18</sup> O Marino)	EVENTO CLIMATICO	GRANDES BSS ASOCIADOS	% PLUT. ACIDAS
Acumulac. actuales	Holoceno (EIO 1)	Actual Interglacial		
n22	Pleistoceno Superior (EIO 2)	Máx. Última Glaciación		12,5%
n21				
n20		¿Penúltima Glaciación?		10,5%
n19				
n18				
n17				13%
n16				
n15				17,5%
n14			Sa. Cuadra	
n13				8%
n12				17%
n11			Grande, La Cancha	11%
n10				
n9	Pleistoceno Tempr. (EIO 32)	Gran Glac. Patagónica	Lag. Verde	22,5%
n8	Plioceno	Glaciación Chipanque	Kensel, Slápeliz	
n7				20%
n6				
n5				
n4				26%
n3				
n2				
n1	¿Mioceno?		Sarmiento, del Salitral, Guadaloso	47%

**Tabla 1.-** La tabla relacionan los niveles de gravas con las cuencas endorréicas (BSS) que yacen sobre los mismos indicándose, además, los contenidos en granitoides de aquellos niveles en los cuales ha sido posible realizar muestreos (Figs. 3 y 4).

biertas de gravas, muy antiguas, posiblemente del Mioceno. Sin embargo, debido a que se ha demostrado la ocurrencia de glaciaciones en la región durante el Mioceno y el Plioceno (Mercer, 1976; entre otros), a nuestro entender, es más aceptable que, al menos, buena parte de estos niveles de gravas antiguos hayan sido generados por corrientes glaciofluviales.

Si se asumiera como verdadera esta hipótesis, también habría que considerar, al menos en el sector aquí analizado, las glaciaciones cenozoicas anteriores al Pleistoceno medio-alto tuvieron características muy distintas a las posteriores del Pleistoceno superior. Durante estas últimas, se emplazó en el centro de la Cordillera Patagónica un Manto de Hielo de Montaña que se extendió hacia ambas vertientes a través de lóbulos de descarga a modo de auténticos glaciares de valle (Clapperton, 1993; Rabassa, 2008). Por otro lado, los glaciares de la Gran Glaciación Patagónica, evento vinculado genéticamente a un nivel de gravas relativamente enriquecido en granitoides (n9), se caracterizaron, en algunos valles ubicados al norte del área de estudio, por el desarrollo de glaciares aparentemente más delgados y más extendidos lateralmente, constituyendo glaciares de pie de monte (Rabassa y Clapperton, 1990). Estos diferentes estilos de glaciación se habrían debido, al menos en el

norte de Patagonia (al norte de los 44° de latitud sur), a la ocurrencia de un evento tectónico que profundizó los valles de la región alrededor de los 0,750 Ma. (Rabassa y Clapperton, 1990; Rabassa, 1993; Martínez, 2005b). Una situación semejante o análoga podría haberse dado en el área considerada en el presente trabajo lo que explicaría que, efectivamente, existieron distintos tipos de glaciaciones para los dos lapsos considerados de tal manera que la paleodivisoria de hielos durante la Gran Glaciación Patagónica (GGP) y anteriores se haya ubicado en una posición más occidental que aquellas post-GGP, lo que proporcionaría una posible explicación a los mayores contenidos en granitoides en los emparentados niveles glaciofluviales.

La utilización de los conteos litológicos como complemento en la determinación de la génesis de distintos niveles de gravas puede ser efectiva sólo cuando la geología del área de aporte de los materiales es la apropiada. La aplicación de este método en este trabajo fue de gran utilidad pues permitió identificar dos grandes grupos de unidades de gravas y proponer hipótesis razonables acerca de la génesis de las mismas. Como contrapartida, las distintas variables texturales de los cantos rodados, medidas y tratadas estadísticamente, no resultaron útiles como indicadores de procedencia y génesis de los depósitos y es muy posible

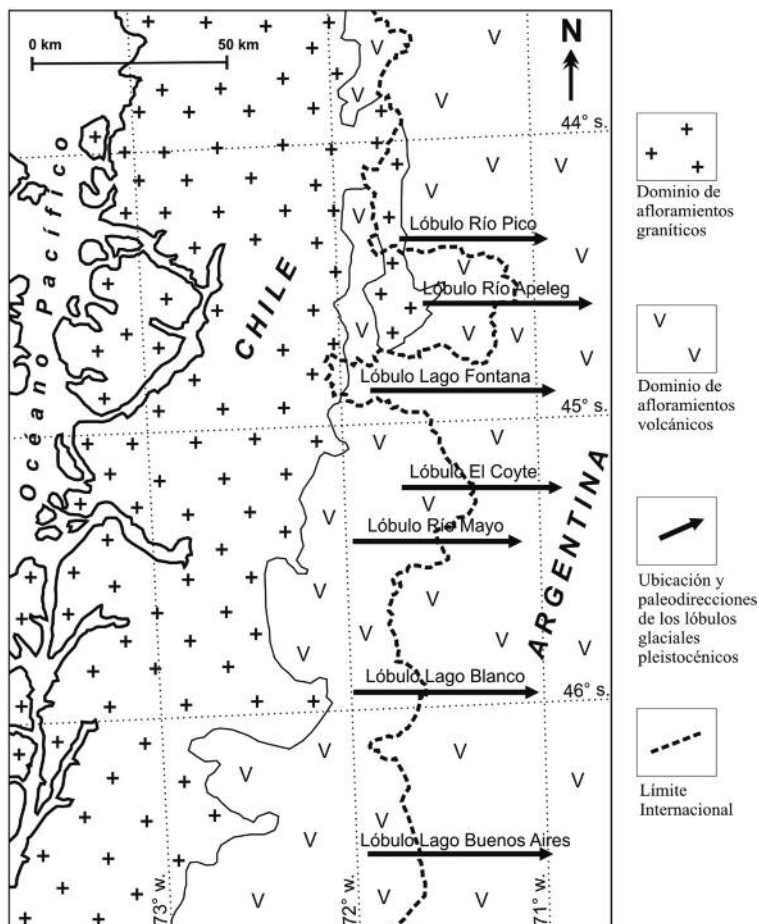


que esto se deba, fundamentalmente, a una insuficiente toma de muestras.

El modelo morfogénico aquí propuesto está soportado, fundamentalmente, en a) la estratigrafía de los niveles de gravas y en b) el esquema glacioestratigráfico definido para los sistemas de morrenas frontales del área, que fue correlacionado con los esquemas equivalentes de sectores aledaños. La identificación y correlación entre las unidades de gravas se logró mediante la aplicación de criterios geomorfológicos, los que en segunda instancia fueron complementados por las composiciones litológicas de las gravas. Los veintidós (22) niveles individualizados deben considerarse como un número máximo, asumiendo los autores que existe un error de sobreestimación (¿2-3 niveles?) debido a las dudas que subsisten en la correlación entre valles aledaños para algunas de las unidades de grava. Se considera que este error es propio de todo análisis geomorfológico y depende en gran medida de la información disponible (esencialmente topográfica). Si bien esta posible variación constituye un factor relevante, el esquema propuesto reviste una aceptable certidumbre por cuanto está estructurado, principalmente, en las unidades morrénicas asignables a la Gran Glaciación Patagónica y en sus correspondientes planicies glaciofluviales (n9). En el mismo sentido, importantes elementos de control estratigráfico son las morrenas y las planicies glaciofluviales pre-pleistocenas (n8), correspondientes a la Glaciación Chipanque (Malagnino, 1995), que aparecen en el extremo sur del área (Fig. 6) y, también, los niveles de gravas (n21 y n22) que, se puede afirmar con

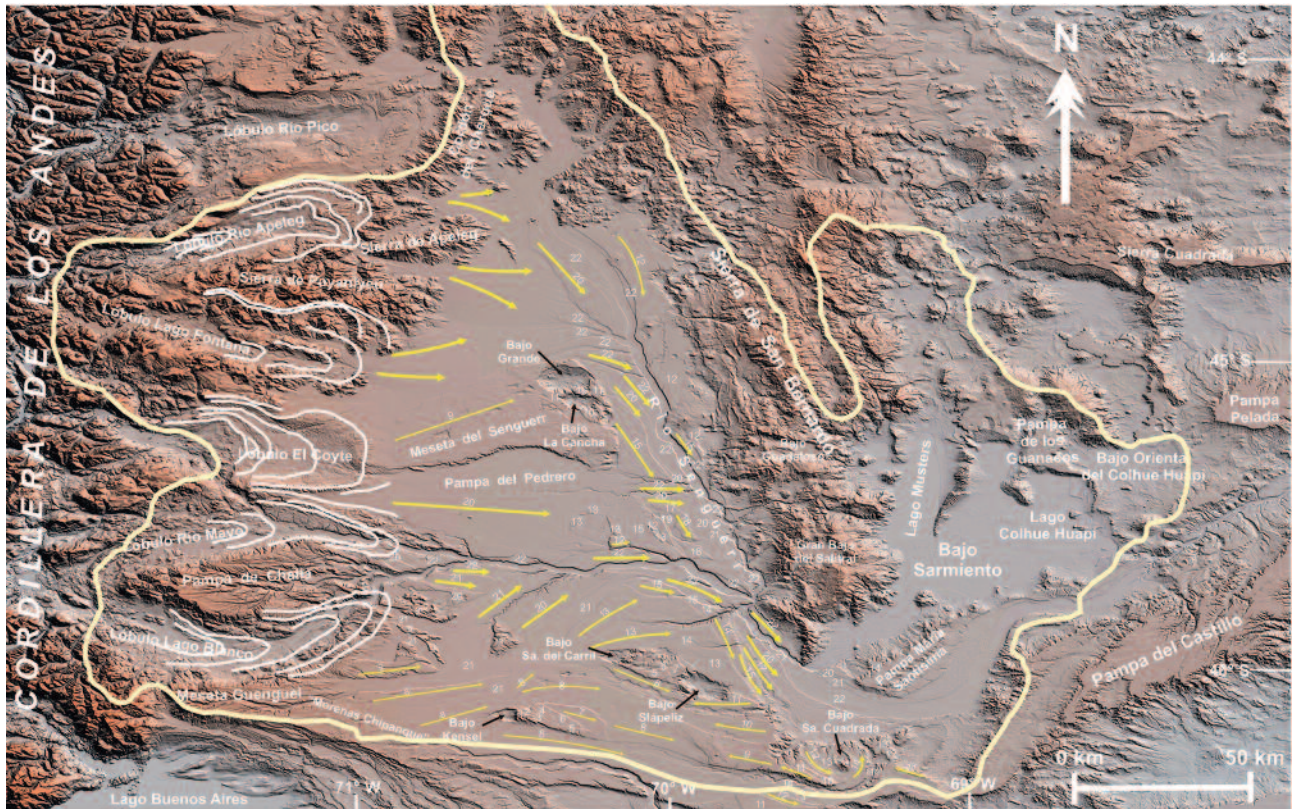
certeza, corresponden a la Última Glaciación. Este conjunto de unidades morfoestructurales permitieron, entonces, definir el modelo estratigráfico local que luego fue correlacionado con los esquemas glacioestratigráficos presentados por Rabassa *et al.* (2011) y Martínez *et al.* (2011) para otras localidades aledañas, ubicadas al norte y al sur del área de estudio.

Es pertinente presentar algunas reflexiones adicionales sobre los mecanismos y procesos específicos que habrían generado las acumulaciones de gravas y su posterior disposición en terrazas. Tres fases de fuerte impacto geomorfológico estuvieron asociadas a los periodos glaciales. Por un lado, la fase pleniglacial (*full glacial*), durante la cual, en el ámbito cordillerano y en sus inmediaciones, los glaciares alcanzaron su máxima extensión y espesor, estabilizando sus márgenes en una posición determinada, generando allí las morrenas marginales. Al mismo tiempo, en sectores extraandinos aledaños se instalaron condiciones periglaciales o *cuasi*-periglaciales. Durante estos lapsos, los flujos glaciofluviales construyeron la gran mayoría de las pampas de gravas y simultáneamente, en aquellos



**Fig. 5.-** Esquema geológico del segmento de Cordillera Patagónica correspondiente al área de estudio identificándose dos franjas litológicas, orientadas longitudinalmente. La oriental, principalmente en territorio argentino, con un ancho aproximado de 50 km, constituida esencialmente de rocas volcánicas (mesosilícicas dominantes) del Jurásico y Cretácico Inmediatamente al poniente se observa otra franja, con un ancho que supera los 200 km y que alcanza el océano Pacífico, de composición granítica que se corresponde con intrusiones del Cretácico Inferior y el Mioceno. Se indican las posiciones y direcciones de los lóbulos glaciales del Pleistoceno.

sectores que quedaban fuera de la influencia de estas corrientes hídricas, se generaban nuevos o se profundizaban antiguos bajos sin salida debido a una mayor intensidad de la erosión eólica (deflación). Varios de los grandes bajos del área de estudio (Lagos Musters y Colhué Huapi, Kessel, Slápeliz, Grande, La Cancha y aquellos ubicados en las estribaciones de la Sierra de San Bernardo, como el Guadaloso y el Gran Bajo del Salitral; Fig. 6) constituyen excelentes ejemplos de geformas de erosión policíclicas, con preeminencia de la deflación. Una segunda etapa o fase de importancia morfogénica la constituyeron las terminaciones glaciales. Estos fueron lapsos relativamente breves incluidos en las transiciones entre una glaciación y un interglacial (por ejemplo, el EIOM 5e). Se dieron en un contexto climático propio de un interglacial con una gran producción de agua de ablación desde los márgenes glaciales. En la franja proximal a los glaciares en retroceso estos caudales extraordinarios habrían sido los causantes de incisión vertical y, por lo tanto, de la disposición en terrazas de las acumulaciones glaciofluviales preexistentes. Por otro lado, en la franja distal estas corrientes, próximas



**Fig. 6.-** En la figura (elaborada sobre una imagen SRTM) se indican, al oeste, con líneas blancas llenas, las sucesivas posiciones de los paleolóbulos glaciales del Pleistoceno (según Martínez *et al.* 2011), las cuencas endorreicas más destacadas y los distintos niveles de grava con su correspondiente denominación numérica (Tabla 1). Las flechas claras indican la dirección de la pendiente de cada nivel (la paleodirección principal de los flujos hídricos) y sus grosores son inversamente proporcionales a sus edades relativas. Con ello se pretende que el observador perciba como se relacionan espacial y temporalmente las mencionadas unidades sedimentarias.

a la saturación de sedimentos, generaron nuevas acumulaciones de gravas las cuales habrían alcanzado sectores cercanos a la actual costa atlántica. Finalmente, los períodos interglaciales constituyeron una fase de menor relevancia geomorfológica comparada con las ya citadas por cuanto durante estos lapsos imperaron, en general, condiciones climáticas y ambientales similares al presente y los procesos morfogenéticos exógenos no habrían sido comparables a aquellos que dominaron los períodos glaciales.

## Conclusiones

La geomorfología del área es el producto de levantamientos tectónicos, ocurridos desde finales del Mesozoico, que condujeron al emplazamiento de los Andes Patagónicos en el oeste y la Sierra de San Bernardo en el este y tuvieron como consecuencia el desarrollo de depósitos y formas fluviales de pie de monte, de los cuales hoy sólo quedan pocos y reducidos relictos. Eventos volcánicos de naturaleza basáltica se sucedieron durante el Neógeno y el Cuaternario y generaron coladas que componen en la actualidad las mesetas lávicas observables en el centro y este del área. La génesis de estas terrazas estuvo asociada a procesos de inversión del relieve de gran escala que dieron origen a la mayoría de las grandes cuencas endorreicas que se destacan en la región. Existen diez (10) de estas grandes depresiones y un número equivalente de depresiones me-

nores que se distribuyen en tres ambientes geológicos: las mesetas basálticas nororientales, las secuencias plegadas de la Sierra de San Bernardo y las pampas de rodados patagónicos (niveles de gravas). Estos bajos, característicos de norte a sur en la Patagonia Extraandina, fueron generados por la participación de distintos y numerosos factores entre los cuales se destaca la deflación, que ha sido extremadamente eficiente durante los períodos glaciales. Cinco (5) eventos glaciales principales del Pleistoceno, con dudas un sexto, fueron identificados con certeza. El más reciente se corresponde con el Máximo de la Última Glaciación (0,024 - 0,018 Ma) y el más antiguo con la Gran Glaciación Patagónica (1,15 Ma). Otro evento principal de edad pre-Pleistoceno, la Glaciación Chipanque, está representado por morrenas frontales y acumulaciones de gravas en el límite sur del área, en las inmediaciones del Lago Buenos Aires. Se han identificado, además, veintidós (22) niveles dispuestos en terrazas, constituidos o cubiertos de gravas, número que debe considerarse máximo. Casi sin excepción, estos niveles tienen una suave inclinación dominante hacia el este. Varios de ellos, especialmente los más jóvenes, con contenidos de gravas de naturaleza granítica que promedian el 13%, se vinculan espacialmente con las morrenas frontales que cierran los valles andinos en el oeste y por ello se les puede asignar un origen glaciofluvial. Otros, en general más reducidos, ubicados a mayores cotas y con edades anteriores a la Gran Glaciación

Patagónica (Pleistoceno temprano-alto), tienen contenidos de gravas de naturaleza granítica que superan el 20-25% y no aparecen asociados a frente glacial alguno.

La posición más occidental, en estas latitudes, de los afloramientos graníticos cordilleranos con relación a aquellos de naturaleza volcánica permite dudar seriamente sobre un posible origen fluvial de pie de monte para todos los niveles que componen este segundo grupo. De esta manera, no debería descartarse un origen también glacial para, al menos, algunos de ellos, asumiendo que el área de producción de detrito y, por lo tanto, de la paleodivisorio de hielos, se ubicaba al oeste de aquella correspondiente a las glaciaciones del Pleistoceno medio y superior. Esto habría estado asociado a un tipo de glaciación cordillerana también distinto, del tipo manto de hielo de pie de monte, de menor espesor, similar a aquel descrito para la Gran Glaciación Patagónica en las áreas de San Carlos de Bariloche (41° latitud sur) y Esquel (43° latitud sur). Los resultados del presente trabajo ponen en valor la utilización de la composición litológica de estos inmensos mantos de gravas para determinar o proponer hipótesis razonables acerca de su origen, reconociendo así el mérito de las contribuciones pioneras en el tema de Fidalgo y Riggi (1965, 1970). Por otro lado, los magros resultados que arrojaron los análisis texturales realizados sobre las acumulaciones de gravas podrían deberse a una insuficiente y/o inadecuada toma de datos, razón por la cual es recomendable que cualquier futuro estudio de esta naturaleza sobre estos niveles sedimentarios garantice una mayor densidad de puntos de muestreo, involucrar un tamaño de grava menor al escogido en este trabajo y muestrear sobre un perfil más profundo, más representativo del espesor real de la acumulación sedimentaria.

### Agradecimientos

La Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco ha soportado parcialmente la realización del presente trabajo. Se agradece a los organizadores del V Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología y a los editores especiales de este volumen por la invitación que derivó en la presente contribución. Un especial agradecimiento al Dr. E. Fucks, a otro revisor anónimo y al editor principal de esta revista, cuyas observaciones han mejorado notablemente el manuscrito original.

### Referencias

Césari, O. y Simeoni, A. (1994): Planicies fluvio-glaciales terrazadas y bajos eólicos de Patagonia Central, Argentina. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*. 1/2: 155-163.

Clapperton, C. (1993): *Quaternary geology and geomorphology of South America*. Elsevier Science Publishers B.V, Amsterdam, 779 p.

Darwin, C. (1846): *Geological observations on South America. Being the third part of the geology of the voyage of the Beagle, under the command of Capt. Fitzroy, R.N. during the years 1832 to 1836*. Smith Elder and Co. London., 280 p.

Feruglio, E. (1950): *Descripción Geológica de la Patagonia*. Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF). Buenos Aires. 3: 342 p.

Fidalgo, F. y Riggi, J. C. (1965): Los Rodados Patagónicos en la Meseta de Guenguel y alrededores (Santa Cruz). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 20 (3): 273-325.

Fidalgo, F. y Riggi, J. C. (1970): Consideraciones geomorfológicas y sedimentológicas sobre los Rodados Patagónicos. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 25 (4): 430-443.

Frenguelli, J. (1957): *Neozoico*. Geografía de la República Argentina. 2 (3). Imprenta Coni. Buenos Aires, 218 p.

González Díaz, E. y Malagnino, E. (1984): Geomorfología. En: *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Río Negro. Relatorio del 9º Congreso Geológico Argentino*, 1 (13), (V. Ramos, Ed). Buenos Aires, 347-364.

Hatcher, J. (1903): *Reports of the Princeton Expeditions to Patagonia, 1896-1899*. Princeton, New York, 311 p.

Lagabrielle, Y., Scalabrino, B., Suárez, M. y Ritz, J. (2010): Mioplioceno glaciaciones of Central Patagonia: New evidence and tectonic implications. *Andean Geology*, 37 (2): 276-299.

Lapido, O. R. y Pereyra, F. (1999): Cuaternario de la Patagonia Argentina. En: *Geología Argentina*, (R. Caminos, Ed). Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales. Buenos Aires, 23, (7): 704-709.

Lizuaín, A., Ragona, D. y Folguera, A. (1995): *Mapa Geológico de la Provincia del Chubut, República Argentina, 1:750.000*. Dirección Nacional del Servicio Geológico. Buenos Aires.

Malagnino, E. (1995): The discovery of the oldest extra-Andean glaciación in the Lago Buenos Aires Basin, Argentina. En: *Quaternary of South America & Antarctic Peninsula*. Balkema, Rotterdam. 9:69-83.

Martínez, O. (2005a): Geomorfología y geología de los depósitos glaciares y periglaciares de la región comprendida entre los 43° y 44° lat. sur y 70°30' y 72° long. oeste, Chubut, República Argentina. *Naturalia Patagónica*, (2) 1: 108-112.

Martínez, O. (2005b): Incisión fluvial y glaciaciones durante el Pleistoceno a los 43° l.s., noroeste de la Provincia de Chubut. En: *XVI Congreso Geológico Argentino*, Actas, 135-140.

Martínez, O. (2011): Una revisión y actualización del conocimiento sobre el origen y la edad de los "bajos sin salida" en la Patagonia Extraandina. En: *XVIII Congreso Geológico Argentino*. CD: 1223-1224.

Martínez, O. (2012): Los Bajos Sin Salida (BSS) del centro-norte de Patagonia y su relación con los ciclos climáticos del Cenozoico superior. En: *V Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología*. Acta de Trabajos: 175-185.

Martínez, O. y Coronato, A. (2008): The Late Cenozoic fluvial deposits of Argentine Patagonia. En: *The Late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego. Series Developments in Quaternary Sciences 11J*, (J. Rabassa, Ed.). Elsevier Publisher, Amsterdam, 205-226.

Martínez, O., Rabassa, J. y Coronato, A. (2009): Charles Darwin and the first scientific observations on the Patagonian Shingle Formation (Rodados Patagónicos). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. 64 (1): 90-100.

Martínez O, Coronato A, Rabassa J. (2011): Pleistocene glaciaciones in northern Patagonia, Argentina: an updated review. En: *Quaternary glaciations – extent and chronology, Part IV – a closer look. Developments in Quaternary Science, Vol. 15*, (J. Ehlers, P. Gibbard and P. Hughes, Ed). Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 729-734.

Martínez, O. and Kutschker, A. (2011): The "Rodados Patagónicos" (Patagonian shingle formation) of eastern Patagonia: environmental conditions of gravel sedimentation. En: *Biological Journal of the Linnean Society. Special Issue: Palaeo-*

- geography and Palaeoclimatology of Patagonia: Implications for Biodiversity*. 103 (2): 336-345.
- Mercer, J.H. (1976): Glacial history of southernmost South America. *Quaternary Research*, 6: 125-166.
- Methol, E. J. (1967): Rasgos geomorfológicos de la Meseta de Somuncurá, Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 22 (4): 295-311.
- Panza, J. L. (2002): La cubierta detrítica del Cenozoico superior. En: *Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz. XV Congreso Geológico Argentino. 1 (17)*. (M. J. Haller, Ed). 259-284.
- Panza, J. L., Sacomani, L. E. y Cobos, J. C. (2003): *Mapa Geológico de la Provincia del Santa Cruz, República Argentina, 1:750.000*. Servicio Geológico Minero Argentino. Buenos Aires.
- Pereyra, F. (2007): *Mapa Geomorfológico de la Provincia del Santa Cruz, República Argentina, 1:1000.000*. Servicio Geológico Minero Argentino. Buenos Aires.
- Quartino, B.J., Malagnino, E. y Olivero, E. (1996): Origen y evolución del Bajo Grande y el Bajo de La Cancha, Provincia de Chubut. En: *XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos*. Actas 4: 231-236.
- Rabassa, J. (1993): Geología del Cuaternario del valle del río Malleo, Provincia de Nuequén. Réplica. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. 47 (3): 344-346.
- Rabassa, J. (2008): Late Cenozoic Glaciations in Patagonia and Tierra del Fuego. En: *The Late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego. Series Developments in Quaternary Sciences 11J*, (J. Rabassa, Ed.). Elsevier Publisher, Amsterdam, 151-204.
- Rabassa, J. y Clapperton, C. M. (1990): Quaternary Glaciations of the Southern Andes. *Quaternary Sciences Reviews*, 9: 153-174.
- Rabassa, J., Coronato, A. y Martínez, O. (2011): Late Cenozoic glaciations in Patagonia and Tierra del Fuego: an updated review. En: *Biological Journal of the Linnean Society. Special Issue: Palaeogeography and Palaeoclimatology of Patagonia: Implications for Biodiversity*. 103 (2): 316-335.
- Schiller, W. (1923): Sobre derrumbamientos de capas en la Patagonia causados por el sublavado. Contribución al estudio de las cuencas sin desagüe. *Revista del Museo de La Plata*, XXVII: 161-171.
- Simeoni, A. (2008): Mesetas y bajos de la Patagonia central extraandina. La Inversión del Relieve. En: *Sitios de Interés Geológico de la República Argentina*. Servicio Geológico Minero Argentino. Tomo II - Sur: 729-745.
- Spalletti, L. A. (2007): Textura de las Rocas Sedimentarias Clásicas. Cát. de Sedimentología. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. [www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/sedimentologia/pdf](http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/sedimentologia/pdf).
- Spalletti, L., Blasi, A. y Matheos, S. (1986): Estudio composicional de pefitas actuales de la Argentina y su significado tectónico. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 41 (3-4): 356-366.
- Zingg, T. (1935): Beitrag zur Schotteranalyse. *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 15: 39-140.

MANUSCRITO RECIBIDO EL 28-10-2013

RECIBIDA LA REVISIÓN EL 27-08-2014

ACEPTADO EL MANUSCRITO REVISADO EL 22-09-2014