

Inflexiones en estructuras del sector norte de la faja plegada y corrida de Ñirihuau, provincia de Río Negro

Florencia Bechis^{1,2} y Ernesto O. Cristallini²

RESUMEN. El objetivo del presente estudio es determinar el origen de unas particulares inflexiones observadas en las estructuras ubicadas en el sector norte de la faja plegada y corrida neógena de Ñirihuau, la cual involucró en su deformación parte del relleno volcánico-sedimentario de la cuenca oligo-miocena de Ñirihuau. Las estructuras compresivas del área presentan vergencia hacia el este y poseen un rumbo NNO. Se observa un arreglo subparalelo de pliegues asimétricos de variada longitud de onda, fallas inversas y retrocorrimientos. En la zona de estudio, las estructuras sufren inflexiones de dos tipos. Por un lado, hacia el norte las fallas y pliegues tuercen su rumbo de NNO a NO. En segundo lugar, las capas terciarias plegadas sufren cambios o inflexiones en el rumbo general de los estratos, las cuales coinciden con lineamientos de rumbo NE. Como ya fuera notado en anteriores estudios, el rumbo de las estructuras y los lineamientos es similar al de estructuras presentes en basamento cristalino de la región. Estas anisotropías previas habrían controlado tanto las estructuras extensionales, durante la apertura de la cuenca de Ñirihuau en el Oligoceno, como las compresivas, durante el desarrollo de la faja plegada y corrida de Ñirihuau en el Neógeno.

Palabras claves: *Cuenca de Ñirihuau, Extensión oligocena, Compresión miocena, Anisotropías previas.*

ABSTRACT. *Structural inflections in the Northern sector of the Ñirihuau fold and thrust belt, Río Negro Province.* The goal of this work is to determinate the origin of some interesting flections that affect the geological structures located in the Northern sector of the Neogene Ñirihuau fold and thrust belt, where part of the Oligo-Miocene Ñirihuau basin infill was deformed during Miocene times. Structures present a general NNW strike, and are affected by two kinds of inflections. In one hand, faults and folds change their strike towards the north from NNW to NW. On the other hand, Tertiary strata suffer a change in orientation that coincides with NE striking lineaments. As has been previously noted, the strike of structures and lineaments is similar to the orientation of structures present in the crystalline basement of the region. These previous anisotropies would have controlled the orientation of extensional structures during the opening of the Ñirihuau basin in the Oligocene, as well as the location of faults which accommodated shortening in the Neogene, during the basin closure.

Key words: *Ñirihuau basin, Oligocene extension, Miocene compression, Basement anisotropies.*

Introducción

La zona abarcada en este estudio se encuentra ubicada en el borde oriental de la Cordillera Patagónica Septentrional (Fig. 1). El área está comprendida entre los paralelos 41°09' y 41°28' S, y entre los meridianos 70°56' y 71°20' O, al sureste de la localidad de San Carlos de Bariloche, provincia de Río Negro.

Entre los 41 y 43° S, la Cordillera Patagónica Septentrional se caracteriza por la presencia de una faja ple-

gada y corrida de edad andina y estilo estructural predominante de piel gruesa (Ramos y Cortés 1984, Giacosa y Heredia 2004). En la zona de estudio, la estructuración de la faja plegada y corrida expone en superficie rocas volcánicas y sedimentarias terciarias que conforman parte del relleno de la cuenca oligo-miocena de Ñirihuau (Cazau *et al.* 1989). Numerosos investigadores estudiaron el área; sin embargo, no existe un consenso generalizado acerca del origen de la cuenca de Ñirihuau. Las primeras interpretaciones tectónicas la mencionaban como una típica cuenca de antepaís asociada al levantamiento de los Andes a estas latitudes (Ramos y Cortés 1984), teoría que fue adoptada por posteriores investigadores (Giacosa *et al.* 2001). Por otro lado, Dalla Salda y Franzese (1987) y Spalletti y Dalla Salda (1996) interpretaron a la cuenca como de tipo "pull-apart", mientras que Mancini y Serna (1989) propusieron un origen extensional.

El objetivo del presente trabajo es el de realizar un estudio

¹ IANIGLA, CRICYT, CONICET - Dr. Adrián Leal s/n, Parque General San Martín, CC 330 (CP 5500) Ciudad de Mendoza. E-mail: fbechis@lab.cricyt.edu.ar

² Laboratorio de Modelado Geológico, FCEyN, UBA, Ciudad Universitaria, Pabellón 2 (C1428EHA) Ciudad de Buenos Aires. E-mail: ernesto@gl.fcen.uba.ar



Figura 1: Mapa geológico y estructural basado en trabajos previos (Feruglio 1947, González Bonorino y González Bonorino 1978, Ramos 1981, Giacosa y Heredia 2004) y nuevas observaciones de campo.

estructural de una serie de inflexiones o curvaturas presentes en las estructuras y afloramientos terciarios, las cuales son analizadas detalladamente y comparadas con la estructuración que afecta al basamento cristalino de la región. Este análisis estructural permitirá realizar inferencias acerca del control de las estructuras previas durante la evolución tectónica del área en el Terciario, obteniendo nuevas claves que ayudan a comprender el origen tectónico de la cuenca de Ñirihuau y la geometría estructural que se desarrolló durante su apertura en el Oligoceno tardío.

Estratigrafía

Las rocas más antiguas que afloran en la zona de estudio son las metamorfitas del Complejo Colohuincul (Fig. 1, Dalla Salda *et al.* 1991), de edad paleozoica (Basei *et al.* 1999). Extensos plutones mesozoicos a terciarios forman parte del Batolito Patagónico (Fig. 1), que junto con el Complejo Colohuincul conforma grandes bloques de basamento ascendidos por la orogenia andina.

Rocas volcánicas paleógenas afloran ampliamente en el área de trabajo (Fig. 1). Las volcanitas que afloran en el sector nororiental forman parte del Cinturón Volcánico Pilcaniyeu, de edad paleocena superior a oligocena inferior, mientras que los afloramientos occidentales de esta unidad forman parte del Cinturón Volcánico El Maitén, de edad oligocena inferior a miocena inferior, de acuerdo a las dataciones K/Ar disponibles hasta el momento (Rapela *et al.* 1988, Cazau *et al.* 1989).

Extensos afloramientos de rocas volcánicas terciarias fueron agrupados en las Formaciones Ñirihuau y Collón Curá (Fig. 1). La Formación Ñirihuau (González Bonorino 1973) presenta una edad oligocena superior a miocena media basal (Cazau *et al.* 1989), y el pasaje litológico con las rocas volcánicas del Cinturón Volcánico El Maitén es transicional, observándose varios niveles sedimentarios volcánicos intercalados en los niveles superiores de la unidad volcánica (González Bonorino y González Bonorino 1978). Las edades disponibles y la transición litológica entre estas dos unidades estarían indicando que durante el Oligoceno tardío el volca-

nismo del Cinturón Volcánico El Maitén y la sedimentación de los niveles basales de la Formación Ñirihuau fueron coetáneos, formando parte del relleno inicial de la cuenca de Ñirihuau en el área de estudio.

La Formación Collón Curá (Yrigoyen 1969) conforma los niveles superiores del relleno de la cuenca de Ñirihuau, y presenta una edad miocena media a superior (Rabassa 1978, Mazzoni y Benvenuto 1990). En el área de estudio, los sedimentos de esta unidad se disponen subhorizontalmente, en discordancia angular sobre los niveles plegados de la Formación Ñirihuau.

Estructura

Estructura del basamento cristalino de la región

El basamento cristalino de la región está representado por las rocas ígneas y metamórficas pre-mesozoicas del Complejo Colohuincul (Dalla Salda *et al.* 1991), definido en el sector cordillerano, y de las Formaciones Cushamen (Volkheimer, 1964) y Mamil Choique (Ravazzoli y Sesana 1979), aflorantes en el sector occidental del Macizo Norpatagónico.

En el sector occidental del Macizo Norpatagónico, Coira *et al.* (1975) describieron dos sistemas de fracturas dominantes afectando el basamento: el sistema Comallo (N15°O y N35°E) y el sistema Gastre (N55°O y N55°E). Posteriormente, Rapela y Pankhurst (1992) propusieron al sistema de fallas Gastre como una zona de cizalla dextrógira transcontinental que sufrió un desplazamiento mayor a los 500 km durante el Jurásico. Sin embargo, recientes estudios de Von Gosen y Loske (2004) ratificaron la presencia de sistemas de fallas de rumbo NO en el área de Gastre, pero notaron la ausencia de evidencias que demuestren la existencia de una zona de cizalla dextrógira de la magnitud propuesta.

Estudios de detalle llevados a cabo por Cerredo (1997) permitieron identificar tres fases de deformación dúctil en la estructura interna de las rocas metamórficas de la Formación Cushamen en el área de Río Chico. El primer episodio (D1) está evidenciado por una foliación relictica sólo visible

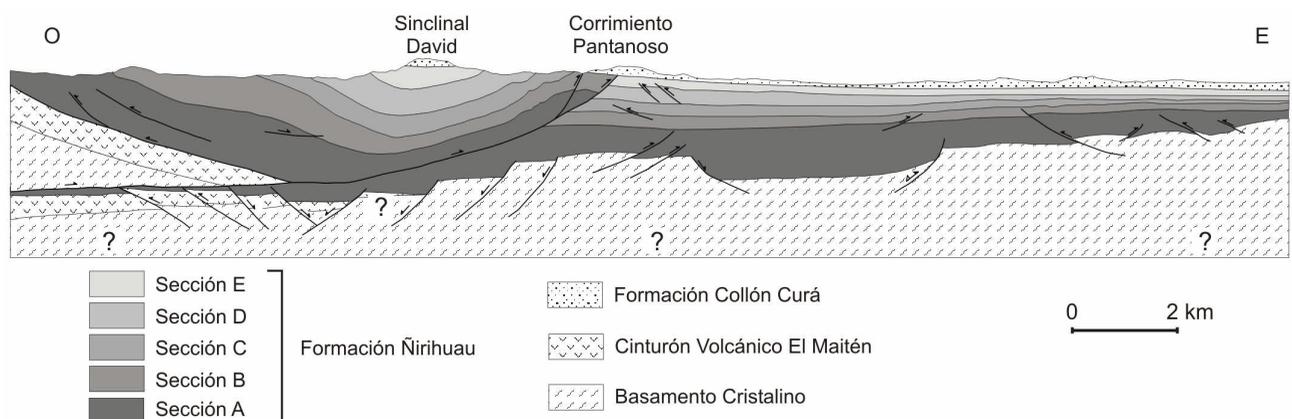


Figura 2: Sección estructural realizada en base a observaciones de superficie y a la interpretación de una línea sísmica cuya traza coincide con la del corte (ver ubicación del corte en la figura 1). En la sección se observa claramente que el despegue del corrimiento Pantanosos está ubicado en los niveles basales de la Formación Ñirihuau, y que la posición dónde se desarrolló el corrimiento estuvo controlada por un resalto en el sustrato estructural de la cuenca de Ñirihuau asociado a fallamiento normal.

microscópicamente, mientras que la segunda fase de deformación (D2) constituyó el principal episodio de metamorfismo regional, que generó una foliación penetrativa de plano axial asociada a pliegues microscópicos. Giacosa *et al.* (2004) determinaron que este metamorfismo regional respondió a una fase compresiva con un eje de máximo acortamiento orientado al azimut 35°. El tercer episodio (D3) se caracteriza por el desarrollo de pliegues dúctiles mesoscópicos con planos axiales de orientación N a NO, y zonas de cizalla miloníticas de orientación similar y alta inclinación (Cerrodo 1997). En las cercanías de la localidad de Pilcaniyeu, Giacosa *et al.* (2001) y Giacosa y Heredia (2004) definieron la zona de cizalla dúctil Carhué, de rumbo NO y carácter compresivo, la cual se habría generado durante la última fase de deformación dúctil (D3). Sobreimpuestas a la foliación milonítica de la zona de cizalla se observan fajas discretas de cizalla dúctil transcurrente de rumbo N70°-80°E. Dataciones Rb/Sr en el área de Río Chico (Dalla Salda *et al.* 1994) indicarían que D2 se habría producido con anterioridad al Ordovícico tardío, mientras que D3 habría tenido lugar entre el Ordovícico tardío y el Devónico medio (López de Luchi y Cerredo 1997). Sin embargo, posteriores estudios isotópicos realizados en el área de Comallo-Paso Flores mediante los métodos U/Pb y K/Ar (Varela *et al.* 1999) indicarían que la fase principal de metamorfismo regional (D2) se habría producido con anterioridad al Carbonífero temprano, mientras que la última fase de deformación dúctil (D3) habría tenido lugar durante el Paleozoico superior.

Con respecto a la estructura del basamento del sector cordillerano, Dalla Salda *et al.* (1991) describieron dos fases principales de deformación dúctil afectando las rocas metamórficas del Complejo Colohuincul que afloran al sur de la localidad de San Carlos de Bariloche, las cuales generaron planos de foliación con orientaciones N75°E/31°S y N130°E/61°NE, respectivamente. Giacosa *et al.* (2001) observaron en estas rocas una foliación de rumbo predominante NO en los alrededores de San Carlos de Bariloche, y E-O en las cercanías de la localidad de El Bolsón. Por otra parte, en afloramientos del Complejo Colohuincul ubicados en la costa norte del lago Nahuel Huapi se observa una estructura gnéissica subvertical de rumbo N14°O, la cual habría controlado el posterior desarrollo de zonas de cizalla frágiles-dúctiles (Gargiulo 2006). Dataciones U/Pb y K/Ar de las rocas del Complejo Colohuincul indican que durante el Paleozoico superior se habría producido un importante episodio de magmatismo, metamorfismo y deformación (Basei *et al.* 1999).

La faja plegada y corrida de Ñirihuau

En este trabajo se propone la denominación de faja plegada y corrida de Ñirihuau al sector argentino de la Cordillera Patagónica Septentrional comprendido entre los 41 y 43° S, con el fin de lograr una diferenciación con respecto a los otros segmentos de la cordillera y favorecer su identificación en posteriores estudios.

La zona estudiada se encuentra ubicada en el sector nor-oriental de la faja plegada y corrida de Ñirihuau. El sector

occidental del área de trabajo presenta un bloque constituido por el Complejo Colohuincul y el Batolito Patagónico (Fig. 1), el cual se encuentra levantado por la falla Catedral (González Bonorino 1973). Hacia el este de esta falla afloran las rocas terciarias de las Formaciones Ventana y Ñirihuau, las cuales se observan intensamente deformadas. La estructura de este sector presenta una vergencia general hacia el este y se caracteriza por la presencia de pliegues de variada longitud de onda, en general asimétricos, corrimientos y algunos retrocorrimientos. Las estructuras son generalmente subparalelas, presentando un rumbo NNO o NO, y entre ellas se destacan (Fig. 1):

- La falla Otto (González Bonorino 1973), que separa las Formaciones Ventana y Ñirihuau prácticamente a lo largo de todo su contacto.

- El corrimiento Pantanoso (Giacosa y Heredia 2004), el cual constituye el límite oriental de la faja plegada y corrida y cuyo despegue está localizado en los niveles basales de la Formación Ñirihuau, por encima del contacto con el sustrato de la cuenca (Fig. 2).

- El sinclinal David, que se encuentra ubicado en la pared colgante del corrimiento Pantanoso (Giacosa y Heredia 2004).

- Los retrocorrimientos Las Bayas, los cuales levantan el cordón homónimo.

Además de las estructuras descritas fueron identificados lineamientos estructurales sobre la base de características morfológicas tales como alineación de ríos, truncamientos o deflexiones en las estructuras (Fig. 1). Los lineamientos más evidentes presentan rumbo NNO y NO, coincidiendo con la dirección general de las estructuras mapeadas. En forma oblicua se disponen una serie de lineamientos con rumbo NE y ENE. Entre ellos, los tres más evidentes corresponden a la traza del curso medio de los ríos Ñireco, Ñirihuau y Pichi Leufú.

Inflexiones presentes en las estructuras terciarias

A la latitud de la zona estudiada se observa una importante inflexión en el rumbo general de la faja plegada y corrida de Ñirihuau. Las estructuras varían su rumbo de NNO a NO, desde el área ubicada en el sur de la zona de estudio hasta el sector ubicado al noroeste, al sur del lago Nahuel Huapi. Por otra parte, las capas terciarias plegadas sufren cambios o inflexiones en el rumbo general de los estratos, las cuales coinciden con lineamientos de rumbo NE.

Con el fin de analizar detalladamente las inflexiones observadas, se midieron los rumbos de los pliegues, fallas y lineamientos previamente identificados. De acuerdo a los valores obtenidos se dividió el área mapeada en dos zonas: sur y centro (Fig. 3A). La región ubicada al noroeste de la zona de trabajo comprende los alrededores de la localidad de San Carlos de Bariloche, al sur del lago Nahuel Huapi, área que fue estudiada en detalle por González Bonorino (1973). Para observar la variación en el rumbo de las estructuras hacia el noroeste se midieron también los rumbos de las estructuras

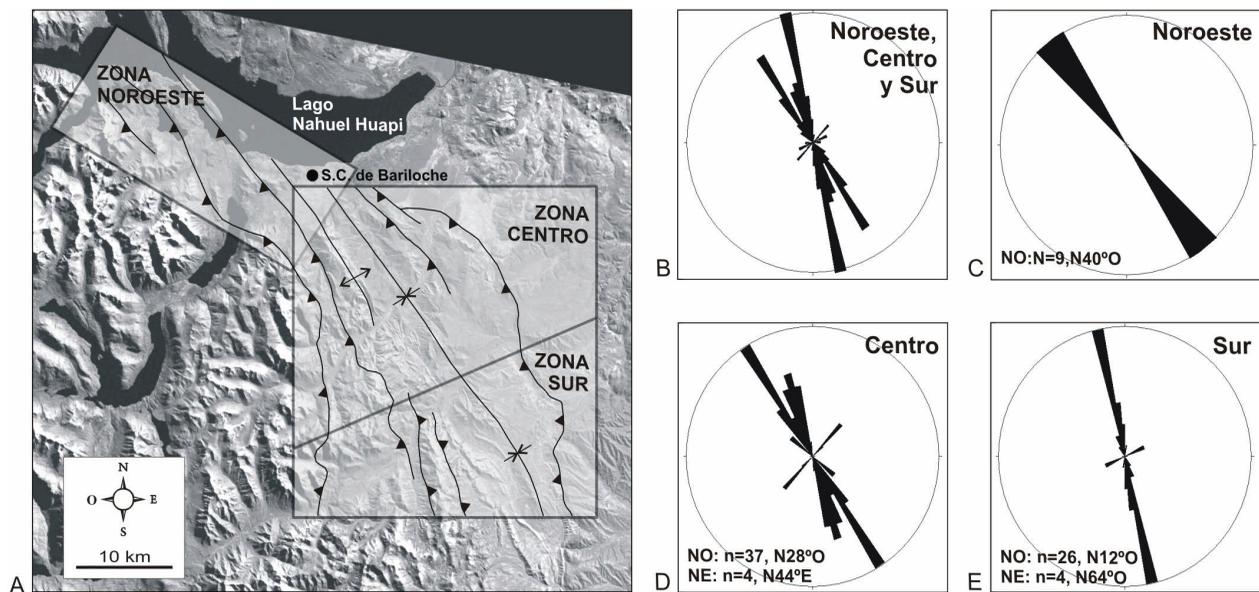


Figura 3: Diagramas de roseta dónde se representa la orientación de las estructuras. A) Imagen satelital TM con la localización de las tres zonas delimitadas. Se dibujó la traza de los corrimientos y pliegues principales para tener una mejor visualización de la curvatura presente en la faja plegada y corrida. B) Áreas Noroeste, Centro y Sur representadas en forma conjunta. C) Área Noroeste. D) Área Centro. E) Área Sur.

mapeadas por este último autor (zona noroeste, Fig. 3A).

Los datos obtenidos fueron representados en diagramas de roseta. En la Figura 3B fueron representados todos los datos medidos, observándose dos poblaciones predominantes de rumbos NNO y NO, y otras secundarias de rumbo ENE y NE. En las figuras 3 C, D y E se pueden observar las variaciones entre los rumbos de las estructuras de las distintas zonas (noroeste, centro y sur, respectivamente). En la zona sur la población principal de estructuras muestra un rumbo marcadamente NNO, mientras que en la zona centro empiezan a ser importantes las orientaciones NO, que son las predominantes en la zona noroeste. Esta variación en la orientación de las estructuras puede observarse a lo largo de la traza de una única estructura, como es el caso del corrimiento Pantanoso, que varía bruscamente su rumbo de NNO a NO entre los ríos Pichi Leufú y Ñirihuau (Fig. 1).

Los lineamientos ENE y NE presentan un rumbo medio N44°E en la zona centro y N64°E en la zona sur (Figs. 3D y E). A lo largo de estos lineamientos oblicuos a las estructuras compresivas principales se observa que los estratos de la Formación Ñirihuau presentan flexuras en su rumbo, sin llegar a estar fallados o interrumpidos. En algunos casos, estas inflexiones aparentan estar controladas por desplazamientos de rumbo. Sin embargo, si se tiene en cuenta la simetría presente en los dos flancos de los pliegues, estos desplazamientos limitan zonas de mayor y menor amplitud del plegamiento.

El origen de la cuenca de Ñirihuau

Durante el Oligoceno tardío procesos distensivos habrían afectado un extenso segmento de la cordillera de los Andes, desarrollándose una serie de cuencas extensionales entre los 33° y 45° S (Jordan *et al.* 2001). Estas cuencas presentan un relleno de edad oligocena superior a miocena inferior, constituido por depósitos continentales volcanoclásticos y/o

marinos, que en muchos casos se encuentran interdigitados con rocas volcánicas. La cuenca de Ñirihuau se desarrolló durante el mismo período de tiempo y su evolución es muy similar a la de las otras cuencas, por lo que podría interpretarse que su origen estuvo vinculado a un período de extensión regional.

Entre las evidencias estructurales de extensión propias de la cuenca se destaca la presencia de fallas normales de rumbo NNO en su sustrato estructural, las cuales controlaron la distribución del relleno inicial de la cuenca (Ramos y Cortés 1984, Mancini y Serna 1989, Bechis 2004, Bechis y Cristallini 2005). Estas fallas sólo afectan los niveles basales del relleno de la cuenca (Fig. 2), por lo que el régimen extensional habría sido activo hasta fines del Oligoceno.

La discordancia angular que separa las Formaciones Ñirihuau y Collón Curá en el área de estudio (Fig. 2) indica que la deformación compresiva que generó la faja plegada y corrida habría comenzado al menos durante el Mioceno medio basal, previamente a la depositación de los sedimentos de la Formación Collón Curá. A partir de ese momento la cuenca de Ñirihuau habría comenzado a actuar como una típica cuenca de antepaís. Por lo tanto, en la zona de estudio la cuenca de Ñirihuau sufrió cambios en su mecanismo principal de subsidencia, ya que se habría originado como una cuenca asociada a extensión cortical en el Oligoceno tardío, y a partir del Mioceno inferior a medio habría actuado como una cuenca de antepaís asociada al levantamiento de los Andes a estas latitudes (Bechis y Cristallini 2005).

Análisis de las inflexiones: control por debilidades previas

Las estructuras NNO y NO

La variación en la orientación de las estructuras principa-

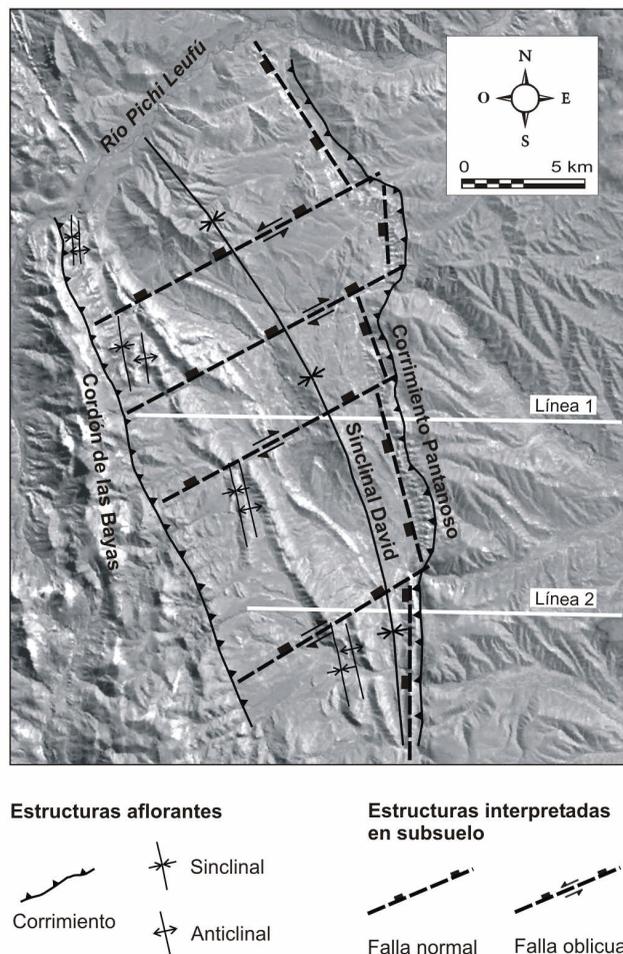


Figura 4: Imagen satelital TM que abarca el sinclinal David al sur del río Pichi Leufú, en la cual se indica la ubicación de dos líneas sísmicas transversales a la estructura. Fueron representadas las estructuras aflorantes y las interpretadas en subsuelo.

les de NNO a NO parece responder al control de una zona de debilidad del basamento de rumbo NO, cuya disposición coincidiría en parte con la del sector suroriental del lago Nahuel Huapi. Esta zona de debilidad podría corresponder a una zona de cizalla compresiva paleozoica de rumbo NO similar a la zona de cizalla Carhué (Giacosa *et al.* 2001, Giacosa y Heredia 2004) o a las zonas de falla observadas por Von Gosen y Loske (2004) en el área de Gastre. Debido a que las estructuras en las que se observa la variación de rumbo de NNO a NO son mayormente compresivas, el control de la debilidad previa habría sido importante durante la deformación compresiva neógena. Hacia el norte del lago Nahuel Huapi no se encuentran afloramientos volcanoclasticos de edad equivalente a los de la Formación Ñirihuau, lo que indicaría que esta debilidad de rumbo NO también habría influido en la estructuración durante la apertura de la cuenca de Ñirihuau en el Oligoceno tardío, limitando su desarrollo hacia el norte. La zona de debilidad podría haber condicionado el desarrollo de fallas directas de rumbo NO durante la apertura de la cuenca, las cuales habrían constituido su límite norte y posteriormente, durante la deformación compresiva ándica, estas fallas habrían actuado como rampas oblicuas, como la propuesta por Giacosa y Heredia

(2004) para explicar la variación de rumbo del corrimiento Pantanoso.

La disposición NNO de las fallas normales principales de la cuenca de Ñirihuau podría haber estado controlada por la orientación de los esfuerzos durante su apertura en el Oligoceno tardío, pero también podría responder a un control de zonas de debilidad o estructuras presentes en el basamento cristalino de la región. En el basamento fueron observadas orientaciones similares en estructuras de gran escala evidenciadas por la presencia de lineamientos (Coira *et al.* 1975, Ramos 1981), y en la foliación que presentan las rocas metamórficas (Cerredo 1997, Gargiulo, com. pers.).

Los lineamientos ENE y NE

Las flexuras que presentan los estratos de la Formación Ñirihuau al intersectarse con estos lineamientos podrían indicar algún tipo de control de estructuras presentes en profundidad. En el caso del sinclinal David, estas flexiones están asociadas a una disminución escalonada de la amplitud del pliegue hacia el sur (Fig. 4). Una posible explicación sería interpretar estas flexiones como el resultado del control de pequeños "escalones" o fallas directas de rumbo ENE presentes en el sustrato estructural de la cuenca de Ñirihuau, encontrándose los bloques más elevados donde la amplitud del pliegue es menor (hacia el sur). En líneas sísmicas de la zona se observa que la profundidad a la que se desarrolló el despegue del corrimiento Pantanoso disminuye hacia el sur, aunque no se puede observar claramente si el sustrato estructural de la cuenca también se encuentra más elevado.

Las fracturas ENE también podrían haberse reactivado durante la compresión neógena plegando los sedimentos deformados suprayacentes sin llegar a cortar en superficie. Sin embargo, su disposición subparalela con respecto a la dirección de acortamiento, que en los alrededores del lago Nahuel Huapi presenta un rango comprendido entre los azimutes 050° y 090° (Diraison *et al.* 1998), lo hace poco probable.

Una tercera posibilidad es interpretar a los lineamientos de rumbo ENE como fallas de transferencia con desplazamiento de rumbo y/o oblicuos, las cuales habrían sido activas durante la apertura de la cuenca de Ñirihuau. En la información sísmica de subsuelo se puede observar que la posición en la cual se desarrolló el corrimiento Pantanoso fue controlada por un resalto en el sustrato estructural de la cuenca asociado a fallas directas de rumbo NNO e inclinación hacia el oeste, las cuales limitan hacia el este el depocentro principal de la cuenca en el área (Fig. 2). A partir de la traza del corrimiento en superficie se puede interpretar entonces la posición del fallamiento directo que controló su desarrollo, el cual se encuentra desplazado por las fracturas de rumbo NE y ENE, por lo que probablemente habrían actuado como fallas de transferencia durante la extensión (Fig. 4).

La orientación de estas fracturas presenta un elevado ángulo con respecto al tren general NNO que presenta la cuenca de Ñirihuau en la zona de estudio. De acuerdo con la

clasificación propuesta por Gawthorpe y Hurst (1993), las fracturas de rumbo NE habrían actuado como fallas de transferencia intracuencales. Durante la apertura de un rift se pueden desarrollar dos tipos de zonas de transferencia intracuencales: rampas de relevo y fallas de transferencia (Gawthorpe y Hurst 1993). Las segundas estructuras se generan cuando la extensión diferencial supera un cierto umbral o cuando existen estructuras preexistentes subparalelas a la dirección de extensión (Acocella *et al.* 2005). En el caso de la cuenca de Ñirihuau, la presencia de zonas de cizalla discretas de rumbo NE en el sector occidental del Macizo Nordpatagónico (Giacosa *et al.* 2001, Giacosa y Heredia 2004) y de rocas metamórficas con foliación de orientación N75°E en el basamento de la región cordillerana (Dalla Salda *et al.* 1991) sugiere que las fallas de transferencia se generaron a partir de reactivaciones de las fracturas previas del basamento.

Conclusiones

Si bien ya había sido notado el importante control que ejercieron las fracturas previas del basamento en la génesis de las cuencas terciarias de la región (Dalla Salda y Franzese 1987), en este trabajo se realizó un detallado análisis de la importancia de dicho control en el sector norte de la cuenca de Ñirihuau. Teniendo en cuenta evidencias de carácter regional y local se interpreta que en la etapa inicial de su desarrollo la cuenca estuvo asociada a un episodio de extensión regional. Durante el Neógeno la región sufrió una intensa deformación compresiva que generó la faja plegada y corrida de Ñirihuau, cuyas estructuras dificultan notablemente la observación de la geometría extensional de la cuenca. Sin embargo, pudieron encontrarse algunas evidencias de la estructuración extensional previa a partir de observaciones de subsuelo y del control que ejercieron las fallas directas en las estructuras compresivas.

Las fracturas previas del basamento ejercieron un importante control durante episodios regionales de extensión (etapa inicial del desarrollo de la cuenca de Ñirihuau en el Oligoceno tardío) y compresión (levantamiento de la faja plegada y corrida de Ñirihuau en el Neógeno). En la etapa extensional oligocena, una zona de cizalla de rumbo NO habría limitado el desarrollo de la cuenca de Ñirihuau hacia el norte, mientras que debilidades de rumbo NE habrían sido reactivadas como zonas de transferencia intracuencales. La disposición NNO de las fallas normales principales de la cuenca podría haber estado controlada tanto por la orientación de los esfuerzos durante la extensión, como por el grano estructural del basamento. Durante la compresión neógena, la zona de cizalla de rumbo NO y el borde norte de la cuenca habrían controlado el desarrollo de las fallas inversas, produciendo una curvatura general en el tren de la faja plegada y corrida de Ñirihuau.

Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias al aporte financiero de la Fundación Antorchas (Beca para Estudiante Universitario, Subsidio de Apoyo a Proyectos), la Universidad de Buenos Aires (Subsidio a Investigadores Jóvenes y UBACyT X160) y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Subsidio de Estímulo a la Investigación, CONICET-PEI 6465). Se agradece a Carlos Cruz (Pluspetrol S.A.) y a Repsol-YPF por la información de subsuelo suministrada, y a Carlos López (INTA), Fernando Pereyra (SEGEMAR), Daniel Pérez (UBA) y Diego Vallmitjana por la cartografía facilitada. Se agradece a la familia Bechis por el apoyo logístico brindado. Se agradecen los valiosos aportes y correcciones que surgieron de la lectura crítica del manuscrito por la Dra. Laura Giambiagi y el Lic. Sergio Orts, quien además colaboró en las tareas de campaña. Por último se agradece la revisión crítica de los árbitros Andrés Folguera y Raúl Giacosa, quienes sugirieron cambios que permitieron mejorar notablemente el manuscrito original.

Trabajos citados en el texto

- Acocella, V., Morvillo, P. y Funicello, R., 2005. What controls relay ramps and transfer faults within rift zones? Insights from analogue models. *Journal of Structural Geology* 27: 397-408.
- Basei, M.A.S., Brito Neves, B.B., Varela, R., Texeira, W., Siga Jr., O., Sato, A.M. y Cingolani, C. A., 1999. Isotopic dating on the crystalline basement rocks of the Bariloche region, Rio Negro, Argentina. 2° South American Symposium on Isotope Geology: 15-18.
- Bechis, F., 2004. Geología y estructura del sector medio de los ríos Ñirihuau y Pichi Leufú, provincia de Río Negro. Trabajo Final de Licenciatura, Universidad de Buenos Aires, 121 p. (inédito).
- Bechis, F. y Cristallini, E.O., 2005. Tectonic evolution of northern Ñirihuau basin, northwestern Patagonia, Argentina. 6° International Symposium on Andean Geodynamics, Barcelona, Extended Abstracts: 103-106.
- Cazau, L.B., Mancini, D., Cangini, J. y Spalletti, L.A., 1989. Cuenca de Ñirihuau. En: Chebli, G.A. y Spalletti, L.A. (Eds.): *Cuencas Sedimentarias Argentinas*, p. 299-318. San Miguel de Tucumán.
- Cerrodo, M.E., 1997. The metamorphism of Cushamen Formation, Río Chico area. North Patagonian Massif, Argentina. 8° Congreso Geológico Chileno, Antofagasta, Actas 2: 1236-1240.
- Coira, B.L., Nullo, F., Proserpio, C. y Ramos, V.A., 1975. Tectónica de basamento de la región occidental del Macizo Nordpatagónico (provincias de Río Negro y Chubut), República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 30: 361-383.
- Dalla Salda, L.H. y Franzese, J., 1987. Las megafacturas del Macizo y la Cordillera norpatagónica y la génesis de las cuencas volcano-sedimentarias terciarias. *Revista Geológica de Chile* 31: 3-13.
- Dalla Salda, L.H., Cingolani, C.A. y Varela, R., 1991. El basamento cristalino de la región nordpatagónica de los lagos Gutiérrez, Mascardi y Guillermo, provincia de Río Negro.

- Revista de la Asociación Geológica Argentina 46: 263-276.
- Dalla Salda, L.H., Varela, R., Cingolani, C.A. y Aragón, E., 1994. The Río Chico Paleozoic Crystalline Complex and the evolution of Northern Patagonia. *Journal of South American Earth Sciences* 7: 377-386.
- Diraison, M., Cobbold, P.R., Rosello, E.A. y Amos, A.J., 1998. Neogene dextral transpression due to oblique convergence across the Andes of northwestern Patagonia, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 11: 519-532.
- Feruglio, E., 1947. Hoja 40b, "San Carlos de Bariloche", Territorio Nacional de Río Negro. Dirección General de Minas y Geología, Buenos Aires.
- Gargiulo, M.F., 2006. Caracterización del basamento metamórfico en el extremo oriental del brazo Huemul, provincia de Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* (en prensa).
- Gawthorpe, R.L. y Hurst, J.M., 1993. Transfer zones in extensional basins: their structural style and influence on drainage development and stratigraphy. *Journal of the Geological Society* 150: 1137-1152. London
- Giacosa, R. y Heredia, N., 2004. Structure of the North Patagonian thick-skinned fold-and-thrust belt, southern central Andes, Argentina (41°-42°S). *Journal of South American Earth Sciences* 18: 61-72.
- Giacosa, R., Heredia, N., Césari, O., Zubia, M., González, R. y Faroux, A., 2001. Descripción geológica de la Hoja 4172-IV, San Carlos de Bariloche, Provincias de Río Negro y Neuquén. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Boletín 279: 1-92.
- Giacosa, R., Márquez, M., Nillni, A., Fernández, M., Fracchia, D., Parisi, C., Afonso, J., Paredes, J. y Sciutto, J., 2004. Litología y estructura del basamento ígneo-metamórfico del borde SO del Macizo Nordpatagónico al oeste del río Chico (Cushamen, Chubut, 42°10'S - 70°30'O). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 59 (4): 569-577.
- González Bonorino, F., 1973. Geología del área entre San Carlos de Bariloche y Llao Llao. Fundación Bariloche, Departamento de Recursos Naturales y Energía, Publicación HGS-07, 53 p. San Carlos de Bariloche.
- González Bonorino, F. y González Bonorino, G., 1978. Geología de la región de San Carlos de Bariloche: un estudio de las formaciones terciarias del Grupo Nahuel Huapi. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 33 (3): 175-210.
- Jordan, T.E., Matthew Burns, W., Veiga, R., Pangaro, F., Copeland, P., Kelley, S. y Mpodozis, C., 2001. Extensión and basin formation in the Southern Andes caused by increased convergence rate: A mid-Cenozoic trigger for the Andes. *Tectonics* 20 (3): 308-324.
- Lopez de Luchi, M.G. y Cerredo, M.E., 1997. Paleozoic basement of the southern corner of the North Patagonian Massif: an overview. 8° Congreso Geológico Chileno, Actas 3: 1674-1678. Antofagasta
- Mancini, D. y Serna, M., 1989. Evaluación petrolera de la Cuenca de Ñirihuau. Sudoeste de Argentina. 1° Congreso Nacional de Exploración de Hidrocarburos, Actas 2: 739-762. Argentina.
- Mazzoni, M. y Benvenuto, A., 1990. Radiometric ages of tertiary ignimbrites and the Collón Curá Formation, northwestern Patagonia. 11° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 87-90. Buenos Aires
- Rabassa, J., 1978. Estratigrafía de la región de Pilcaniyeu-Comallo, Provincia de Río Negro. 7° Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 731-746. Buenos Aires.
- Ramos, V.A., 1981. Evaluación fotogeológica Area Ñirihuau. Pluspetrol, 103 p. (inédito).
- Ramos, V.A. y Cortés, J.M., 1984. Estructura e Interpretación Tectónica. En: Ramos, V.A (Ed.): Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Río Negro. Relatorio 9° Congreso Geológico Argentino I-12: 317-346. San Carlos de Bariloche.
- Rapela, C.W. y Pankhurst, R.J., 1992. The granites of northern Patagonia and the Gastre Fault System in relation to the break-up of Gondwana. Magmatism and the Causes of Continental Break-up, Geological Society Special Publication 68: 209-220.
- Rapela, C.W., Spalletti, L.A., Merodio, J.C. y Aragón, E., 1988. Temporal evolution and spatial variation of early Tertiary volcanism in the Patagonian Andes (40°S - 42°30'S). *Journal of South American Earth Sciences* 1: 75-88.
- Ravazzoli, I. y Sesana, F., 1979. Descripción geológica de la Hoja 41c, Río Chico. Servicio Geológico Nacional, Argentina, Boletín 148: 1-77.
- Spalletti, L.A. y Dalla Salda, L.H., 1996. A pull-apart volcanic related Tertiary basin, an example from the Patagonian Andes. *Journal of South American Earth Sciences* 9: 197-206.
- Varela, R., Basei, M.A.S., Brito Neves, B.B., Sato, A.M., Texeira, W., Cingolani, C. A. y Siga Jr., O., 1999. Isotopic study of igneous and metamorphic rocks of Comallo-Paso Flores, Río Negro, Argentina. 2° South American Symposium on Isotope Geology: 148-151.
- Volkheimer, W., 1964. Estratigrafía de la zona extrandina del Departamento de Cushamen (Chubut) entre los paralelos 42° y 42°30' y los meridianos 70° y 71°. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 19 (2): 85-107.
- Von Gosen, W. y Loske, W., 2004. Tectonic history of the Calcatapul Formation, Chubut province, Argentina, and the "Gastre fault system". *Journal of South American Earth Sciences* 18: 73-88.
- Yrigoyen, M., 1969. Problemas estratigráficos del Terciario en la Argentina. *Ameghiniana* 6 (4): 315-329.