

# Secciones estructurales de Las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires: Repetición de la secuencia estratigráfica a partir de fallas inversas?

Renata N. TOMEZZOLI<sup>1,2</sup> y Ernesto O. CRISTALLINI<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

<sup>2</sup> Universidad de Buenos Aires. Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Ciudad Universitaria. Pabellón II. C1428EH. Buenos Aires

E-mail: renata@gl.fcen.uba.ar

**RESUMEN.** Las Sierras Australes o Sierras de la Ventana están ubicadas en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, entre los 37°-39°S y los 61°-63°O y constituyen una faja plegada y corrida con rumbo general noroeste. Están formadas por rocas de edades precámbricas a pérmicas. Las sierras más viejas e intensamente deformadas son las occidentales mientras que las más jóvenes y menos deformadas se ubican hacia el este. En este trabajo se presentan dos secciones regionales desde la localidad de López Lecube hasta el arroyo Quiñihual y en el abra de Agua Blanca – Hinojo, que corroboran la importancia del fallamiento en el desarrollo de las sierras. El contacto principal entre los Grupos Curamalal y Ventana se interpreta aquí como un corrimiento que repite la secuencia. Se presenta una sección esquemática de las sierras siguiendo esta idea.

Palabras clave: *Estructura, Sierra de la Ventana, Gondwana, Paleozoico*

**ABSTRACT.** *Structural sections of the Sierras Australes in the Buenos Aires province: Stratigraphic repetition through reverse faults?* The Sierras Australes or Sierras de la Ventana are in the southern part of Buenos Aires province, between 37°-39° S and 61°-63° W and constitute a curved fold and thrust belt with a general northwest strike. They are formed by Precambrian to Permian rocks. The oldest and more intensely deformed rocks outcrop in the western ranges, while the younger and less deformed are placed to the east. In this paper two regional sections from López Lecube to arroyo Quiñihual localities and in the Abra de Agua Blanca – Hinojo are presented, that corroborate the importance of the faulting in the range development. The main contact between the lower Curamalal and Ventana Groups are here interpreted as a thrust that produce their tectonic repetition. An schematic cross section of the range is presented following this idea.

Key words: *Structure, Sierra de la Ventana, Gondwana, Paleozoic*

## Introducción

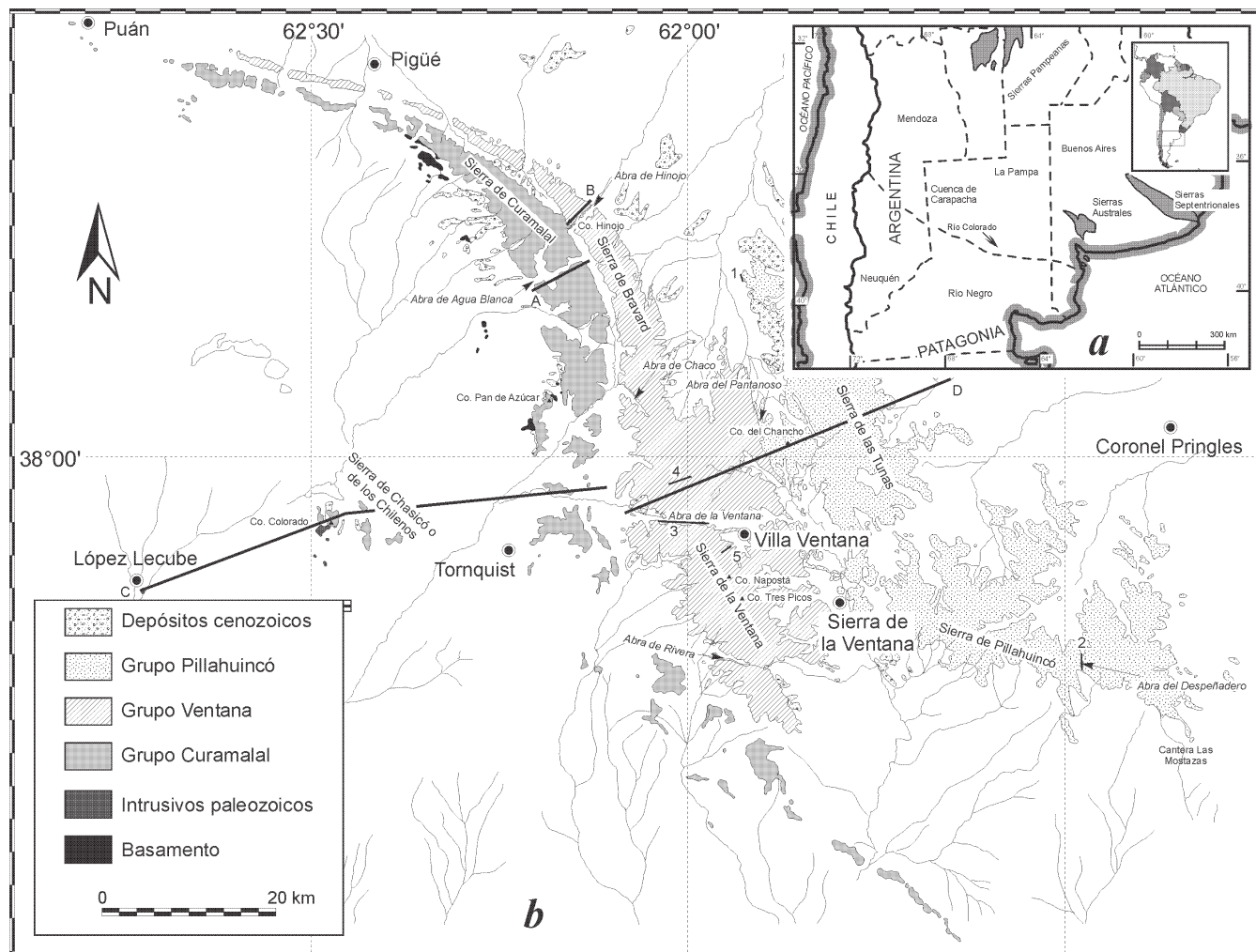
Las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires, conocidas como *Sierras de la Ventana* constituyen una unidad morfoestructural compleja en la que se han planteado distintos modelos estructurales para poder explicar su evolución geológica. Están localizadas entre los 37° y 39° S y los 61° y 63° W (Fig. 1a). Forman un cordón orográfico curvado de rumbo general noroeste que alcanza alturas máximas de 1.200 m sobre el nivel del mar en el cerro Tres Picos. Afloran rocas con edades que van desde el Precámbrico superior hasta el Pérmico que se disponen en bandas arqueadas según la geometría del orógeno, encontrándose las más antiguas hacia el oeste y las más modernas hacia el este (Fig. 1b). Depósitos cenozoicos cubren en discordancia a estas unidades. La vergencia general de la cadena es nororiental disminuyendo la intensidad de la deformación de oeste a este.

El objetivo principal de este trabajo es el de contribuir

con el conocimiento geológico de la región, mediante la presentación de nuevos bosquejos estructurales levantados perpendicularmente a la estructura sobre cortes de camino. El primer bosquejo está realizado a través de las abras de Agua Blanca – Hinojo y otro que abarca desde la localidad de López Lecube hasta el arroyo Quiñihual (Fig. 1b). Este último incluye secciones parciales presentadas por Tomezzoli y Cristallini (1998; Fig. 1b).

## Antecedentes

La evolución de las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires sigue siendo aún en la actualidad motivo de controversias. Mientras que para algunos investigadores la deformación ocurrió en una sola fase durante el Pérmico Superior hasta el Triásico, para otros en cambio, comenzó durante el Devónico tardío - Carbonífero temprano y continuó hasta el Pérmico temprano - Triásico. Ini-



**Figura 1:** a) Ubicación en las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. b) Mapa de ubicación (adaptado de Suero 1972) donde se sitúan las secciones estructurales de las figuras 2, 5 y 6. a-b) Abra de Agua Blanca - Hinojo (Fig. 3) y C-D sección estructural de toda la sierra (Figs. 5 y 6). Se indican las trazas de los perfiles estructurales parciales publicados por Tomezzoli y Cristallini (1998). 1) «El Perdido»; 2) «El Despeñadero»; 3) «Abra de la Ventana»; a la vez que los perfiles esquemáticos 4) «Parque Tornquist»; 5) «Estancia las Vertientes» y Valle del Sauce Grande.

cialmente las Sierras Australes fueron consideradas como un miogeosinclinal (Borello 1971), o como una cadena montañosa aulacogénica intracratónica (Harrington 1970; Kilmurray 1975; Varela 1978). Posteriormente Martínez (1980) y Dalmayrac *et al.* (1980) propusieron la existencia de un continente Sudestepacífico, que se aproximó desde el oeste y estuvo separado mediante un océano del continente Brasiliano-Pampeano. La unión de estas placas habría producido una alta compresión y cizalla. Este sistema, al que consideraron sinistral, de edad permo-triásica afectaría a las Sierras de la Ventana y Sistema del Cabo en Sudáfrica. Luego surgió la propuesta de Ramos (1984, 1988) quien consideró a la Patagonia como un continente alóctono y a la colisión entre éste y la placa gondwánica como la causa del plegamiento y corrimiento del Sistema de Ventana. En base a estudios microestructurales Cobbold *et al.* (1986), Rossello *et al.* (1997) y Japas (1999) propusieron deformación por transpresión dextral mientras que para Sellés Martínez (1989) se trata de cizalla en un

régimen transpresivo sinistral. Esta última propuesta es coherente con las de Martínez (1980), Dalmayrac *et al.* (1980) y Lock (1980). Posteriormente Cobbold *et al.* (1991), postularon la existencia de zonas de deformación intracontinental en el sudoeste del Gondwana durante tiempos permo-triásicos, a partir de un margen compresivo oblicuo de tipo Andino.

Cobbold *et al.* (1986), Buggish (1987) y Von Gosen *et al.* (1991) propusieron una fase de metamorfismo principal y deformación dúctil en el Permo - Triásico. Varela *et al.* (1984) sugirieron que la deformación es principalmente pérmica en base a estudios petrotectónicos. López Gamundi *et al.* (1995) restringieron la edad de la deformación de las Sierras Australes entre el Pérmico Temprano tardío y el Pérmico Tardío basados en la presencia de sedimentación sinorogénica de la Formación Tunas (Grupo Pillahuincó). Resultados paleomagnéticos recientemente obtenidos indicarían una edad pérmica inferior tardía en base a las magnetizaciones remanentes estables aisladas

en especímenes provenientes de la Formación Tunas (Tomezzoli y Vilas 1999; Tomezzoli 1999, 2001).

La estructura de las Sierras Australes fue explicada como parte de un sistema intensamente deformado, en el que se pueden reconocer hasta ocho órdenes de plegamiento (Harrington 1947). A partir de 1980 surgen numerosos trabajos que reflejan análisis e interpretaciones minuciosas de las estructuras mega y mesoscópicas de las Sierras Australes. Se refieren a episodios deformativos en el campo frágil, que producen fallas, zonas de cizallas y diaclasas, en algunos casos relacionadas con fajas de brechas, a la vez que se estudiaron los comportamientos reológicos de los materiales y se cuantificó la deformación a partir de análisis microestructurales. Entre algunos de estos trabajos se pueden mencionar los de Massabie y Rossello (1984, 1985); Massabie *et al.* (1986); Di Nardo y Dimieri (1984, 1985); Rossello y Massabie (1981, 1993); Japas (1987, 1989, 1999) y Rossello *et al.* (1997). Von Gosen *et al.* (1991) consideraron a la Sierra de la Ventana como una faja plegada y corrida con importantes fallas inversas subaflorantes paralelas al rumbo de las sierras. Algunas observaciones realizadas por Tomezzoli y Cristallini (1998) en distintos sectores de la comarca ponen nuevamente de manifiesto la importancia que ha tenido el fallamiento en el desarrollo de las mesoestructuras de la región.

El primer ordenamiento estratigráfico formal fue dado a conocer por Harrington (1947) quien clasificó a las unidades aflorantes en Series, Sistemas y Grupos describiendo cuidadosamente cada una de ellas. Posteriormente esta clasificación fue adaptada al Código de Nomenclatura Estratigráfica por Suero (1972). Dado que estas rocas no son fácilmente datables ni distinguibles entre sí, otros autores como Kilmurray (1975), Varela (1978) y Buggish (1987), proponen ordenamientos estratigráficos distintos, a la vez que reasignaron parcialmente algunas edades. Sin embargo y aún hoy día continúan las controversias y las dudas en este sentido (Cuadro 1), pero en términos generales las primeras propuestas son las más aceptadas.

## Metodología de trabajo

Los perfiles estructurales que se presentan en este trabajo se realizaron en base a reconocimientos en superficie en las cercanías de las secciones. Se utilizaron los mapas geológicos de Harrington (1947) y Suero (1972), que permitieron reconocer las distintas unidades formacionales y establecer los contactos entre ellas. También se recurrió a fotografías aéreas y a una imagen satelitaria TM de la región. La actitud estructural de los bancos fue medida con brújula. Se utilizaron técnicas de relevamiento tradicionales en las que se fueron bosquejando cada uno de los afloramientos en el campo. Se tomaron puntos de control con GPS, ubicando los tramos levantados sobre fotografía aérea. Los bosquejos fueron redibujados e integrados sobre la base topográfica utilizando los puntos de control para re-escalarlos y los datos de inclinaciones proyectados para representar los flancos de las estructuras. La

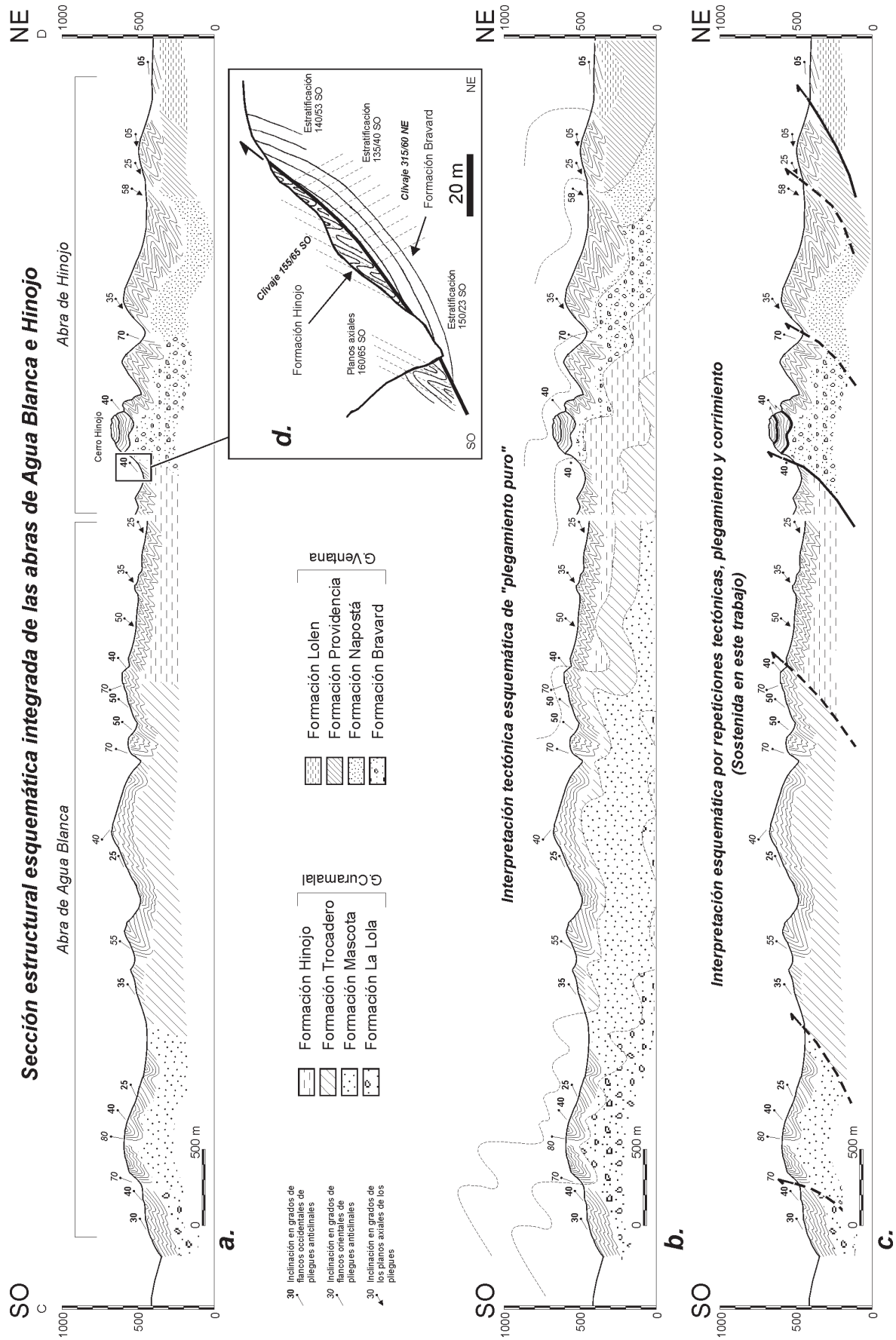
topografía está trazada en base a los mapas de escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar y a las formas bosquejadas en el campo.

## Sección de las abras de Agua Blanca e Hinojo

La sección Abra de Hinojo-Agua Blanca fue levantada a lo largo de las abras homónimas (Figs. 1b y 2a), que cortan en el norte, a las sierras de Curamalal y Bravard, respectivamente. Si bien hay una diferencia latitudinal entre ambas (Fig. 1b), la estructura fue representada en un bosquejo continuo. Cobbold *et al.* (1991) realizaron perfiles estructurales sobre este mismo corte de las sierras basados en fotografías de campo. La geometría representada por ellos es consistente con la aquí dibujada y ambas muestran el estilo típico de plegamiento de las Sierras Australes.

La vergencia general de las estructuras es hacia el noreste y en el campo son claramente identificables los distintos órdenes de plegamientos interpretados por Harrington (1947). En la sección exhibida (Fig. 2) se representan sólo las estructuras principales y se marcan las inclinaciones más representativas de la sección. Los pliegues anticlinales son asimétricos, con flancos orientales volcados y replegados. Las unidades estratigráficamente más jóvenes están siempre estructuralmente por debajo de las más viejas. Un aspecto del sector del abra de Hinojo que llamó la atención fue la tendencia de los pliegues a disponerse con sus planos axiales casi horizontales, quedando totalmente recumbentes, pero sin embargo los contactos de las formaciones tienden a verticalizarse. En el sector del abra de Agua Blanca el contacto entre las formaciones pasa comúnmente por las quebradas paralelas al rumbo de las estructuras, siendo difícil establecer si existen fallas que montan a las unidades más viejas sobre las más nuevas o si esta relación viejo sobre nuevo se da sólo por el plegamiento (Fig. 2).

El límite entre las sierras de Curamalal y Ventana está marcado por un valle longitudinal muy amplio paralelo a la estructura (véase figura 1b) de decenas de kilómetros de longitud que fue interpretado como un corrimiento por Schiller (1930), Kilmurray (1975) y Cobbold *et al.* (1991). Hacia el oeste del mismo se presenta el grupo más viejo de las sierras y hacia el este el más joven. En el sur de la estancia Las Grutas - norte de cerro Áspero se tuvo la oportunidad de estudiar el límite entre ambas sierras ya que aquí se angosta el valle antes mencionado. En este sector, la discontinuidad está dada por una falla que pasa sobre el flanco occidental del cerro Hinojo y que está poniendo en contacto tectónico a la Formación Hinojo sobre la Formación Bravard (Fig. 2d). Se observaron relaciones de corte secuencia abajo entre la falla y la última unidad. La secuencia del bloque yacente está afectada por un clivaje de rumbo 315° e inclinación 60° al NE y el bloque colgante por un clivaje de rumbo 155° e inclinación 65° al SO. Mientras que este último corresponde a un clivaje de plano axial, el primero representa el de un flanco occidental de un anticlinal mayor.



**Figura 2:** Bosquejos estructurales a lo largo de las abras de Agua Blanca e Hinojo. (véase ubicación de la sección A-B en la figura 1b). **a)** Observaciones realizadas; **b)** interpretación tectónica esquemática usando un modelo de plegamiento puro; **c)** interpretación esquemática por repeticiones tectónicas; **d)** bosquejo de campo del contacto entre los Grupos Curumalal (Formación Hinojo) y Ventana (Formación Bravard) en la estancia Las Grutas.

**Cuadro 1:** Distintas propuestas estratigráficas para las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires \*.

		Harrington, 1947	Kilmurray, 1975 Este      Oeste	Varela, 1978 Este      Medio      Oeste	Buggisch, 1987	
Carbonífero	Triásico		Tunas	Granito López Lecube Tunas      Hinojo	Tunas	
	Pérmico	Tunas Bonete Piedra Azul	Bonete Piedra Azul	Bonete      Trocadero Piedra Azul      Mascota	Bonete Piedra Azul	
	Pensilvaniano	Sauce Grande	Sauce Grande	Sauce Grande      La Lola	Sauce Grande	
	Missisipiano	?	Providencia Naposta Bravard Hinojo Trocadero Mascota La Lola	riolita "Ermita"	?	
	Devónico	Lolen Providencia Naposta Bravard	Lolen	317-348 Ma riolita "Ermita"	Lolen	Lolen
	Silúrico	Hinojo Trocadero Mascota La Lola	Granito Cerro Colorado (407 Ma)	Providencia	Providencia	Providencia
	Ordovícico	?	Los Chilenos	Naposta	Naposta Bravard	Naposta Bravard
	Cámbrico	?		Bravard	Hinojo Trocadero Mascota La Lola	Hinojo Trocadero Mascota La Lola
Precámbrico	Granito Riolita	Granito Ruca Malén	Granito Agua Blanca Las Lomitas Dibasas Cerro Pan de Azúcar Riolitas Cerro del Corral			

\*Modificado de Buggisch 1987.

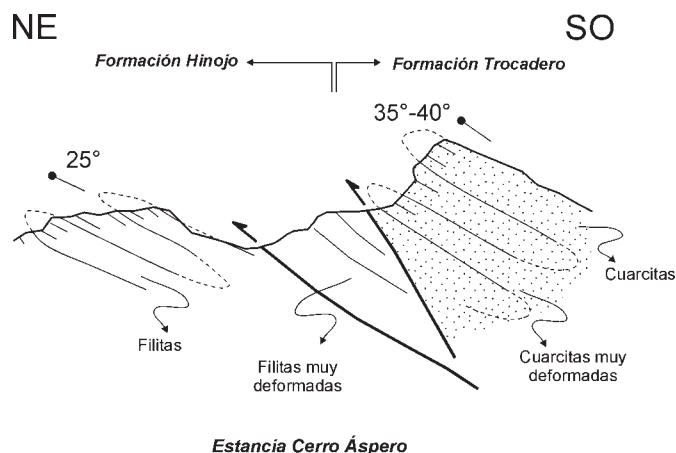
Hacia la parte oriental del abra de Hinojo afloran los estratos de la Formación Lolén (Cuadro 1), subhorizontales y estructuralmente por debajo de toda la secuencia. El quiebre de pendiente abrupto lleva a inferir un corrimiento en este sector correlacionable con el propuesto por Tomezzoli y Cristallini (1998).

### Interpretación

En la figura 2b se explica la estructura según el modelo tradicional de Harrington (1947). En el mismo las sierras de Curamalal y Ventana formarían un solo flanco oriental replegado de un anticlinal de primer orden del cual no afloraría su contraparte occidental. Este modelo requería de una topografía muy elevada durante el período de deformación principal de la cadena.

En la figura 2c las relaciones entre las distintas unidades, son interpretadas como fallas inversas en base a criterios geométricos y morfológicos de campo tal como lo observado en el contacto entre las Formaciones Troca-

dero e Hinojo en la estancia Cerro Áspero (Fig. 3). Allí se puede ver claramente a la primera (más vieja) por encima de la segunda (más joven), mediando entre ambas una superficie de separación continua y un quiebre topográfico abrupto (Fig. 3). Esta superficie es interpretada como una falla que está cortando estratos previamente deformados, tanto en el bloque yacente como en el colgante. Si bien esta relación no es fácilmente observable en otros pases formacionales, no es muy trascendente para la interpretación estructural de un sector si el contacto entre dos unidades es una falla inversa o un pliegue volcado. Ambas posibilidades pueden absorber acortamientos similares y tener una genética muy parecida (compárense los esquemas de las figuras 4 a y b). Para los autores el tipo de modelo basado en repeticiones tectónicas, plegamientos y corrimientos (Fig. 2c) es el más consistente para explicar la estructura presente. Los contactos por corrimientos entre distintas formaciones fueron observados en otras localidades, tal es el caso del parque Tornquist y cerro Tres Picos (Tomezzoli y Cristallini 1998).



**Figura 3:** Bosquejo de campo del contacto entre las Formaciones Trocadero e Hinojo en la estancia Cerro Áspero.

### Sección integrada

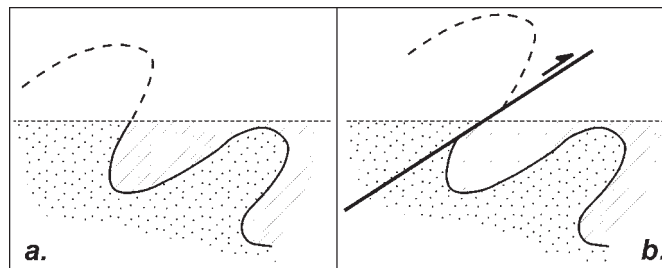
En la sección esquemática integrada de toda la cadena montañosa (Figs. 5 a y b) se marcan las principales estructuras observadas e inferidas en la región. Esta sección fue levantada a lo largo del abra de la Ventana. Se extiende hacia el oeste hasta la localidad de López Lecube, pasando por cerro Colorado y sierras de Chasicó y Cortapié y hacia el este hasta el borde oriental de la sierra de las Tunas. Durante el trabajo de campo también se utilizaron las secciones realizadas por Japas y Amos (1991) en las sierras de las Tunas.

Es interesante notar en esta sección (Fig. 5) la vergencia opuesta entre la sierra de las Tunas y el resto de la cadena montañosa. También se observa una diferencia en el grado de deformación y en la geometría de las estructuras entre los sectores occidental y oriental.

### Interpretación

La estructura es explicada con un nivel de despegue profundo en rocas de basamento que se levanta hacia el noreste hasta el límite Paleozoico-basamento. Una zona triangular queda definida entre las sierras de la Ventana y de las Tunas. En este modelo, la deformación fue progresando en el tiempo de suroeste a noreste, comportándose, el sector de la sierra de las Tunas, pasivamente y levantándose por los bajocorrimientos ciegos de la zona triangular.

El acortamiento tectónico involucrado en las estructuras de distinto orden presentes en la región es sin duda difícil de calcular. Japas (1987) midió valores de acortamiento por plegamiento del 21% para el sector oriental de las Sierras de las Australes. Von Gosen *et al.*, (1990) obtuvo valores de acortamiento lateral de la secuencia sedimentaria de 24 % en base a estudios microestructurales. En este trabajo, se presenta una sección esquemática en profundidad parcialmente balanceada (Fig. 6). La sección se basa únicamente en datos de superficie y en ella se balancea la

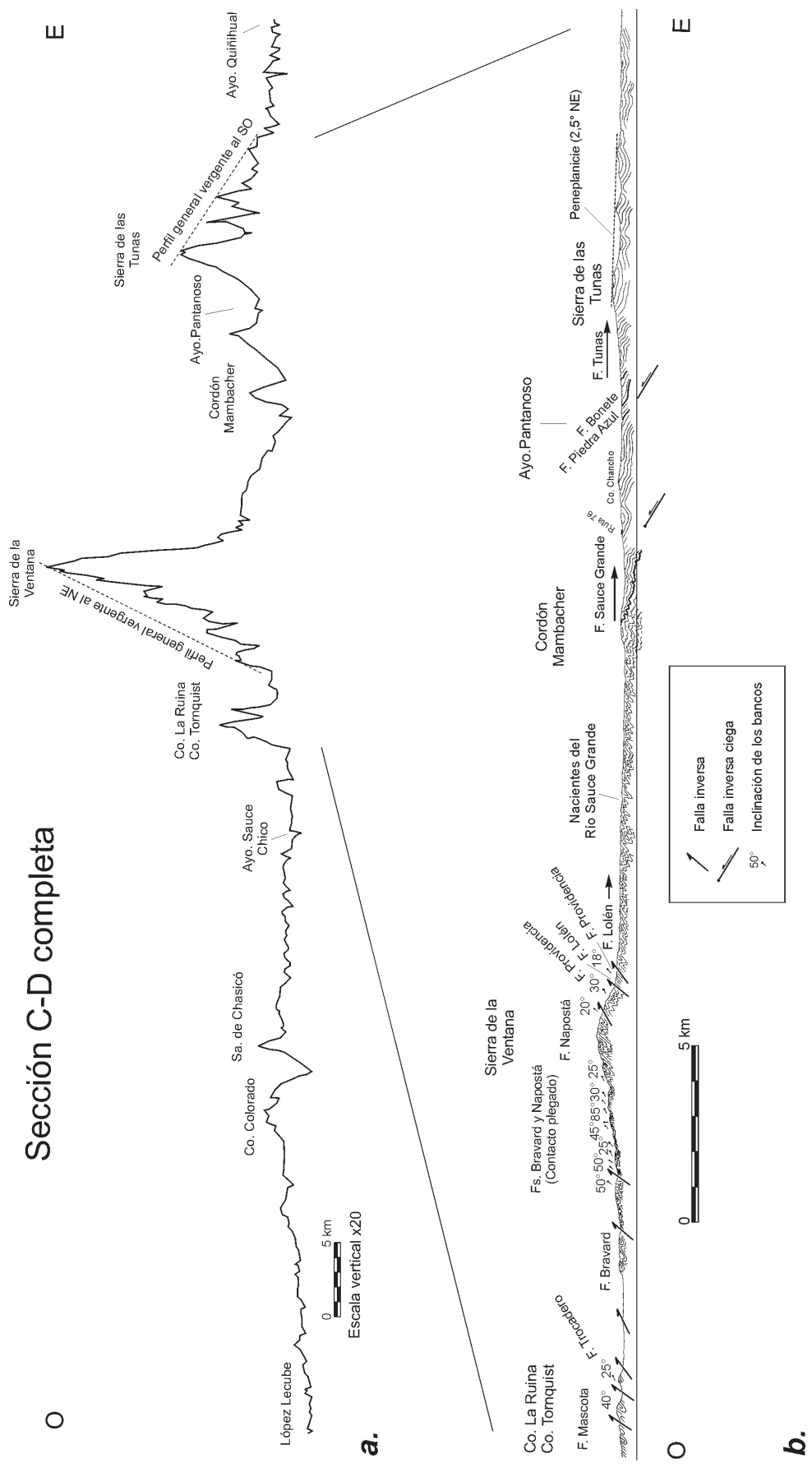


**Figura 4:** Esquema comparativo entre contacto plegado a) y contacto plegado y fallado b). Nótese que ambas interpretaciones consumen un acortamiento similar. En el campo se observan ambos tipos de contacto.

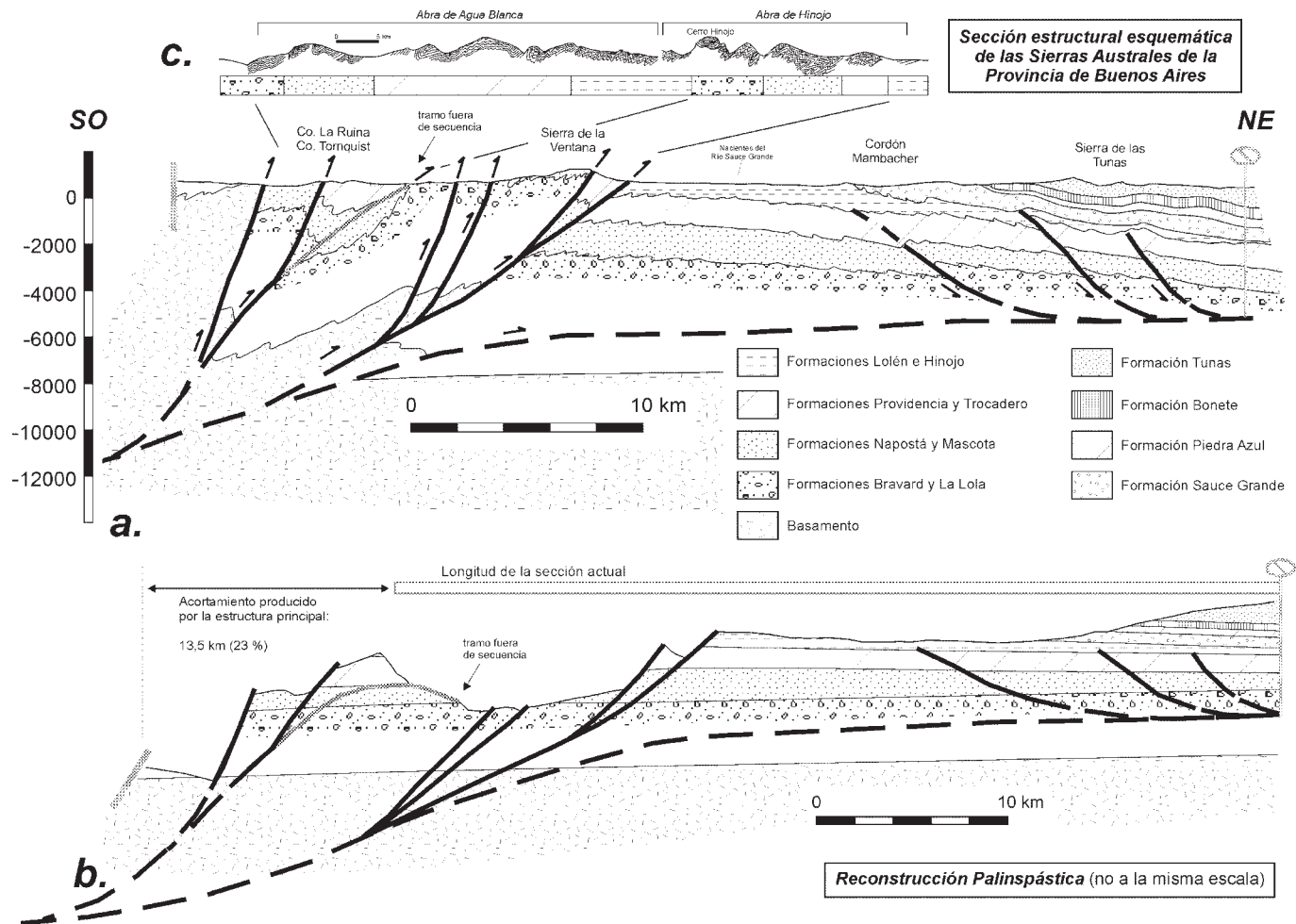
estructura principal sin tener en cuenta el acortamiento producido por el replegamiento de las unidades. El acortamiento mínimo medido en esta sección es de 13,5 km lo que equivale a un 23%. Si bien no se realizaron los cálculos discriminados, es indiscutible que el acortamiento absorbido por el sector oriental del cordón de Mambacher y sierra de las Tunas, es notablemente menor al absorbido en el sector occidental de las sierras de la Ventana, Bravard y Curamalal. En esta sección se consideraron a los Grupos Curamalal y Ventana como repeticiones tectónicas de las mismas unidades litológicas. Cabe mencionar que esta interpretación requiere que la falla que repite a los grupos mencionados sea fuera de secuencia o esté cortando una secuencia previamente plegada (Fig. 6). Este hecho está respaldado por la relación de corte secuencia abajo encontrada en el sur de la estancia Las Grutas - norte de cerro Áspero (Fig. 2d). En la sección de la figura 6 se marca en gris el tramo de falla que estaría fuera de secuencia y que desplaza junto con el bloque colgante a las fallas ubicadas hacia en suroeste.

### Modelo tectónico

A partir de las observaciones de campo realizadas sobre los tipos litológicos presentes en el ámbito de las Sierras Australes se establecieron algunas características propias de cada formación. Tanto el Grupo Curamalal como el Grupo Ventana comienzan con los conglomerados de La Lola y Bravard respectivamente. Ambos tienen poca participación de clastos generalmente de colores violáceos y presentan una matriz cuarcítica de colores blanquecinos y rosados. Andreis (1964; 1965) y Kilmurray (1975) llamaron la atención acerca de la similitud composicional entre ambos. Por encima afloran las Formaciones Mascota y Napostá, respectivamente. Se trata en ambos casos de cuarcitas blancas y grises, con granos de cuarzo de hasta 2 mm de largo, que presentan evidencias de recristalización. Tienden a formar pliegues de gran amplitud en relación a su longitud de onda. Luego aparecen las cuarcitas rosadas de las Formaciones Trocadero y Providencia, respectivamente, que tienden a deformarse con un estilo distinto al de las formaciones anteriores, dado que se repliegan en forma apretada y con estructuras más pequeñas.



**Figura 5:** Sección de las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires (C-D) desde la localidad de López Lecube hasta el borde oriental de la sierra de las Tunas. **a)** Perfil topográfico donde se observan las vergencias morfológicas contrarias del sector occidental de sierra de la Ventana y oriental de sierra de las Tunas; **b)** Bosquejo estructural del sector principal de afloramientos.



**Figura 6:** a) Sección estructural esquemática que ilustra las repeticiones tectónicas propuestas. El nivel de despegue general se profundiza hacia el suroeste y levanta hacia el noreste. Una zona triangular queda definida entre las sierras de la Ventana y de las Tunas. Nótese que el contacto entre los Grupos Curamalal y Ventana está representado por un corrimiento fuera de secuencia. b) Reconstrucción palinspástica de la estructura principal que muestra un acortamiento mínimo de 13,5 km (23%). c) Sección del Abra de Agua Blanca Hinojo (Fig. 2).

Ambos Grupos Curamalal y Ventana rematan con las Formaciones Hinojo y Lolén, respectivamente. Están separadas de las anteriores por posibles superficies de corrimiento (Tomezzoli y Cristallini 1998). Es notable como en ambos casos cambia sustancialmente la litología pasando de cuarcitas puras de las Formaciones Trocadero y Providencia, respectivamente, para llegar a areniscas cuarzo-feldespáticas y filitas. En estas unidades arenosas el clivaje está muy marcado, de manera tal que tienden a desarrollar superficies “lajosas”. Estudios petrográficos sobre rocas de la Formación Hinojo, llevaron a Leguizamón y Teruggi (1985) a clasificarlas como protomilonitas y protocataclitas. Así mismo, estudios similares en la Formación Lolén, permitieron a Sellés Martínez y Quenardelle (1992), definir las para algunos sectores de los pliegues analizados como milonitas. La única diferencia observada entre ambas formaciones en base a las observaciones de campo, es que la Formación Hinojo tiende a tener colores más claros, amarillos, blanquecinos y Lolén más oscuros, algo castaños.

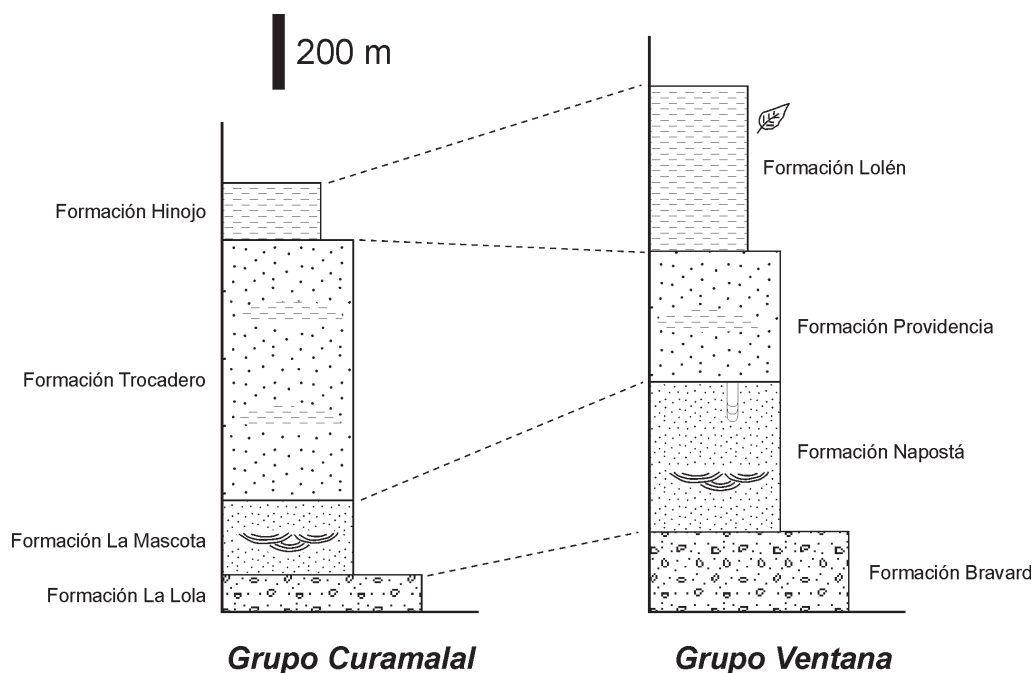
Las observaciones de campo y los estudios realizados

por otros autores permiten encontrar similitudes sustanciales entre los Grupos Curamalal y Ventana. Este hecho ya había sido considerado y destacado por Harrington (1947), sin embargo el esquema estructural planteado por este autor, no contemplaba la existencia de fallas inversas importantes, de manera que ambos grupos no podían estar repetidos.

Algunos años más tarde Kilmurray (1975) planteó, en un esquema tectónico similar al que se plantea en este trabajo, la repetición estructural del mismo paquete sedimentario deformado diferencialmente, con inhomogeneidades estrictamente estructurales y no composicionales, excepto en la parte alta de la secuencia en la Formación Lolén. El intento de asignar edades carboníferas a las unidades, a la vez que la presentación de nombres formacionales diferentes a los ya establecidos, deslució su modelo. Sin embargo, actualmente está aceptado que ambos grupos están en contacto tectónico (Cobbold *et al.* 1991; 1992).

Algo semejante también fue planteado por Andreis *et al.* (1989), quienes admitirían la contemporaneidad entre el





**Figura 7:** Columnas estratigráficas esquemáticas de los Grupos Curamalal y Ventana. Basado en datos de Harrington (1947), Buggisch (1987) y Cingolani *et al.* (2002).

Ciclo Sedimentario I: Curamalal y el Ciclo Sedimentario II: Ventana, basándose en “atributos cromáticos, litofaciales, así como las propiedades de la estratificación (potencia, contactos y forma de los cuerpos sedimentarios, tipos y frecuencias de estructuras sedimentarias primarias), e incluso la orientación de las paleocorrientes hacia el SO” (Andreis *et al.* 1989: 277).

De manera tal que, con el modelo estructural planteado y en base a los estudios antes mencionados, el Grupo Curamalal yace por encima del Grupo Ventana repetido estructuralmente (Fig. 7). A la vez se sugiere en forma amplia la correlación entre las Formaciones La Lola y Bravard; Mascota y Napostá; Trocadero y Providencia y Hinojo y Lolén.

Lamentablemente la ausencia generalizada de fósiles, con excepción de unas trazas descritas por Buggisch (1987) en la Formación Napostá y restos de plantas en la Formación Lolén (Cingolani *et al.* 2002), impide acotar con exactitud la edad de estas formaciones que podrían extenderse desde el Ordovícico hasta el Devónico y la correlación más precisa entre ellas.

### Discusión

El levantamiento de secciones estructurales de escala mesoscópica pone de manifiesto la participación de fallas y corrimientos en la estructura de la región (Figs. 2, 5 y 6; veáse también Tomezzoli y Cristallini 1998). El tipo de estructuras planteado es difícil de observar en planta por la similitud litológica entre las distintas láminas falladas y por la cubierta de suelos que tapiza la región. Sin embargo, en aquellos sectores donde se corta transversalmente

a los afloramientos (laboreos de rutas o canteras) se observa que las fallas son abundantes y que se vinculan genéticamente al plegamiento.

La presencia de las unidades más antiguas topográficamente por encima de las más modernas puede ser explicada básicamente por dos mecanismos: o existen fallas inversas, o existen pliegues volcados. Pero tal como es habitual en los sistemas naturales también es común la combinación de estas posibilidades. Sin embargo, no es estructuralmente muy relevante si el contacto entre las unidades formacionales dentro de cada grupo es por fallas o por plegamientos volcados. En cambio, sí es importante discutir las características de una estructura de primer orden como es la discontinuidad entre los Grupos Curamalal y Ventana. En este trabajo se aportan nuevos elementos que apoyan la propuesta de una falla entre ambos como ya había sido propuesto por otros autores (Schiller 1930; Kilmurray 1975 y Cobbold *et al.* 1991; 1992).

### Conclusiones

Se presentan una sección estructural de las abras de Agua Blanca e Hinojo y una sección integrada de toda la cadena montañosa donde se marcan las principales estructuras observadas e inferidas de la región. Se realiza un modelo estructural simplificado para las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires que se caracteriza por la presencia de un corrimiento fuera de secuencia que repite a los Grupos Curamalal y Ventana y de una zona triangular entre las sierras de la Ventana y Tunas-Pillahuincó. Se calculó un acortamiento mínimo de 13,5 km

(23%) para la sección integrada de la cadena montañosa, sin tener en cuenta los pliegues y repliegues de menor orden.

En este trabajo se apoya, en base a relaciones de campo y a comparaciones estratigráficas, la idea que fue planteada originalmente por Schiller (1930) y Kilmurray (1975), e insinuada por otros autores, de que ambos grupos sean repeticiones tectónicas de las mismas unidades litológicas. De esta manera se simplificaría notablemente la estratigrafía y estructura de las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. Al no haberse encontrado fósiles (con la única excepción de las Formaciones Napostá y Lolén) ni haber dataciones que confirmen el orden estratigráfico utilizado en los Grupos Curamalal y Ventana, se espera que estudios estratigráficos de detalle permitan una correlación más precisa entre las unidades de los grupos mencionados.

## Agradecimientos

Este trabajo forma parte de la Tesis Doctoral de R.N. Tomezzoli (CONICET-UBA). Se desea agradecer a la Fundación Antorchas por el financiamiento a través de un subsidio de Reinserción para Investigadores Jóvenes y de los subsidios de Apoyo a Proyectos y a los subsidios UBA para Investigadores Jóvenes y PEI-CONICET. El Dr. F. Pereyra facilitó las fotografías aéreas. A los Drs. V. Ramos y J. Sellés Martínez por sus aportes y sugerencias; especialmente al Dr. P. Cobbold y otro árbitro anónimo por sus críticas que mejoraron sustancialmente este trabajo.

## TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Andreis, R.R., 1965. Petrología de las sedimentitas psefiticas paleozoicas de las Sierras Australes, provincia de Buenos Aires, Argentina. Comisión de Investigaciones Científicas. Anales 6: 9-63, La Plata.
- Andreis, R.R., 1964. Petrología del Grupo eodévónico de Lolén. Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. Comisión de Investigaciones Científicas. Anales 5: 79-124, La Plata.
- Andreis, R.R., Iñiguez Rodriguez, A.M., Lluch, J.J., y Rodriguez, S., 1989. Cuenca paleozoica de Ventania. Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires. En Chebli, G. y Spalletti, L., editores: «Cuenca Sedimentarias Argentinas», Serie Correlación Geológica, Universidad Nacional de Tucumán, pp: 265-298.
- Borello, A.V., 1971. Aspectos geosinclinales salientes de las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. Reunión sobre Geología de las Sierras Australes Bonaerenses. Comisión de Investigaciones Científicas, 21-26, La Plata.
- Buggisch, W., 1987. Stratigraphy and very low grade metamorphism of the Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires (Argentina) and implications in Gondwana correlation. Zentralblatt für Geologie Paläontologie, 5(1): 819-837.
- Cingolani, C.A., C.M. Berry, E. Morel and R.N. Tomezzoli, 2002. Middle Devonian lycopsids from high southern palaeolatitudes of Gondwana (Argentina). Geological Magazine 139: 641-649. Cambridge University Press.
- Cobbold, P.R., Gapais, D., Rossello, E.A., Milani, E. y Sztamari, P., 1992. Permo-Triassic intracontinental deformation in SW Gondwana. J. Wit y N. Ransome (eds.) Inversion Tectonics of the Cape Fold Belt, Karoo and Cretaceous Basins of Southern Africa. Balkema, 23-26, Rotterdam.
- Cobbold, P.R., Gapais, D. y Rossello, E.A., 1991. Partitioning of transpressive motions within a sigmoidal foldbelt: the Variscan Sierras Australes, Argentina, Journal of Structural Geology, 13 (7): 743-758.
- Cobbold, P.R., Massabie, A.C. y Rossello, E.A., 1986. Hercynian wrenching and thrusting in the Sierras Australes Foldbelt, Argentina. Hercynica, 2(2): 135-148.
- Dalmayrac, B., Laubacher, G., Marocco, R., Martinez, C. y Tomasi, P., 1980. La chaîne hercynienne d'Amérique du Sud. Structure et evolution d'un orogene intracratonique. Sonderdruck a.d. Geologische Rundschau, 69(1): 1-21, Stuttgart.
- Di Nardo, L.R. y Dimieri, L.V., 1985. Mecanismos de fracturación de la masa rocosa en el abra de la Ventana. Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. Segunda Reunión sobre Microtectónica. Actas: 20-22, Bahía Blanca.
- Di Nardo, L.R. y Dimieri, L.V., 1984. Mesoestructuras en el abra de la Ventana. Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. Comisión de Investigaciones Científicas, inédito, La Plata.
- Harrington, H.J., 1970. Las Sierras Australes de Buenos Aires, República Argentina: Cadena Aulacogénica. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 25(2): 151-181.
- Harrington, H.J., 1947. Explicación de las Hojas Geológicas 33m y 34m, Sierras de Curamalal y de la Ventana, Provincia de Buenos Aires. Servicio Nacional de Minería y Geología. Boletín 61: PAGINAS
- Japas, M.S., 1999. Revisión de las teorías acerca del origen del arco de las Sierras Australes de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 54(1): 9-22.
- Japas, M.S., 1989. La deformación de la cadena plegada de las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires. Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, 40: 193-215, Buenos Aires.
- Japas, M.S., 1987. Caracterización geométrico-estructural del Grupo Pillahuincó I. Perfil del Arroyo Atravesado, Sierra de las Tunas, Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 38: 145-155, Buenos Aires.
- Japas, M.S. y Amos, A.J., 1991. Los fósiles deformados en las determinaciones paleontológicas: Limitaciones al análisis morfológico. Ameghiniana 23(3/4): 191-202.
- Kilmurray, J.O., 1975. Las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires, las facies de deformación y nueva interpretación estratigráfica, Revista de la Asociación Geológica Argentina, 30(4): 331-348.
- Leguizamon, M.A. y Teruggi, M.E., 1985. Contribución al conocimiento petrológico-estructural de las rocas de la Formación Hinojo, Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires, resumen. I Jornadas Geológicas Bonaerenses: 229, La Plata.
- Lock, B.E., 1980. Flat-plate subduction and the Cape Fold Belt of South Africa. Geology, 8: 35-39.
- López Gamundi, O.R., Conaghan, P.J., Rosello, E.A. y Cobbold, P.R., 1995. The Tunas Formation (Permian) in the Sierras Australes Foldbelt, east central Argentina: evidence for syntectonic sedimentation in a foreland basin. Journal of South American Earth Sciences, 8(2): 129-142.
- Martínez, C. 1980. Structure et evolution de la chaîne Hercynienne et de la chaîne Andine dans le nord de la Corillere des Andes de Bolivie. Travaux et documents de L'Ostrom, 119: 1-352, París.
- Massabie, A.C. y Rossello, E.A., 1985. Evaluación del acortamiento por kinking en la Formación Sauce Grande, Sierras Australes de Buenos Aires. II Reunión de Microtectónica: 35-38, Bahía Blanca.
- Massabie, A.C. y E.A. Rossello, 1984. La discordancia pre-Formación Sauce Grande y su entorno estratigráfico Sierras Australes de Buenos Aires, Argentina, 9º Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 337-352.
- Massabie, A., Rossello, E. y Amos, A., 1986. Kinematic interpretation of the minor and mesoestructuras in the abra de la Ventana area,

- Sierras Australes, Buenos Aires, Argentina. *Anales de la Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*, 38: 215-232, Buenos Aires.
- Ramos, V.A., 1988. Tectonics of the Late Proterozoic Early Paleozoic: a collisional history of Southern South America. *Episodes*, 11(3): 168-174.
- Ramos, V.A., 1984. Patagonia: un continente paleozoico a la deriva?, 9° Congreso Geológico Argentino (S. C. Bariloche), Actas 2: 311-325, Buenos Aires.
- Rossello, E. y Massabie, A.C., 1993. Caracterización tectónica del Kinking mesoscópico de las Sierras Australes de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 47(20): 179-187, Buenos Aires.
- Rossello, E.A. y Massabie, A.C., 1981. Micro y meso estructuras en las Formaciones Lolén y Sauce Grande y sus implicancias tectónicas en las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 36(3): 272-285.
- Rossello, E., Massabie, A.C., López Gamundi, O.R., Cobbold, P.R. y Gapais, D., 1997. Late paleozoic transpression in Buenos Aires and Northeast Patagonia ranges, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 10: 389-402.
- Schiller, W. 1930. Investigaciones Geológicas en las montañas del Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires. *Anales del Museo de la Plata. Sección Mineralogía y Geología. Segunda Serie, primera parte*. 4: 101 p. La Plata.
- Sellés Martínez, J., 1989. The structure of Sierras Australes (Buenos Aires, Argentina). An example of folding in a transpressive environment. *Journal of South America Earth Science*, 2(4): 317-329.
- Sellés Martínez, J. y Quenardelle, S.M., 1992. Evidencias microestructurales de deformación progresiva en la Formación Lolén (Devónico de Sierra de la Ventana. Provincia de Buenos Aires. VI Reunión sobre microtectónica. Monografías de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales: 127-131, Buenos Aires.
- Suero, T., 1972. *Compilación geológica de las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires*. Ministerio de Obras Públicas, LEMIT, División Geología. *Anales* 3: 135-147, La Plata.
- Tomezzoli, R.N., 2001. Further Palaeomagnetic results from the Sierras Australes fold and thrust belt, Argentina. *Geophysical Journal International*, 147: 356-366.
- Tomezzoli, R.N., 1999. Edad de la sedimentación y deformación de la Formación Tunas en las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires (37°-39°S - 61°-63°W). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 54 (3): 220-228.
- Tomezzoli, R.N., Vilas, J. F., 1999. Paleomagnetic constraints on age of deformation of the Sierras Australes thrust and fold belt, Argentina. *Geophysical Journal International*, 138: 857-870.
- Tomezzoli, R.N. y E.O. Cristallini, 1998. Nuevas evidencias sobre la importancia del fallamiento en la estructura de las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 53(1): 117-129.
- Varela, R., 1978. Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires: Hipótesis de trabajo sobre su composición geológica y rasgos geotectónicos salientes. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 33(1): 52-62.
- Varela, R., L.H. Dalla Salda, C.A. Cingolani, 1984. Estructura y composición geológica de las Sierras Colorada, Chasicó y Cortapie, Sierras Australes de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 40(3-4): 254 -261.
- Von Gosen, W., Buggisch, W. y Krumm, S., 1991. Metamorphic and deformation mechanisms in the Sierras Australes fold thrust belt (Buenos Aires, Province, Argentina). *Tectonophysics*, 185: 335-356.
- Von Gosen, W., Buggisch, W. y Dimieri, L.V., 1990. Structural and metamorphic evolution of the Sierras Australes (Buenos Aires Province / Argentina). *Geologische Rundschau* 79(3): 797-821, Stuttgart.

**Recibido:** 7 de mayo, 2003

**Aceptado:** 5 de mayo, 2004