

EL BAJO DE AÑELO

Francisco Pángaro¹, Ricardo Martínez¹, Federico Sattler¹ y Fernando Bettini²

1. Petrobras Argentina SA francisco.pangaro@petrobras.com 2. YPF SA

RESUMEN

El Bajo de Añelo es un rasgo estructural regional de orientación noroeste – sudeste que divide al engolfamiento Neuquino en dos vertientes: hacia el noreste la plataforma nororiental y hacia el sur y oeste la plataforma sur y la faja plegada. Se extiende a lo largo de unos 280 km desde General Roca hasta el área al noroeste del volcán Auca Mahuida y es claramente visible en mapas estructurales como un sinclinorio con 750 m de relieve estructural y puede ser interpretado en mapas geológicos, gravimétricos, isópacos e imágenes satelitales. De SE a NO está dividido en tres segmentos caracterizados por una diferente morfología, mecanismos de subsidencia y evolución estructural. El segmento oriental está caracterizado por un estadio inicial de *rift* y una subsidencia posterior de *sag* cuyo eje coincide con el Bajo de Añelo el cual correlaciona con una anomalía gravimétrica asociada a atenuamiento cortical. El segmento central muestra una subsidencia termal inicial cuyo eje coincide geográficamente con el Bajo de Añelo para luego, desde el Jurásico Tardío, dar paso a subsidencia regional con basculamiento hacia el oeste; la estructuración de la Dorsal de Huincul modifica entre el Jurásico Tardío y Cretácico Tardío la pendiente estructural regional dando forma al Bajo de Añelo en esta porción. El segmento occidental, a diferencia de los anteriores, no muestra subsidencia enfocada en el Bajo de Añelo y evolucionó principalmente durante el Terciario como respuesta al crecimiento al oeste de la estructura del Dorso de los Chihuidos. Este último se presenta como un anticlinal de más de 130 km de largo y 1,5 km de relieve estructural con una evolución compleja. El Bajo de Añelo queda definido en este contexto como una estructura de escala regional, segmentada y modelada por diferentes procesos tectónicos entre el Triásico Tardío y el Mioceno.

Palabras clave: Bajo de Añelo, evolución estructural, subsidencia termal, deformación terciaria

ABSTRACT

The Añelo trough.- The Añelo through is a regional NW oriented structural feature that divides the *Engolfamiento Neuquino* into two opposite dipping domains: the northeastern platform to the NE and the southern platform and basin foldbelt to the SW and W. It spans through some 280 km from the General Roca area to the northwest of the Auca Mahuida volcano and is clearly visible in structural maps as a 750 m relief regional syncline and can be interpreted in gravity maps, satellite images and thickness maps. From SE to NW it is divided into three segments in terms of its different morphology, subsidence drivers and structural evolution. The eastern segment is characterized by an initial rift stage with a subsequent sag subsidence strongly controlled by the Añelo trough which coincides with a positive gravimetric anomaly derived from crustal thinning. The central segment shows an initial thermal subsidence geographically coincident with the Añelo trough giving way in Upper Jurassic times to regional westward tilting; regional structural evolution of the Dorsal de Huincul area modifies the regional structural slope partially shaping the Añelo trough. The western segment in contrast bears almost no focused subsidence related to the Añelo trough and was shaped during Cretaceous and mainly Tertiary times by the growth of the Dorso de los Chihuidos to the west, a more than 130 km long and 1,5 km high anticlinorium with a complex evolution. In this way the Añelo trough is presented as a complex, segmented and variably shaped regional feature with an evolution history spanning from Upper Triassic to Miocene times.

Key words: Añelo trough, structural evolution, thermal subsidence, Tertiary uplift

INTRODUCCIÓN

El Bajo de Añelo es un rasgo estructural lineal de primer orden de orientación NO que divide al Engolfamiento Neuquino en dos vertientes y que es visible en imágenes satelitales, mapas estructurales, isópacos y gravimétricos (Figs. 1 a 4). Su importancia regional fue destacada por Ramos (1978) y su correlación con una anomalía en el espesor cortical desarrollada en la etapa de *rift* de la Cuenca Neuquina durante el Triásico Tardío a Jurásico Temprano fue recientemente abordada por Sigismondi (2011). Un análisis más detallado de este rasgo permite definir tres segmentos en los cuales se reconoce una morfología particular asociada a la estructuración diferencial del Bajo de Añelo desde el Jurásico hasta el Mioceno. En el presente trabajo se presenta un análisis regional del mismo enfocado en la diferenciación de estos tres segmentos y su

correlación con la evolución estructural regional de la Cuenca Neuquina.

Configuración estructural regional

El Bajo de Añelo es un bajo estructural aproximadamente rectilíneo de orientación NO de más de 280 km de longitud visible en mapas estructurales desde la base del Grupo Cuyo, Jurásico Temprano, hasta el tope del Grupo Neuquén, de edad cretácica tardía (Fig. 4). Un análisis más detallado permite reconocer de sudeste a noroeste tres segmentos caracterizados individualmente por su morfología, historia de subsidencia y orientación los cuales reflejan diferentes controles estructurales y de subsidencia.

El segmento oriental, que se extiende paralelo al río Neuquén desde el entorno de General Roca hasta el área del lago Mari Menuco, se encuentra contenido entre dos

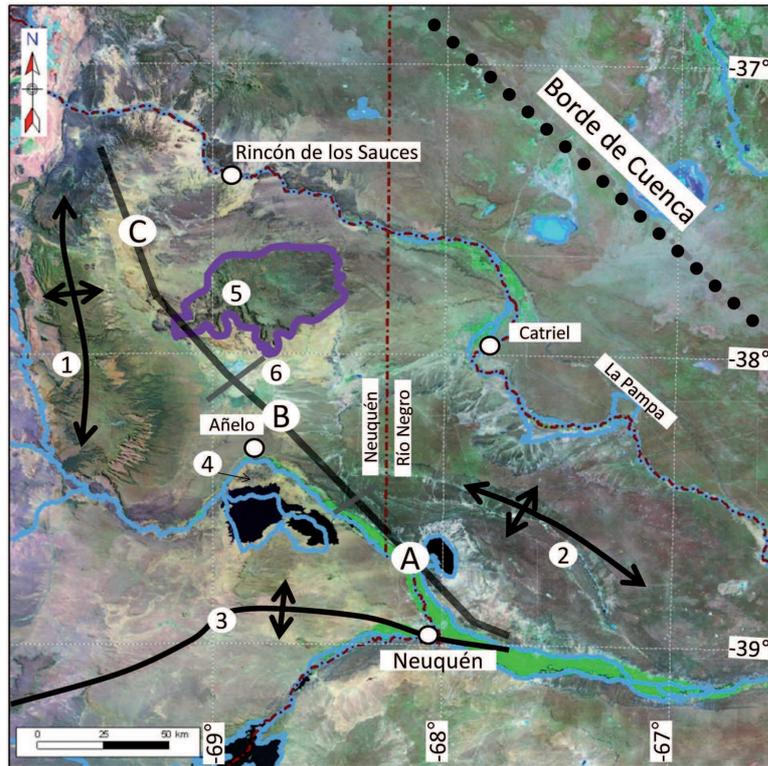


Figura 1: Imagen Landsat de la Cuenca Neuquina en la que se destaca el Bajo de Añelo. Nótese el paralelismo entre el segmento oriental y gran parte del segmento central con la traza del río Neuquén. El último tramo del segmento noroccidental en cambio muestra una variación de orientación debida a la influencia de la estructura del Dorso de los Chihuidos. A) Segmento oriental. B) Segmento Central. C) Segmento noroccidental. 1. Dorso de los Chihuidos. 2. Alto de Kauffman. 3. Dorsal de Huincol. 4. Alto de Sauzal Bonito. 5. Volcán Auca Mahuida. 6. Aguada San Roque.

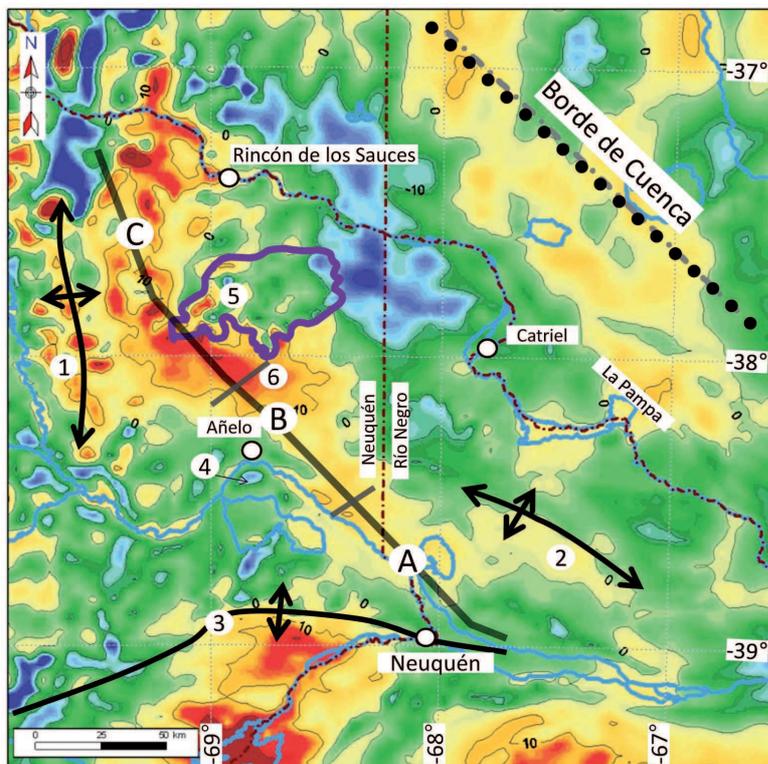


Figura 2: Mapa de residuo polinómico de quinto orden de la anomalía de Bouguer. Contornos en miligales. Nótese la correlación de la traza de los segmentos oriental y central del Bajo de Añelo con una anomalía positiva de primer orden interpretada por Sigismondi (2011) como el resultado de atenuamiento cortical. La orientación del segmento noroccidental no guarda relación con el mapa del residuo de anomalía de Bouguer. Nótese también la traza del alto de Kauffman coincidente con un positivo aproximadamente paralelo al BDA. Fuente del dato gravimétrico original: Sandwell & Smith (2009). Para referencia de las localidades véase la Fig. 1.

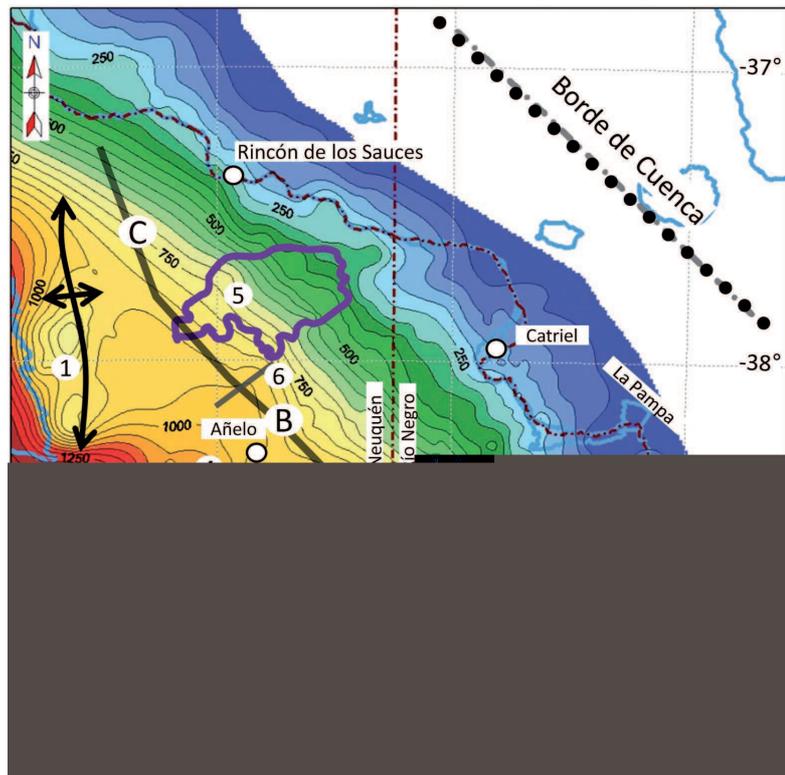


Figura 3: Mapa isopácico del intervalo Tithoniano a Valanginiano. Contornos en metros. Se indica la correlación entre la traza del BDA en los segmentos oriental y central con el espesor sedimentario. El segmento noroccidental se destaca por su falta de correlación con el espesor y orientación de las isopacas, sugiriendo una génesis diferente a los dos primeros. Para referencias véase la Fig. 1.

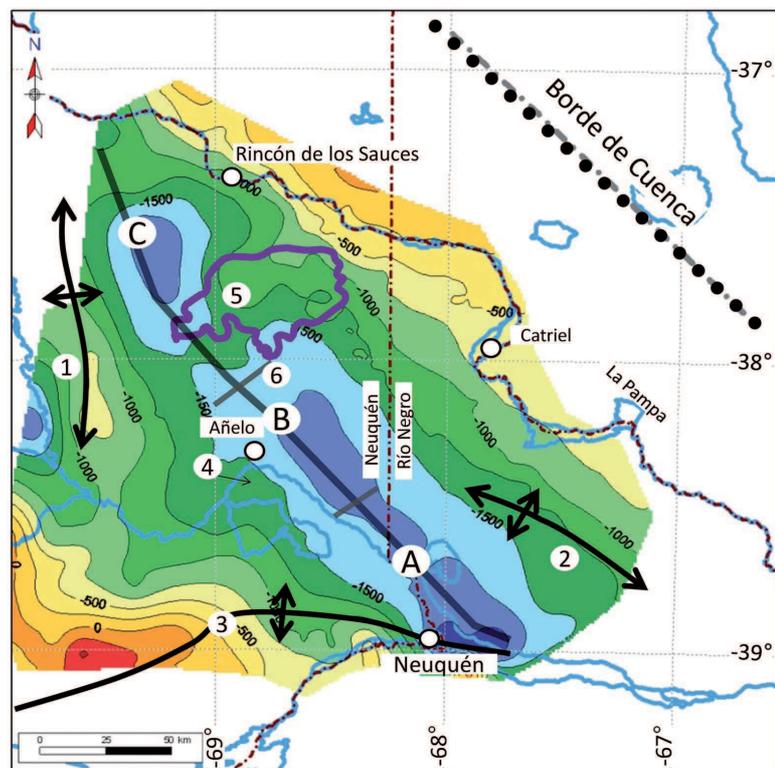


Figura 4: Plano estructural regional al tope del Valanginiano. Contornos en metros bajo el nivel del mar. El Bajo de Añelo es perfectamente correlativo con el gran sinclinorio que divide a la cuenca en dos vertientes a pesar que su génesis y edad de evolución varían de sureste a noroeste. La estructura del Dorso de los Chihuidos presenta un sinclinal frontal asociado de orientación norte - sur y arqueado hacia el oeste en ambos extremos; este rasgo constituye el segmento noroccidental del BDA que queda entonces compuesto por tres segmentos de diferente historia evolutiva.

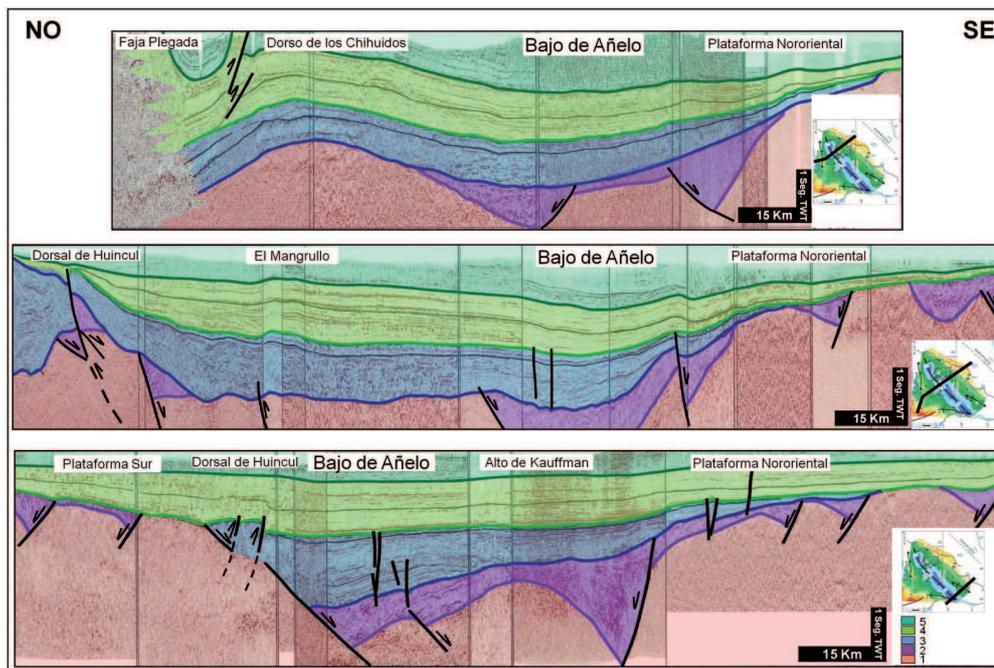


Figura 5: A) Corte sísmico en tiempo perpendicular al segmento noroccidental. Se destaca al NO el Dorso de los Chihuidos y la faja plegada del Agrio. Nótese el patrón apenas divergente de los reflectores del Cretácico Temprano alto y Cretácico Tardío, sugiriendo que el pulso de levantamiento principal fue en el Terciario. B) Corte sísmico en tiempo entre la Dorsal de Huincul y la plataforma nororiental. C) Corte sísmico en tiempo perpendicular al segmento oriental del Bajo de Añelo. Nótese la similar cota estructural entre los flancos suroeste y noreste. 1. Basamento indiferenciado, puede incluir depósitos del *synrift* no visibles en sísmica. 2. *Synrift* triásico tardío a jurásico temprano. 3. Jurásico indiferenciado. 4. Cretácico Temprano. 5. Cretácico Tardío.

pendientes regionales: la primera correspondiente a la plataforma noreste y la segunda que constituye la plataforma sur y pasa transicionalmente hacia el noreste a conformar el flanco sur del engolfamiento neuquino. Muestra un eje de subsidencia definido y una configuración estructural de un rift ligeramente asimétrico con cizalla maestra inclinando al SO (Fig. 5c). El Precuciano constituye el relleno de *syn-rift* y el resto de la columna jurásica una etapa de *rift* tardío a *sag* temprano con fuerte *onlap* hacia ambos márgenes del depocentro; las unidades cretácicas por su parte muestran una variación de espesor menos pronunciada y arreglo sub-paralelo aunque aún es visible el efecto de la subsidencia termal en el eje del depocentro. El Bajo de Añelo en este segmento constituye el eje de subsidencia y coincide con una anomalía de Bouguer residual positiva de orientación NO (Fig. 2) tal como se interpreta en Sigismondi (2011). Se destacan en la zona dos máximos residuales en el mapa de residuo polinómico de anomalía de Bouguer, el nororiental coincide con el alto de Kauffman, un anticlinorio generado por un *roll-over* a nivel del basamento pre-triásico; mientras que el máximo austral coincide con el Bajo de Añelo y con el depocentro Jurásico. Este último elemento fue correlacionado por Sigismondi (2011) con un atenuamiento cortical de aproximadamente 8 a 10 km que fue el motor de subsidencia preferencial asociada al Bajo de Añelo en este sector hasta el tope del Jurásico tiempo a partir del cual cobra mayor importancia la subsidencia termal regional aunque aún con influencia del Bajo de Añelo. Se destaca en este tramo el hecho de que los límites Jurásico-Cretácico y Cretácico Temprano-Cretácico Tardío presentan igual cota en ambos márgenes de la cuenca poniendo de manifiesto la ausencia de eventos tectónicos semi-regionales que

puedan haber modificado la pendiente estructural. Otro rasgo distintivo es la existencia de estructuras inversas asociadas al extremo oriental de la Dorsal de Huincul; éstas involucran a los sedimentos del Jurásico y más antiguos estando los depósitos cretácicos poco deformados.

Hacia el NE se encuentra el segmento central el cual se extiende por unos 50 km hasta la zona de Aguada San Roque (Figs. 1 a 4). Éste presenta en contraste con el segmento oriental un eje de subsidencia menos marcado, especialmente para los sedimentos post-jurásicos y una fuerte influencia de la estructura regional asociada a la Dorsal de Huincul. El corte sísmico de la figura 5b muestra en la zona del Bajo de Añelo un depocentro coincidente con un *gran half-graben* sobre los hombros del cual es posible interpretar terminaciones en *on-lap* de la porción basal del Grupo Cuyo, de edad probablemente toarciense tardía. Un rasgo que permite diferenciar a este segmento del oriental es su ubicación con respecto al plano isópaco de los sedimentos del intervalo Tithoniano a Valanginiano (Fig. 3); si bien el Bajo de Añelo mantiene su paralelismo con respecto al Río Neuquén y su orientación es análoga al segmento oriental, a diferencia de éste su ubicación con respecto al espesor sedimentario Cretácico no coincide con el eje de la cuenca. De la observación del corte sísmico surge que la pendiente regional del límite J-K y K_{inf} – K_{sup} fue fuertemente modificada por el crecimiento de la Dorsal de Huincul, acotado en la zona entre el Toarciense Tardío – Aaleniano y el Cretácico Tardío (Pángaro *et al.* 2009). Al efecto semi-regional de esta estructuración, a la cual se atribuye la formación de la estructura El Mangrullo visible en el corte sísmico presentado, se debe en gran parte la configuración actual del Bajo de Añelo en el segmento central ya que ésta

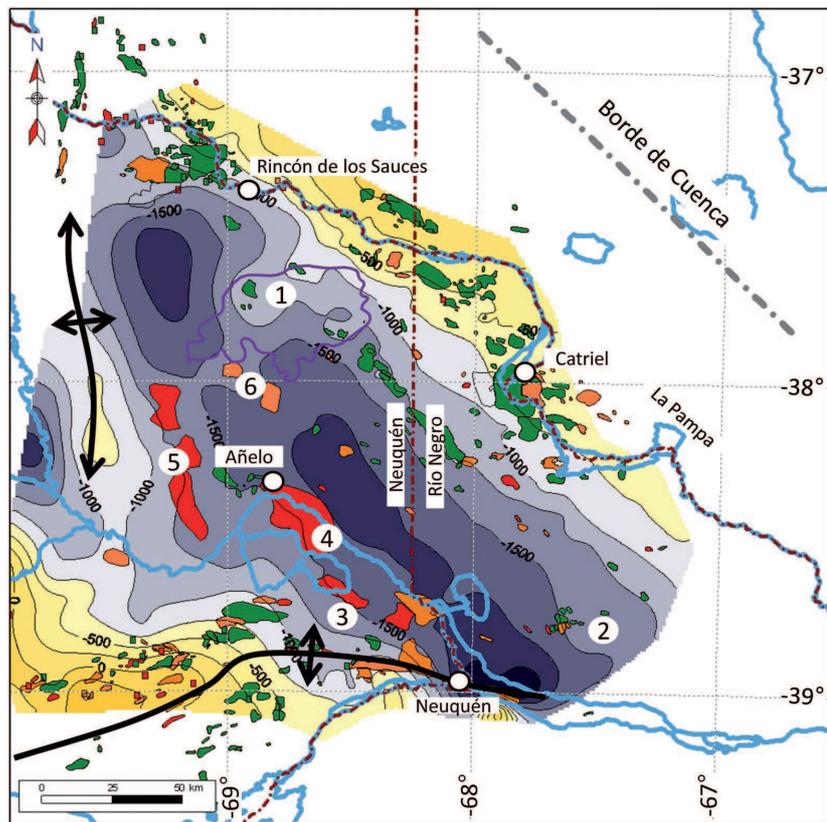


Figura 6: Mapa estructural al tope del Valanginiano y yacimientos de hidrocarburos de la Cuenca Neuquina. En verde los yacimientos de petróleo, en rojo los de gas, y en anaranjado gas y petróleo. Nótese la concentración de yacimientos en la plataforma nororiental y en la Dorsal de Huincul. 1. Volcán Auca Mahuida. 2. Yacimientos estructurales asociados a la Dorsal de Huincul. 3. Lindero Atravesado. 4. Loma La Lata. 5. Aguada Pichana - Parva Negra. 6. Loma Las Yeguas - Aguada San Roque.

acentúa la morfología del bajo estructural en los mapas estructurales regionales (Fig. 4).

Si se compara el espesor sedimentario del Jurásico – Cretácico Temprano entre el Bajo de Añelo, el entorno de la estructura El Mangrullo y una posición intermedia entre ambas se observa que el mismo aumenta en dirección SO, sin embargo al comparar solamente el espesor del Jurásico, se observa que los valores máximos corresponden al Bajo de Añelo y el área inmediatamente al NO de El Mangrullo; en cambio los sedimentos del Cretácico, y el total de la cobertura sedimentaria como conjunto muestran un espesamiento hacia el SO hasta el área donde comienza la pendiente estructural del flanco de la Dorsal de Huincul. Estas observaciones permiten interpretar que la subsidencia térmica regional durante el Jurásico Tardío y Cretácico estuvo controlada por factores regionales y que el basculamiento hacia el oeste dejó una impronta dominante en este sector de la cuenca. Se concluye entonces que la configuración del Bajo de Añelo en el segmento central está controlada parcialmente en el Jurásico Temprano por la anomalía de espesor cortical de orientación NO y consecuente subsidencia diferencial, y durante el Jurásico Tardío y Cretácico por la subsidencia regional y la estructuración de la Dorsal de Huincul.

El segmento noroccidental se extiende desde la localidad de Aguada San Roque hacia el NO aproximadamente hasta la latitud de Rincón de los Sauces; su correlación con el mapa de residuo polinómico de anomalía de Bouguer no es clara como en los segmentos anteriormente

descriptos y no presenta correlación con los mapas isópacos de las unidades jurásicas y cretácicas. Si se analiza el mapa estructural del tope del Valanginiano (Fig. 4) y un corte sísmico perpendicular a este segmento (Fig. 5a) es posible interpretar que en esta zona el Bajo de Añelo es una consecuencia de la estructuración del Dorso de los Chihuidos, una enorme estructura anticlinal con una historia evolutiva compleja (Maretto & Pángaro 2005; Zamora Valcarce *et al.* 2009). Solo para el Jurásico es posible interpretar un sutil incremento de espesor sedimentario en el entorno del Bajo de Añelo, mientras que el resto de las unidades Cretácicas muestran un claro aumento de espesor hacia el oeste y reflectores sísmicos subparalelos a ligeramente divergentes en la misma dirección. La cota del tope del Cretácico Temprano muestra un relieve relativo entre el Dorso de los Chihuidos y el Bajo de Añelo superior a 1,2 km asociado al levantamiento del Dorso de los Chihuidos durante el post-cretácico. Queda entonces definido este segmento como un sinclinal frontal asociado a la máxima expansión hacia el este del frente de deformación andino.

Análisis y edad de formación de los diferentes segmentos

Quedan definidos, sobre la base de la información presentada, los tres segmentos que componen al Bajo de Añelo los cuales están caracterizados por una morfología particular que refleja los principales procesos formadores

	Segmento Oriental	Segmento Central	Segmento Noroccidental
Génesis	Subsidencia termal	Subsidencia termal + estructuración semi-regional	Estructuración semi-regional
Curva de subsidencia esquemáticas			
Edad de formación del BDA			
Evento modelador del BDA	Rift tardío Sag	Rift tardío Estructuración Dors. de Huincul	Rift tardío Levant. DCh

Tabla 1. Síntesis de edad de formación y principales procesos modeladores del Bajo de Añelo discriminados para cada uno de los segmentos definidos en el presente trabajo. El color de las curvas de subsidencia esquemáticas presentadas varía en función de su posición geográfica de la siguiente manera: en negro la curva correspondiente al Bajo de Añelo, en rojo al noreste y en azul al sudoeste del mismo. Nótese que en el tramo oriental el BDA es el resultado de un mismo proceso con magnitud diferencial; en el central al sur se nota la influencia de la Dorsal de Huincul, y en el noroccidental la del levantamiento del Dorso de los Chihuidos como el principal modelador.

de la configuración estructural de la Cuenca Neuquina desde el Jurásico Temprano hasta el Mioceno. El segmento oriental está asociado a atenuamiento cortical y posterior subsidencia tafrogénica y termal particularmente pronunciada durante el Triásico Tardío a Jurásico Tardío. El segmento central presenta una subsidencia inicial algo más difusa con respecto al segmento oriental durante el Triásico Tardío a Jurásico Temprano, una subsidencia posterior controlada por el patrón regional de basculamiento hacia el oeste, y un efecto estructural sobreimpuesto asociado a la evolución de la Dorsal de Huincul durante el Jurásico Tardío y Cretácico Tardío. Por último el segmento noroccidental está definido por la interacción entre la pendiente estructural regional de la cuenca hacia el oeste y la estructuración del Dorso de los Chihuidos, el cual evolucionó principalmente durante el Terciario y probablemente durante el Mioceno.

El punto más controvertido de este análisis es quizás la edad de levantamiento del Dorso de los Chihuidos, que modeló la morfología del Bajo de Añelo a lo largo de casi 100 km entre el oeste del volcán Auca Mahuida y su extremo noroccidental. Maretto & Pángaro (2005) presentan un análisis de la evolución del Dorso de los Chihuidos en el cual demuestran sobre la base de información sísmica que el mismo evolucionó en dos etapas principales: una durante el Jurásico Tardío a Cretácico Temprano, y otra post Cretácico Tardío, muy probablemente Mioceno. Las únicas pruebas de la ausencia de deformación significativa en el Dorso de los Chihuidos durante el Cretácico son la interpretación sismo-estratigráfica de la Fms. Mulichinco y Agrio y los grupos Rayoso y Neuquén; éstos presentan en el corte de la figura 5a una geometría ligeramente divergente hacia el O, señal de que no hubo estructuración importante asociada al Dorso de los Chihuidos. Más recientemente Zamora Valcarce *et al.* (2009) sobre la base de análisis de zircones detríticos acotan al edad de levantamiento del Dorso de los Chihuidos a tres pulsos de levantamiento

atribuyendo la mayor parte del relieve estructural de esta estructura al post Cretácico. Datos de zircones detríticos de muestras ubicadas al oeste del Dorso de los Chihuidos indican una ausencia total de aporte sedimentario desde el arco magmático durante el Cretácico Temprano alto (Fm. Rayoso) y una población de material del arco volcánico Cretácico proveniente del oeste en depósitos del Grupo Neuquén de edad cretácica tardía (Tunik *et al.* 2010).

Estos datos aportan dos piezas a las evidencias para comprender la edad de formación del Dorso de los Chihuidos, una es que durante el tiempo de depositación del Grupo Rayoso no hubo crecimiento significativo en la faja plegada, y otra que durante la depositación de la porción basal del Grupo Neuquén (Cenomaniano) se inició el levantamiento de la faja plegada al oeste. Estudios estratigráficos del Grupo Malargüe, de edad cretácica tardía a paleógena temprana, postulan que esta unidad constituyó el relleno de una cuenca de *foreland* (Legarreta *et al.* 1989; Barrio 1989) mostrando una migración progresiva hacia el este del eje de la cuenca. Sin embargo Legarreta *et al.* (1989) basados en un detallado análisis ponen especial hincapié en el hecho de que el Grupo Malargüe no refleja un crecimiento fuerte de la faja plegada y que éste no habría comenzado sino hasta el Mioceno.

Si se combinan estas evidencias con la geometría de los reflectores sísmicos del Cretácico Tardío (Fig. 5c), con los mapas isópacos de las unidades de esa edad y con el análisis de Maretto & Pángaro (2005) y Zamora Valcarce *et al.* (2009) se concluye que el levantamiento del Dorso de los Chihuidos, y en consecuencia la evolución del segmento occidental del Bajo de Añelo, tuvo lugar durante el Terciario y, como se mencionó, más probablemente durante el Mioceno en coincidencia con el inicio de convergencia ortogonal en el margen de subducción tal como sugieren Uliana & Legarreta (1993). La Tabla 1 provee una síntesis de los principales procesos formadores del Bajo de Añelo y su distribución en el tiempo.



Impacto sobre la distribución de hidrocarburos

Por constituir una depresión estructural de gran magnitud y extensión regional el Bajo de Añelo constituyó un factor primario en el control de la migración y distribución de hidrocarburos de los sistemas petroleros actuantes en su entorno. Especialmente sus segmentos oriental y central, constituyeron una divisoria de aguas para el petróleo generado tanto por la Fm. Los Molles como por la Fm. Vaca Muerta (Cruz *et al.* 2002; Villar *et al.* 2005) esto se debió a su longevidad, ya que la pendiente estructural regional en ambos casos data de Jurásico Tardío a Cretácico Temprano alto. Para el caso del segmento occidental no se observa un control tan fuerte sobre la distribución de hidrocarburos por dos motivos: la edad del rasgo estructural, principalmente Terciaria, y la alta madurez alcanzada por las rocas generadoras para el tiempo en el cual se modeló el Bajo de Añelo.

En el mapa de la Fig. 6 se presenta la distribución de yacimientos de la Cuenca Neuquina; el mismo muestra que hacia el noreste del Bajo de Añelo se encuentra la gran cantidad de yacimientos del ámbito de la plataforma nororiental, mientras que al sur se concentran los controlados por la Dorsal de Huincul. Llama la atención una serie de «anomalías» que corresponden a los yacimientos del centro de cuenca como Aguada San Roque, Loma La Lata y Aguada Pichana entre otros. Cada uno de ellos presenta un sistema petrolero particular que lo distingue de las acumulaciones tradicionales de la cuenca, por ejemplo, Aguada Pichana y Sierra Chata son acumulaciones estratigráficas (Vottero & González 2002), Loma La Lata está controlado por una paleo-estructura (Veiga *et al.* 2001), y Aguada San Roque – Loma Las Yeguas están controlados por el emplazamiento de intrusivos terciarios (González *et al.* 2005) que no tienen relación con los procesos formadores del Bajo de Añelo. En conclusión el Bajo de Añelo controló la migración de los hidrocarburos generados actuando como eje divisor para la mayoría de las acumulaciones de la cuenca, mientras que las que se encuentran en su entorno están asociadas a anomalías independientes de la evolución de este rasgo.

CONCLUSIONES

Sobre la base del análisis regional presentado se caracteriza al Bajo de Añelo como un rasgo estructural compuesto cuya evolución abarca procesos desde el Triásico Tardío, en la etapa de rift, hasta el Terciario, en la etapa de deformación de antepaís. Su importancia como elemento controlante de la distribución de hidrocarburos varió en función de su edad como elemento estructural la cual varía de sudeste a noroeste entre Jurásico Temprano a Terciario.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Petrobrás Argentina SA y a YPF SA permitir la publicación de este trabajo.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

Barrio, C.A. 1989. Paleogeographic control of Upper Cretaceous tidal deposits, Neuquén Basin, Argenti-

na. *Journal of South American Earth Sciences* 3(1): 31-49.

- Cruz, C.E., Boll, A., Gómez Omil, R., Martínez, E.A., Arregui, C., Gulisano, C., Laffitte, G.A. & Villar, H. 2002. Hábitat de hidrocarburos y sistemas de carga Los Molles y Vaca Muerta en el sector central de la Cuenca Neuquina, Argentina. 5º Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Versión CD. Mar del Plata.
- González, R., Achilli, F. & Chappero, A. 2005. Entrampamiento en rocas ígneas en el centro de la Cuenca Neuquina. En: Kozłowski, E., Vergani, G. & Boll, A. (Eds.): *Las Trampas de Hidrocarburos en las Cuencas Productivas de Argentina*, Simposio del 6º Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos (IAPG), p. 369-382. Buenos Aires.
- Legarreta, L., Kokogíán, D.A. & Boggetti, D.A. 1989. Depositional sequences of the Malargüe Group (Upper Cretaceous-lower Tertiary), Neuquén Basin, Argentina. *Cretaceous Research* 10: 337-356.
- Mareto, H. & Pángaro, F. 2005. Edad de formación de algunas de las grandes estructuras del engolfamiento de la Cuenca Neuquina: Actividad tectónica durante la depositación de la Fm. Quintuco. 6º Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Versión CD. Mar del Plata.
- Pángaro, F., Pereira, D.M. & Micucci, E. 2009. El *sinrift* del ámbito de la dorsal de Huincul, Cuenca Neuquina: su evolución y control sobre el registro estratigráfico del Jurásico y la evolución estructural del área. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 65: 265-277.
- Ramos, V.A. 1978. Estructura. En: *Geología y Recursos Naturales del Neuquén*. 7º Congreso Geológico Argentino (Neuquén), Relatorio 99-135.
- Sandwell, D.T. & Smith, W.H.F. 2009. Global marine gravity from retracked Geosat and ERS-1 altimetry: Ridge Segmentation versus spreading rate. *Journal of Geophysical Research* 114, B01411, doi:10.1029/2008JB006008, 2009.
- Sigismondí, M. 2011. El estiramiento cortical de la Cuenca Neuquina: modelo de cizalla simple. Este congreso.
- Tunik, M., Folguera, A., Naipae, M., Pimentel, M. & Ramos, V.A. 2010. Early uplift and orogenic deformation in the Neuquén Basin: Constraints on the Andean uplift from U–Pb and Hf isotopic data of detrital zircons. *Tectonophysics*, doi:10.1016/j.tecto.2010.04.017.
- Uliana, M.A. & Legarreta, L. 1993. Hydrocarbons habitat in a Triassic to Cretaceous subandean setting: Neuquén basin, Argentina. *Journal of Petroleum Geology* 16 (4): 397-420.
- Veiga, R., Verzi, H. & Mareto, H. 2001. Modelado bidimensional en el ámbito central de la Cuenca Neuquina (Argentina). *Boletín de Informaciones Petroleras, Tercera Época* 18 (67): 50-63. Buenos Aires.
- Villar, H.J., Legarreta, L., Cruz, C., Laffitte, G.A. & Vergani G. 2005. Los cinco sistemas petrolero coexistentes en el sector sudeste de la Cuenca Neuquina: Definición geoquímica y comparación a los largo de una transecta de 150 km. 6º Congreso de Explor. y Des. de Hidrocarburos, Actas en CD. Mar del Plata.
- Vottero, A.J. & González, J.M. 2002. Los reservorios de la Formación Mulichinco. En: Schiuma, M., Hinterwimmer, G. & Vergani, G. (Eds): *Rocas reservorio de las Cuencas Productivas de la Argentina*. Simposio del 5º Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos. pp. 383-400, Mar del Plata.
- Zamora Valcarce, G., Zapata, T., Ramos, V.A., Rodríguez, F. & Bernardo, L.M. 2009. Evolución tectónica del frente andino en Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 65(1): 192 – 203.

