

TRAMPAS ASOCIADAS CON RASGOS DE BASAMENTO EN LA CUENCA NEUQUINA

Autor: Arregui Carlos Daniel. Petrobras Energia S.A.
carregui petrobrasenergia.com

Palabras Clave: **inversión tectónica, trampas estructurales y combinadas, interacción tectónica trampas**

RESUMEN

The Neuquen Basin is located in the west of Argentina. It is filled with more than 7000 m of Jurassic and Cretaceous sediments. Two cratonic margins are the northeast and southeast boundaries meanwhile a Volcanic Arc is considered it's western margin.

The purpose of this paper is to demonstrate the influence of basement structural patterns in the generation of hydrocarbon traps using examples from five hydrocarbon accumulations.

The subsidence began in Upper Triassic – Lower Jurassic times with a rift stage that created isolated depocenters arranged in a basement inherited fabric.

During the thermal subsidence period three sedimentary cycles limited by tectonic reactivations are recognized.

The Lower - Upper Jurassic cycle ends with a tectonic reactivation that generated oblique movements of the ancient faults producing different inversion degrees according to the orientation of the main stress.

The Upper Jurassic-Lower Cretaceous and Upper Cretaceous-Lower Tertiary cycles are limited by structural reactivations that kept the regional pattern generated during Upper Jurassic tectonic event.

In this work is proposed a classification as Type I and Type II structural traps according to the relationships between structural inversion and area of hydrocarbon concentration.

Type I are the accumulations located in the footwall areas of basement inherited faults (Puesto Hernandez, Catriel Oeste, Entre Lomas) affected by a mild inversion that didn't change the polarity of the faults.

Type II are the accumulations located in the hangingwall of strongly inverted basement inherited faults (Medanito, Rio Neuquen).

Consequently, the reconstruction of basement patterns is essential for understanding the hydrocarbons accumulations genesis.

INTRODUCCION

La cuenca Neuquina es una cubeta periandina localizada en el sector centro – oeste de la República Argentina (Fig 1). Está desarrollada en las provincias del Neuquén, Mendoza, Río Negro y La Pampa.

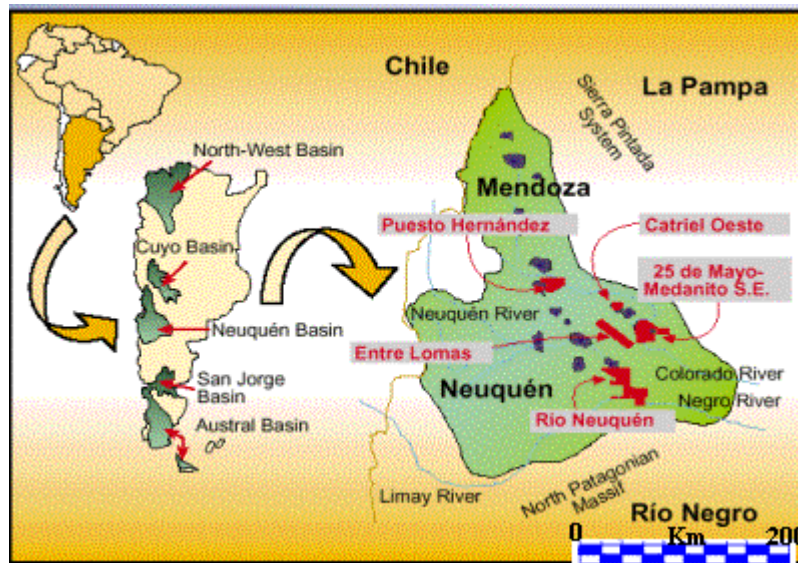


Fig. 1 Mapa de Ubicación

Fue definida como una cuenca de tras – arco con un relleno de más de 7000 m de sedimentos Mesozoicos. El margen noreste y sudeste están definidos por el acunamiento de las secciones Jurásicas y Cretácicas contra los Macizos Pampeano y Nord-Patagónico respectivamente, en tanto que su límite occidental estaría definido por un arco volcánico de carácter recurrente.

La historia Fanerozoica no es muy bien conocida. Existen afloramientos de rocas plutónicas y metamórficas (Fs. Colohuincul-La Horqueta) que han sido asignadas al Devónico o algo más antiguas y depósitos marino someros ligeramente metamorizados y rocas metamórficas descriptas en la parte norte de la cuenca que fueron consideradas Carboníferas.

Indudablemente los rasgos geológicos desarrollados durante estos períodos iniciales han dejado una impronta que ejerció una influencia muy fuerte en la historia Mesozoico-Cenozoica de la Cuenca Neuquina

El propósito de esta contribución es demostrar la íntima asociación de la historia premesozoica con las características estratigráfico – estructurales de los depósitos Mesozoicos y sus relaciones con las acumulaciones de hidrocarburos.

Con este propósito fueron analizadas cinco áreas productivas localizadas en los márgenes noreste y sudeste de la cubeta.

Las mencionadas áreas son: Río Neuquén, Medanito, Entre Lomas, Catriel Oeste y Puesto Hernández (Fig 2)

Estos ejemplos permiten arribar a importantes conclusiones acerca de la relevancia de patrones heredados en la génesis de entrapamientos de hidrocarburos que podrán ser utilizados en el análisis y prospección de nuevas acumulaciones de hidrocarburos.

METODOLOGIA

Las áreas productivas analizadas poseen información sísmica 3-D en estados maduros de interpretación realizada por geocientistas de Petrobras Energía S.A.

Los volúmenes de información sísmica son los siguientes:

Río Neuquén	199 km ²
Medanito	290 km ²
Catriel Oeste	59 km ²
Puesto Hernandez	193 km ²
Entre Lomas	516 km ²

También se utilizaron datos de perfiles de pozos, coronas, descripciones de recortes, reportes internos no publicados y los invalorable comentarios de muchos colegas con importante experiencia en los campos mencionados. Finalmente fueron consultados numerosos informes regionales y otras referencias publicadas.

HISTORIA GEOTECTONICA Y SEDIMENTARIA

La historia geotectónica y sedimentaria de la cuenca Neuquina ha sido descripta por numerosos autores en los últimos 30 años entre los que se mencionan las contribuciones de Digregorio et al. (1979), Gulisano (1981), Gulisano et al. (1984), Orchuela et al. (1984), Uliana et al (1989), Legarreta y Gulisano (1989), Legarreta y Uliana (1991) y Vergani et al. (1995).

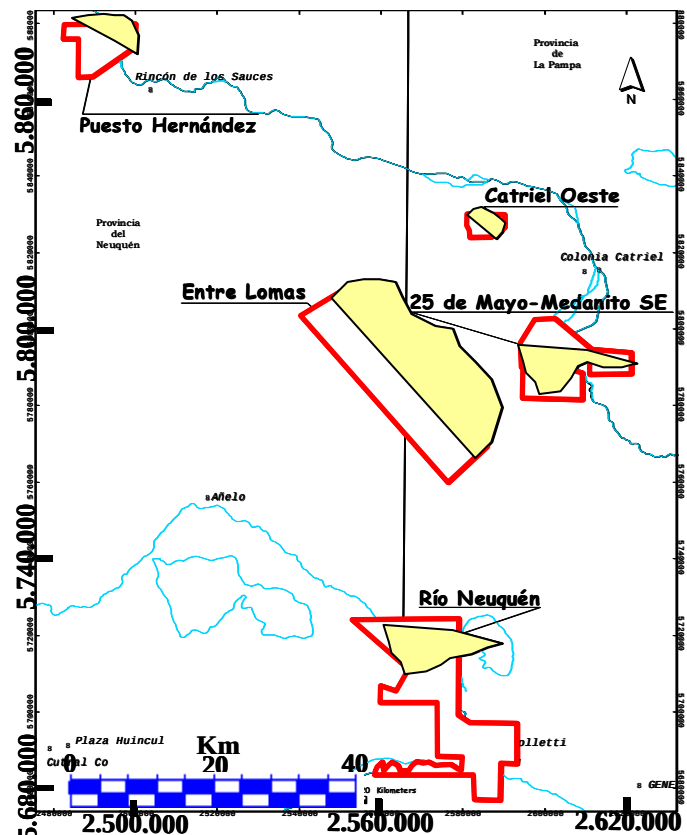


Fig.. 2 Yac. Estudiados con Depocentros Triasico Sup-Jurasico Inf.

En este trabajo se optó por dividir la evolución de la cuenca utilizando los principales eventos tectónicos reconocidos. Esta división surge de la recopilación bibliográfica y de la propia experiencia del autor.(Fig N°3)

1-Pérmico tardío – Triásico temprano

Durante el Neopaleozoico la parte sur de Sudamérica formaba parte del margen occidental de Gondwana.

En la Cuenca Neuquina a fines del Paleozoico e inicios del Triásico existía un importante arco magmático (Forsythe, 1982) que fue la fuente de una extensa provincia volcánica que se desarrollo en una vasta área. Estas rocas fueron asignadas al Grupo Choiyoi con un rango de edades entre Pérmico alto a Triásico medio (Stipanovic, 1983). Esta constituido por riolitas, andesitas y basaltos con asociaciones de tobas y brechas.

En la porción este de la Cuenca neuquina (provincias de La Pampa y áreas vecinas), las rocas asignadas al Gpo. Choiyoi forman un plateau riolítico que se extiende hacia el norte en una asociación compleja de rocas ígneas en el Macizo de Sierra Pintada en la provincia de Mendoza.

2 –Triasico Superior – Jurasic Inferior

Este etapa multiepisódica es el primer registro sedimentario Mesozoico en áreas que durante el Jurásico y Cretácico van a estar afectadas por una sedimentación cíclica..

Fue definido por Uliana et. al. (1989) como el primer período de generación de un sistema de graben que denominó “Extensión Triásica” (pre apertura de Gondwana). Las consecuencias de este período extensional fueron la generación de depocentros aislados con geometrías de hemigraben cuya subsidencia fue inducida por fallas normales.

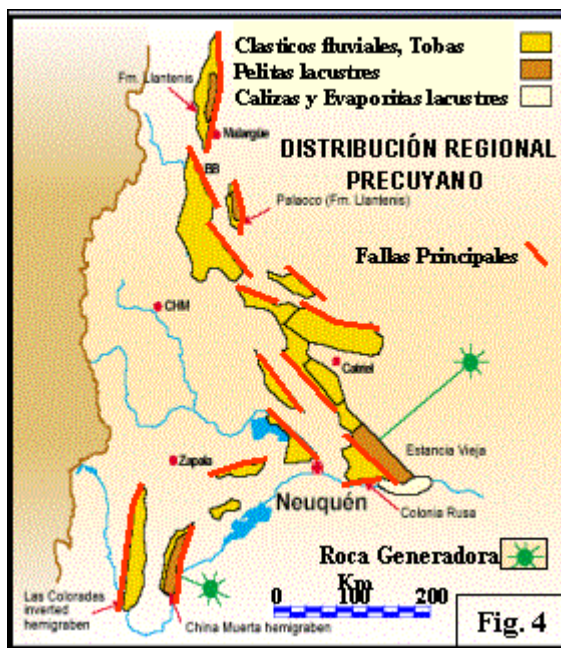


Fig. 4

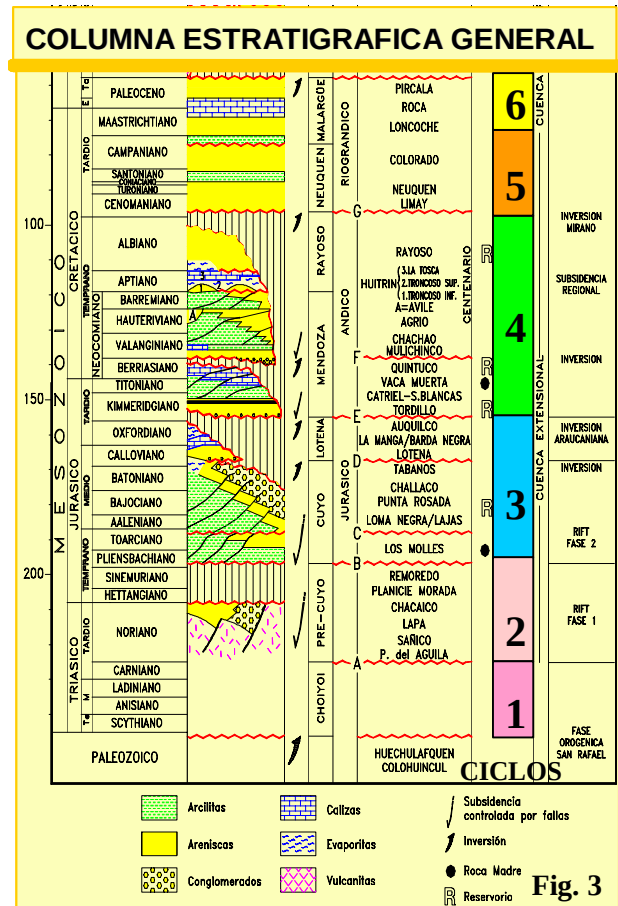


Fig. 3

Estos depocentros fueron rellenados con una amplia variedad de rocas que van desde tobas, ignimbritas, brechas piroclásticas a depósitos aluviales, fluviales y lacustres.

Diferentes denominaciones han sido utilizadas para este complejo en distintas zonas. Algunas de las más comunes son F. Remoredo y Llantenes (sur de Mendoza), F. Planicie Morada y F. Tobas Barda Alta (noreste Neuquén), F. Paso Flores (sudeste de Neuquén).

La información sísmica de este intervalo muestra importantes discontinuidades que separan secciones interpretadas como etapas de reactivación de la subsidencia (movimiento de las fallas) que permite deducir una historia multiepisódica en el relleno de estos depocentros.

La orientación de los hemigraben está relacionada con el diseño de las fallas maestras que muestran una orientación predominante noroeste-sudeste. (Fig. 4)

El rechazo de las fallas determina el espesor de los depósitos involucrados en cada depocentro individual. Posteriormente ya durante el relleno generalizado de la cuenca, las geometrías de las fallas principales condicionaron las

reactivaciones tectónicas y concomitantemente el relleno sedimentario asociado.

3 – Jurásico Inferior a Medio

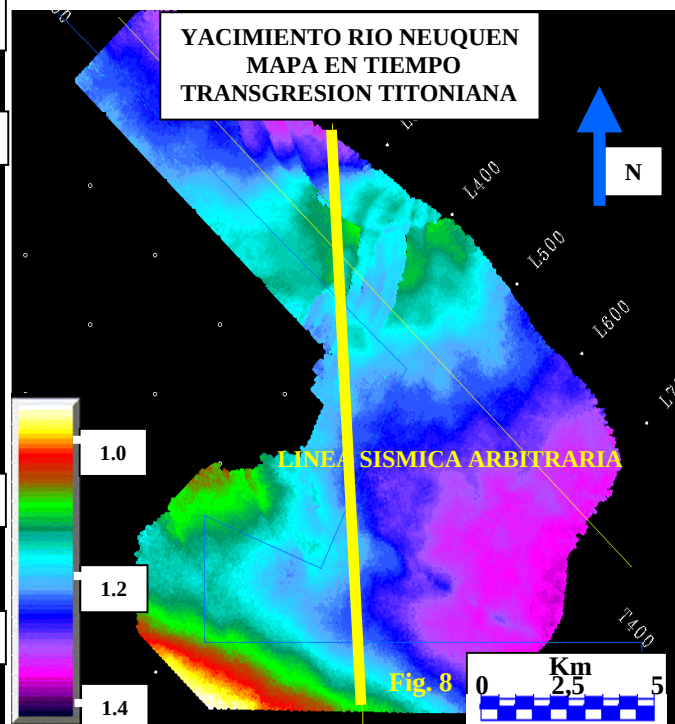
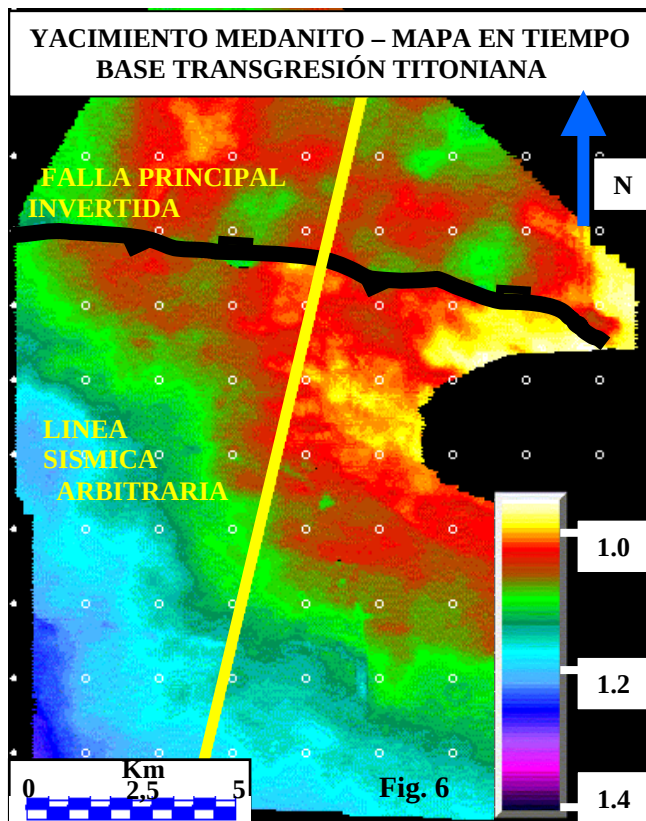
Esta etapa se inicia con la primera transgresión marina en la cuenca cuyos depósitos alcanzaron un área sumamente extensa con un patrón de onlap progresivo hacia los bordes de la cubeta durante el Jurásico Inferior. Algunas de las fallas de la etapa anterior permanecieron activas durante la transgresión generando espesores locales anómalos (Río Neuquén).

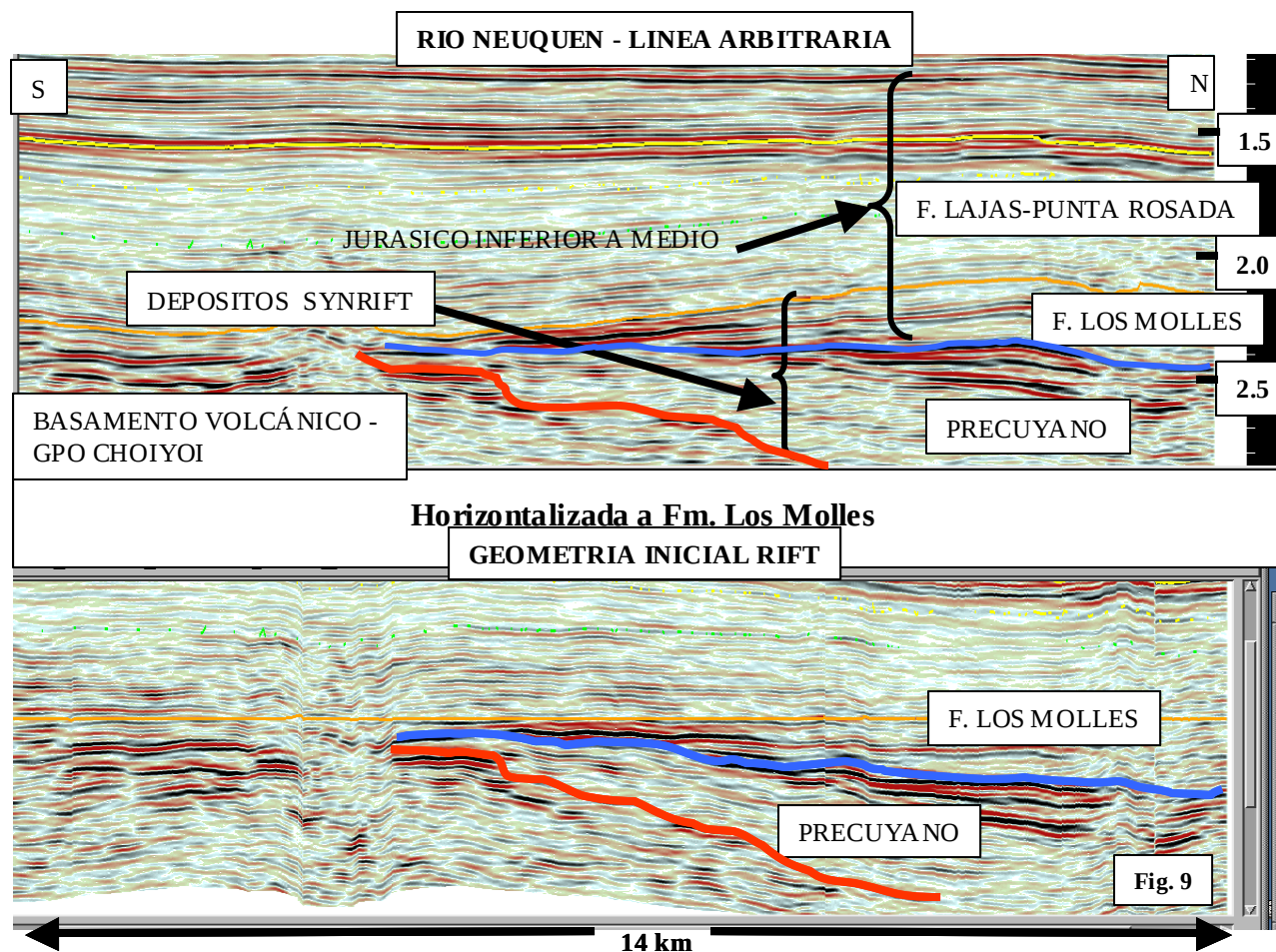
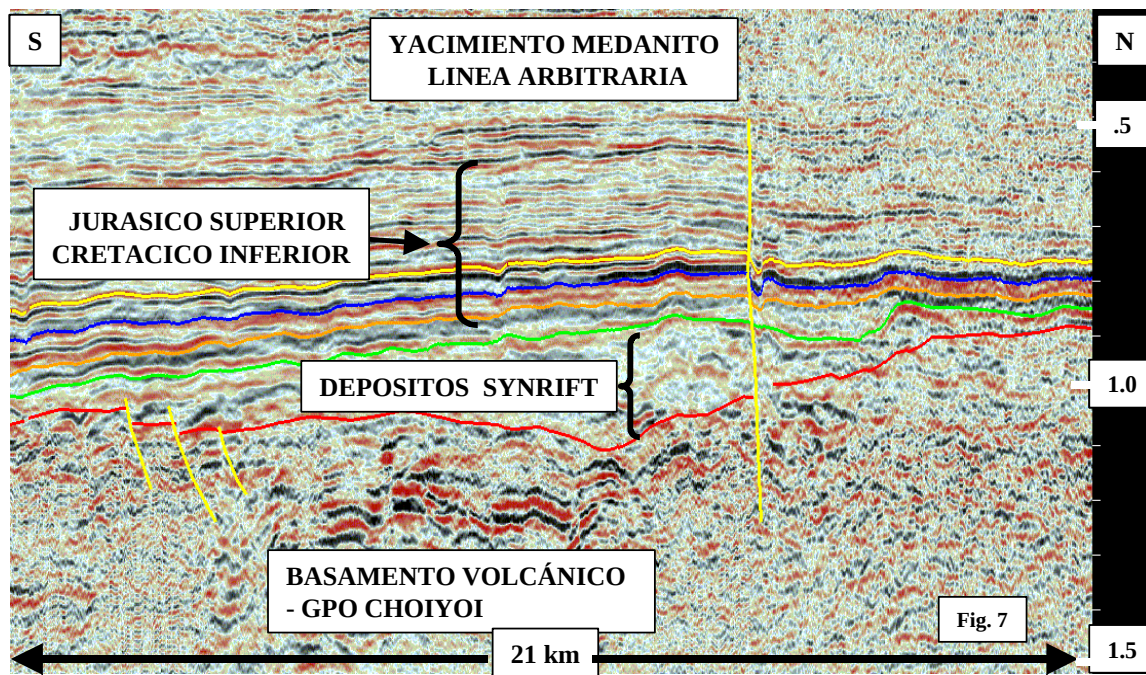
Dos ciclos mayores integran este episodio, el primero (Grupo Cuyo) formado por sedimentos continentales, marino someros y marino profundos conocidos como Fs. Challacó-Punta Rosada, Lajas y Los Molles respectivamente, que finaliza con evaporitas en la porción interna de la cuenca (F. Tábanos). El ciclo siguiente (Grupo Lotena) desarrollado en un área más restringida completa el intervalo Jurásico Inferior a Medio, con clásticos (F. Lotena), carbonatos (F. La Manga-Barda Negra) y un espeso manto de evaporitas con más de 300 m de potencia en el centro de la cuenca (F. Auquilco).

Una importante reactivación tectónica fue reconocida durante el Jurásico Medio en el flanco sur de la cubeta, en la zona oeste de la Dorsal por Viñes et al. (1987) y también en el área Entre Lomas (Arregui et al. 1996) y en Río Neuquén (Berdini et al. 2002). También se reconoce entre los Grupos Cuyo y Lotena un evento tectónico regional denominado Movimientos Intracalovianos.

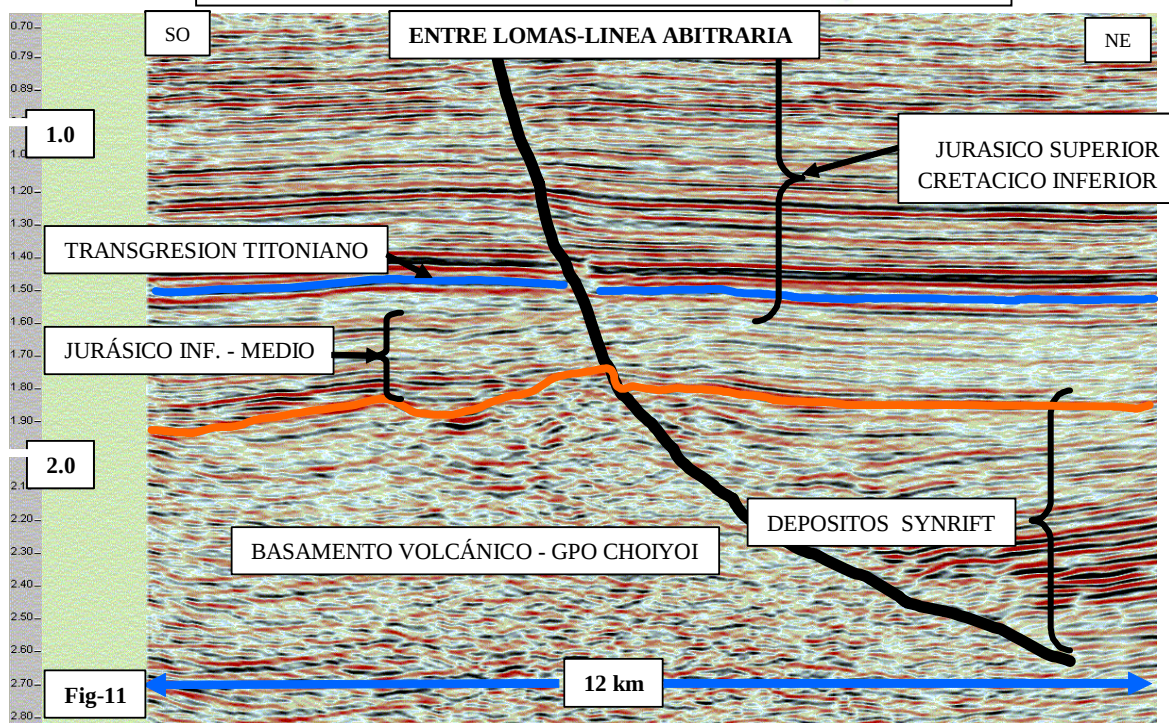
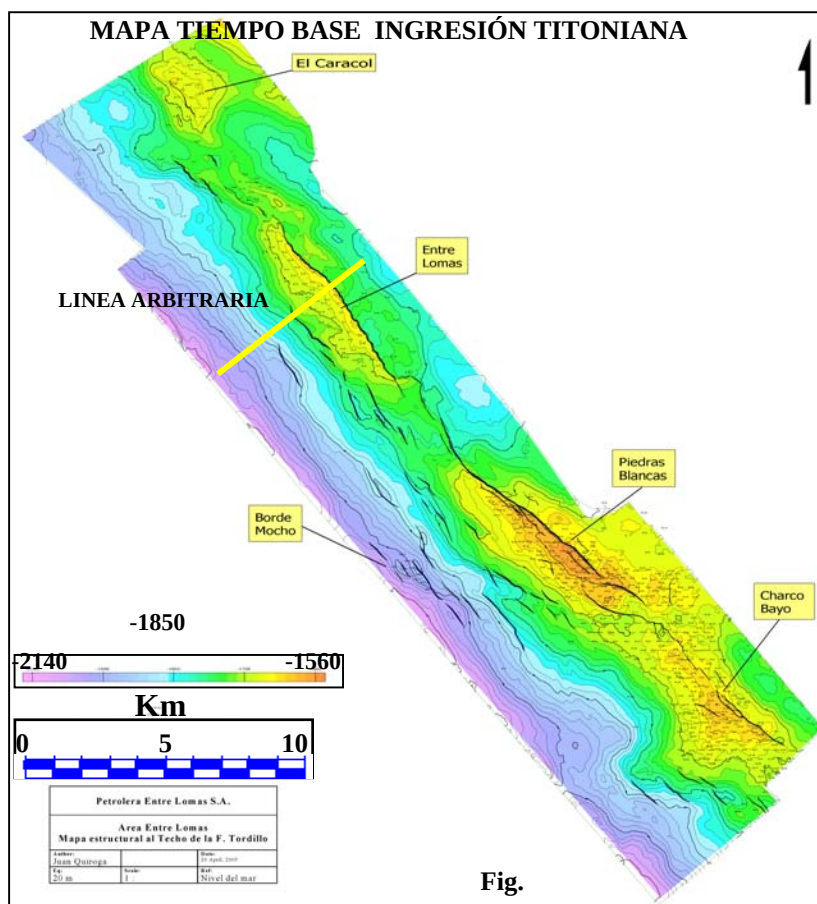
Finalmente el ciclo Jurásico Inferior a Medio culmina con otro diastrofismo que produjo un profundo cambio en la paleogeografía de la cuenca (Movimientos Intraméricos).

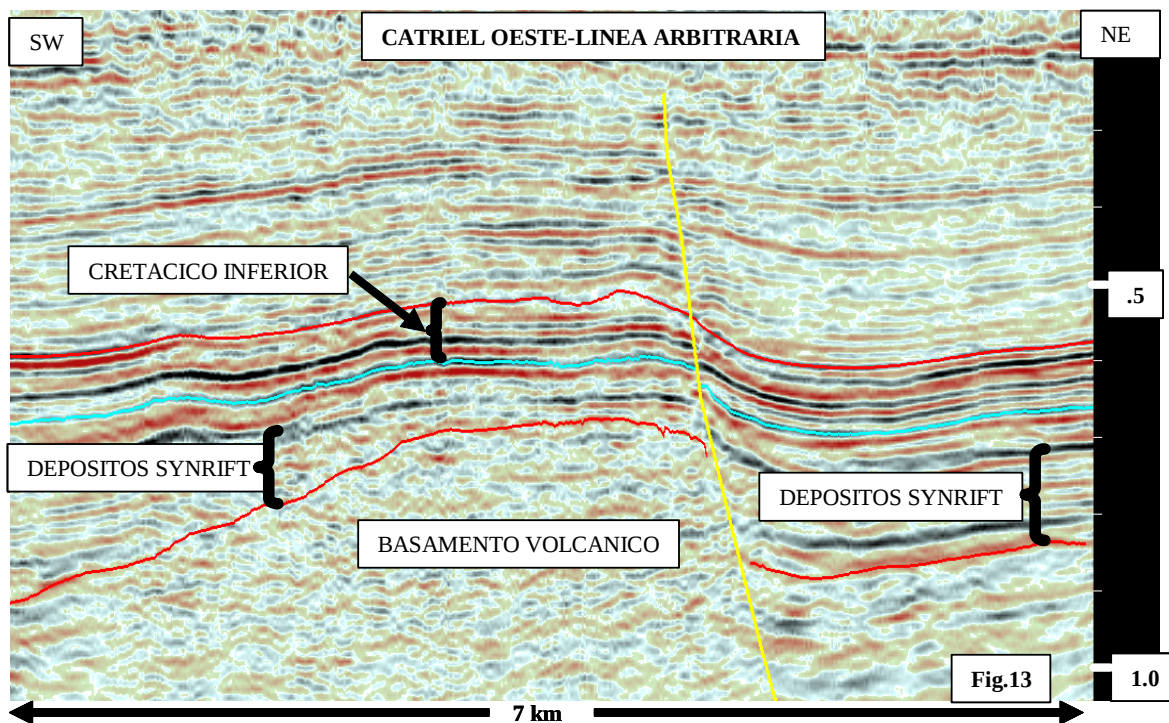
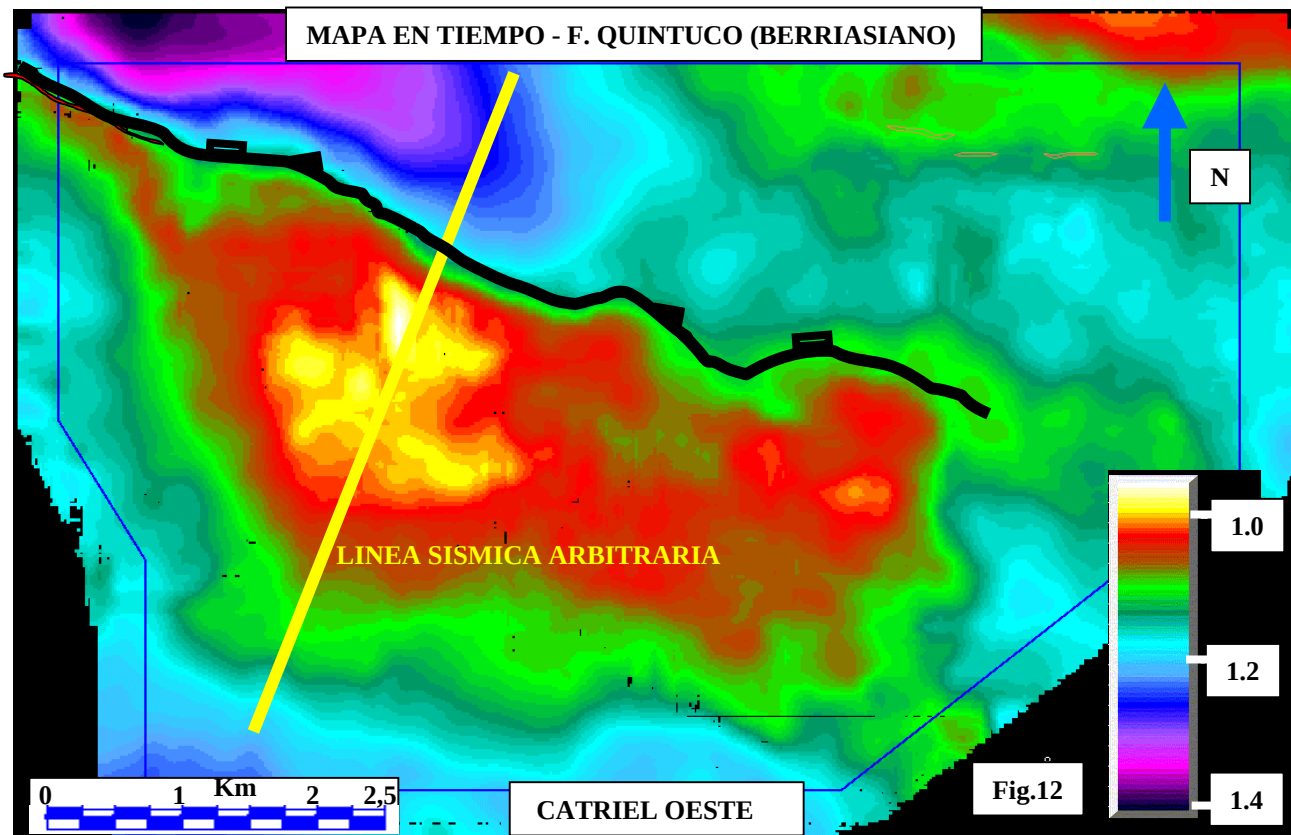
Las fallas antiguas fueron reactivadas produciendo importantes cambios en los principales rasgos estructurales. La orientación e inclinación de las fallas condicionó su diseño de reactivación por lo que los hemigrábenes con sus fallas principales inclinando al sudoeste tuvieron la oportunidad de ser invertidas (Medanito – Río Neuquén) y transformarse en estructuras positivas (Figs. 6,7,8 y 9).

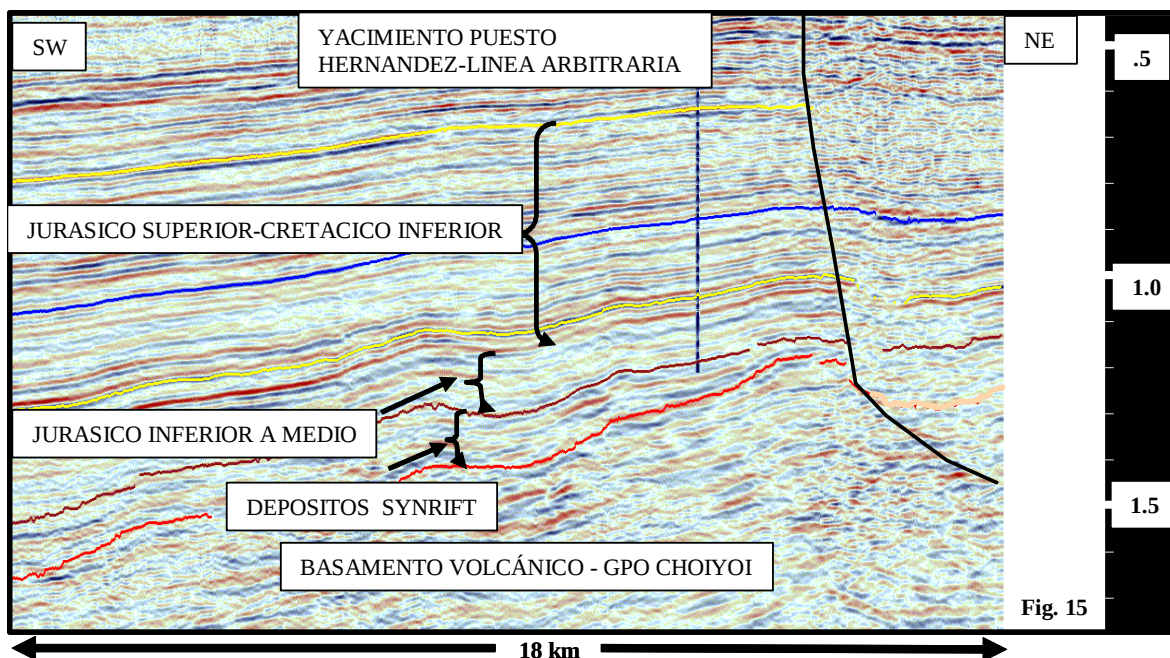
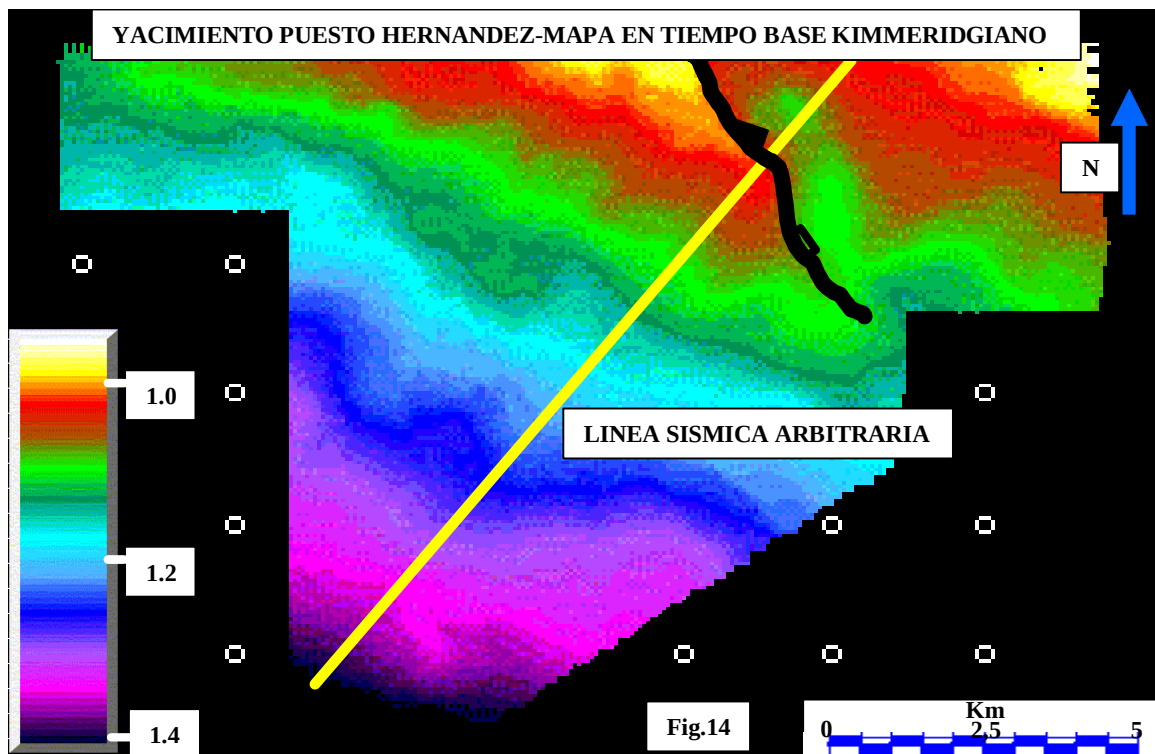




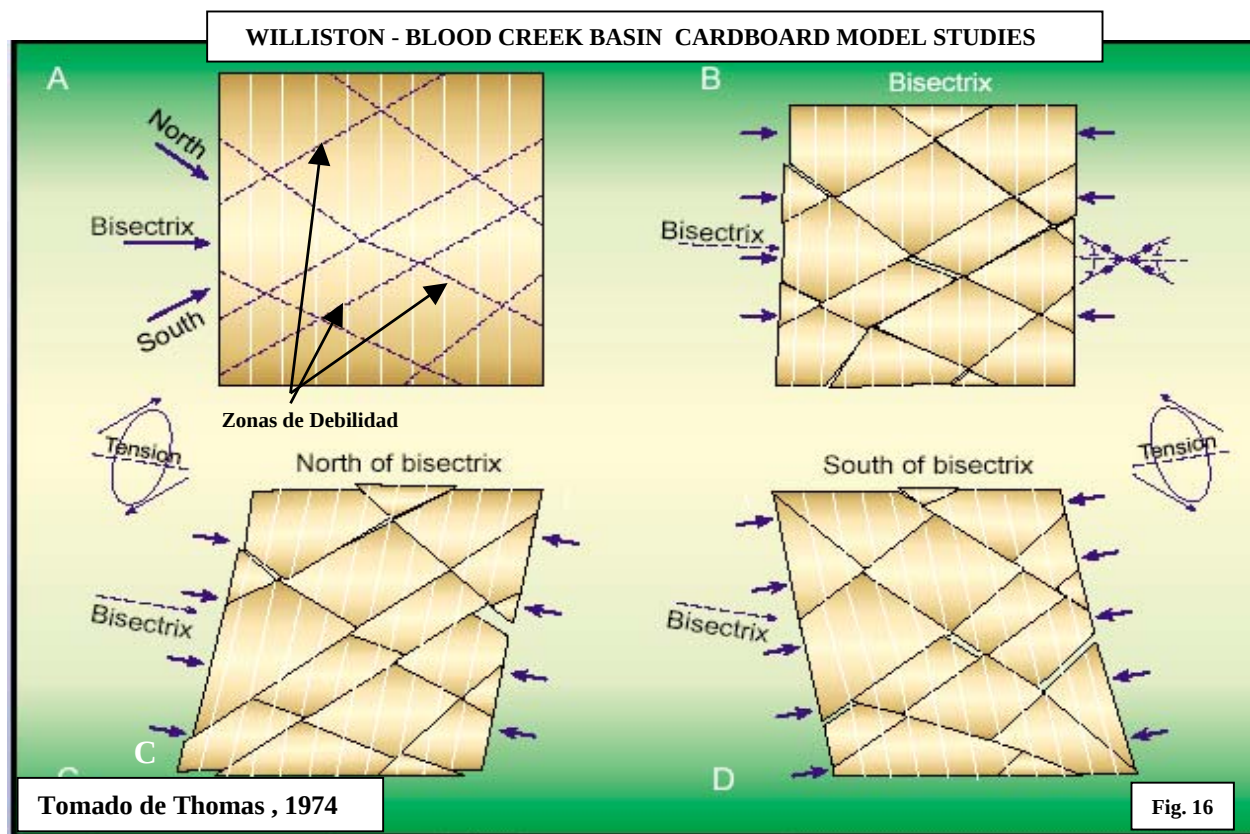
Los hemigrabenes con su falla principal inclinando predominantemente al este-noreste (Entre Lomas, Catriel Oeste, Puesto Hernández) solo sufrieron un grado menor de inversión que no cambió la polaridad de las estructuras originales (Figs .,10,11,12,13,14 y 15)







Este diferente comportamiento puede ser explicado utilizando el modelo de mazo de cartas descrito por Thomas, 1974 (Fig. 16) en el cual la variación en el ángulo entre el esfuerzo principal y las líneas de debilidad del basamento produjeron al mismo tiempo compresión y extensión. Estas etapas de reactivación también ejercieron una importante influencia en la distribución de los espesores y facies de los depósitos subsiguientes.



4 – Jurásico Superior – Cretácico Inferior

Los sedimentos de esta etapa pueden dividirse en dos grandes ciclos que abarcan del Kimmeridgiano al Valanginiano (Grupo Mendoza Inferior) y Valanginiano Superior – Albiano (Grupo Mendoza Superior)

El primer ciclo comienza con un espeso depósito continental que se extiende ampliamente en la cuenca (F. Tordillo) como respuesta a los Movimientos Intraméricos.

Una importante etapa de transgresión marina cubre los depósitos precedentes con un desarrollo de facies de baja energía en un mar epírico. Se reconocen margas, pelitas negras y calizas arcillosas (F. Vaca Muerta) que constituyen la roca madre más importante, responsable de más de la mitad de todo el petróleo y gas descubierto en la cuenca Neuquina.

Las facies más someras se conocen con el nombre de F. Loma Montosa (borde nororiental) y F. Quintuco en tanto que las facies de talud y cuenca corresponden a la ya mencionada F. Vaca Muerta.

Al finalizar este episodio se produjo una nueva reactivación tectónica (Movimientos Intravalanginianos), que presenta carácter paraconcordante en vastos sectores del centro y borde oriental mientras que en la zona de Dorsal muestra un diseño angular significativo.

Otro importante episodio continental y marino ocurrió entre el Valanginiano y el Albiano, depositando inicialmente un intervalo continental en la parte más interna de la cuenca (F. Mulichinco) y posteriormente una serie de ciclos transgresivo-regresivos compuestos por facies continentales (F. Centenario) en posiciones proximales y facies marinas en situaciones intermedias y distales (F. Agrio).

Un último ciclo completa esta etapa con sedimentos continentales (Mb. Troncoso Inferior), marinos (Mb. Chorreado y La Tosca) y de ambiente restringido (Mb. Troncoso Superior) que conforman la F. Huitrin y los sedimentos continentales y evaporíticos correspondientes a la F. Rayoso

5 – Cretácico Superior

Este período de sedimentación es un momento crítico en el registro sedimentario de la Cuenca Neuquina ya que el espesor depositado habría permitido, la maduración de las rocas madres en extensas regiones de columnas someras (Cruz et.al. 2002).

Este ciclo sedimentario constituido por sedimentos fluviales, aluviales y lacustres (Grupo Neuquén) se inicia luego de otra importante reactivación tectónica (Movimientos Intrasenonianos) que clausura definitivamente la conexión con el océano Pacífico.

Al igual que en anteriores reactivaciones estructurales los viejos lineamientos heredados vuelven a activarse con variado grado de inversión tectónica de acuerdo a la intensidad y orientación de los vectores de deformación en cada área.

En la zona de Dorsal la relación angular producida oscila entre 8 y 30 ° mientras que en el flanco nororiental es de menor intensidad (3 a 5°)

6 – Terciario

Durante este período el engolfamiento neuquino solo estuvo sometido a una reducida tasa de sedimentación marcando una sustancial diferencia con la subsidencia acaecida durante el Jurásico y el Cretácico.

El primer episodio de sedimentación comenzó en el límite Cretácico-Terciario (Mastrichtiano-Daniano) con una ingresión marina proveniente del este (Océano Atlántico) que depositó sedimentos clásticos carbonatos y evaporitas que integran el Grupo Malargüe.

En el sector oriental de la cubeta neuquina el resto del período Terciario está representado por delgados depósitos fluviales y lacustres que alternan con efusiones andesíticas y basálticas en las áreas de influencia de los centros volcánicos.

El máximo espesor de rocas volcánicas en el área periandina es del orden de 600 m, con un progresivo adelgazamiento a medida que nos alejamos de las chimeneas principales.

La orogenia Andina solo afectó atenuadamente los principales lineamientos estructurales en el área analizada y produjo una suave reactivación de las fallas maestras, manteniendo las estructuras su carácter previo.

Las posibilidades de ocurrencia de nuevas fases de expulsión de hidrocarburos de las rocas madres durante las distintas fases orogénicas Andinas es aún mas relevante dada la amplia maduración alcanzada durante el Cretácico Superior en vastas áreas anteriormente inmaduras.

TRAMPAS DE HIDROCARBUROS

1 – Descripción General

La Cuenca Neuquina posee una distribución de hidrocarburos con las principales acumulaciones ubicadas en los bordes nororiental y austral de la misma. A su vez los mayores volúmenes de gas se hallan en situaciones más profundas e internas en relación a las de petróleo.

Cada trampa posee su propio diseño dependiendo de su tamaño, ubicación, evolución, fuente de carga de hidrocarburos, características del sello y posibilidades de preservación.

Existen numerosos ejemplos con una distribución vertical normal de densidad en los hidrocarburos y otros con alteraciones de la misma.

Los factores estructurales y estratigráficos se hallan presentes en casi todas las trampas de hidrocarburos haciendo difícil la definición de prevalencia de uno sobre el otro en muchos casos. Un factor común en todas las acumulaciones significativas es la influencia de rasgos heredados de viejos lineamientos que condicionaron el diseño de los principales ejes estructurales y concomitantemente de cambios estratigráficos de gran influencia en los entrapamientos

2 – Génesis y Evolución

El primer período de deformación estructural ocurrido durante la formación de la cuenca en el Triásico Superior-Jurásico Inferior fue el responsable de la generación de los primeros altos estructurales y depocentros aislados donde se acumularon los primeros registros sedimentarios.

Este episodio posee una compleja historia de reactivaciones estructurales que probablemente no haya sido uniforme para todos los depocentros. Las razones de esto están seguramente relacionadas con las edades relativas y las orientaciones de las fallas generadoras de los hemigraben que respondieron diferencialmente a los esfuerzos regionales.

En el bloque Entre Lomas fueron descriptas tres discontinuidades principales con el desarrollo de estructuras de rollover, fallas secundarias y complejas estructuras de transferencia.

Las siguientes reactivaciones producidas durante el Jurásico Medio y Superior fueron responsables de las primeras etapas de inversión tectónica con un estilo de deformación transcurrente claramente definido en la

Dorsal de Neuquén (Ploszkiewicz et al.1984) y reconocidos en Río Neuquén (Berdini et al. 2002) y Medanito (Corbera et. al 1999), Figs 6 y 8

En Entre Lomas, Catriel Oeste y Puesto Hernández la inclinación de las fallas principales hacia el noreste no favoreció la creación de un campo local compresivo como en los otros ejemplos por lo que los bloques yaciente y colgante mantuvieron sus posiciones relativas (Figs 10,12 y 14). Los anticlinales desarrollados en los bloques yacientes se interpretaron como pliegues extensionales forzados “Extensional Forced Folds” (Withjack et. al. 1990): “Pliegues forzados son aquellos cuyas formas y tendencias son controladas por las formas y tendencias de elementos de esfuerzo subyacentes” (Stearns, 1978). Withjack et. al. 1990, define “pliegues forzados extensionales como pliegues forzados que se desarrollan sobre bloques de falla limitados por fallas normales”.

El relleno sedimentario fue afectado por estos diastrofismos ya que las áreas de aporte fueron reactivadas e importantes volúmenes de sedimentos fueron introducidos a la cuenca. Los espesores de los depósitos fueron afectados por la nueva paleogeografía y numerosos altos interiores condicionaron el desarrollo y los cambios de facies por largo tiempo hasta que el avance de la sedimentación los terminó de cubrir.

Los movimientos Intravalanginianos en el flanco nororiental de la cuenca no presentan evidencias de erosión significativa excepto en Puesto Hernández donde se observan truncaciones que permiten constatar el alzamiento de las estructuras de la zona. También en Río Neuquén la reactivación esta presente asociada con los cambios experimentados en el área de la Dorsal. En los restantes campos estudiados no fueron considerados como una etapa crítica respecto a modificaciones estructurales y/o estratigráficas en la conformación de las principales trampas.

La reactivación tectónica ocurrida en el Cretácico Superior (Movimientos Intrasenonianos) produjo nuevamente importantes modificaciones. Las fallas mayores fueron activadas, generando truncaciones erosivas en los anticlinales principales.

Estos movimientos no produjeron cambios de polaridad en los campos de esfuerzo locales para los principales rasgos estructurales del borde nororiental de la cubeta (Medanito, Entre Lomas, Catriel Oeste, Puesto Hernández).

La estructura de Río Neuquén sufrió una compleja modificación ya que a la fase compresiva local que acentuó el relieve de la estructura se le sobrepone un graben de orientación norte sur, explicado como debido al colapso de la estructura precedente en su sector de máxima deformación (Berdini et al., 2002)

Estas modificaciones menores no pueden ser extendidas a todos los campos vecinos ya que los mecanismos puestos en juego durante las reactivaciones tienen una importante componente basada en las heterogeneidades geológicas locales.

Como fue mencionado anteriormente los depósitos del Cretácico Superior ocuparon un rol de fundamental importancia en la maduración por soterramiento de las rocas madres principales (Fs. Vaca Muerta y Molles) en sectores intermedios de la cubeta.

La posibilidad de migración hacia las trampas previamente constituidas es a partir de esta etapa posible, en tanto y en cuanto se generaron las condiciones de expulsión que se interpretaron factibles a partir de hace 80 millones de años (Cruz et al., 2002).

Los Movimientos Andinos con sus tres fases principales fases de deformación descritas (Ramos 1978) fueron la última etapa de modificaciones registrada. Las estructuras del flanco oriental fueron alcanzadas con una atenuada fase de reactivación produciendo solo suaves modificaciones en el relieve de las trampas contribuyendo probablemente a la remigración y fuga parcial en acumulaciones previamente constituidas y/o a la creación de una nueva fase de expulsión y migración que alimentó las trampas generadas o contribuyó al llenado de otras.

3 – Diseño Final

Las cinco acumulaciones tratadas en este trabajo producen de diferentes reservorios y presentan complejidades locales cuya descripción excede los alcances de esta contribución.

Existen sin embargo muchos patrones comunes cuya definición resulta de suma importancia y permite alcanzar conclusiones de validez regional.

Los hidrocarburos entrampados en buena parte del borde oriental de la cuenca, provienen de migraciones que se pueden catalogar como largas (más de 50 km) a través de dos reservorios continuos (carriers) que son las Fs. Quintuco, y Sierras Blancas, que por otra parte son los principales reservorios de los yacimientos (Cruz op. cit., 2002).

Vamos ahora a describir las características generales de los mencionados campos, que si bien estuvieron condicionados por características geológicas locales poseen suficientes identidades comunes que permiten la elaboración de una clasificación simple.

El yacimiento Río Neuquén es una acumulación de petróleo y gas localizada en el bloque colgante invertido de una falla normal de basamento orientada en sentido noroeste sudeste, reactivada en sucesivas etapas. En el sector de máxima deformación se produjo un colapso que sobreimpone un graben estrecho y elongado con dirección norte-sur (Fig 8). La mayor parte de los hidrocarburos (80 a 90%) se aloja en el mencionado bloque mientras que el remanente lo hace en el sector estructuralmente más elevado del bloque yacente. Los reservorios también reflejan el efecto de la historia tectónica con su distribución de facies y espesores, como el caso de las Fs. Lotena y Sierras Blancas, la presencia de dolomitas en la F. Quintuco y la compleja distribución de espesores y diagénesis que afectó a las Fs. Punta Rosada – Lajas.

El campo Medanito es también un yacimiento de petróleo localizado en el labio bajo de una falla de basamento compuesta invertida de orientación oeste noroeste – este sudeste (Fig 6).

La acumulación principal esta ubicada inmediatamente encima del hemigraben original y el proceso de migración que permitió alcanzar estas posiciones de borde, contribuyó a la movilización vertical de los hidrocarburos hacia los reservorios del Jurásico Inferior (Precuyano-Choiyoi) una vez que comenzó el llenado de la trampa en los depósitos del Jurásico Superior (F. Petrolífera – Sierras Blancas) y del Cretácico Inferior (F. Quintuco).

Una menor cantidad de petróleo escapó a través de los puntos de fuga hacia el bloque yacente y siguió su migración hacia otras trampas.

Nuevamente en este caso la paleogeografía reguló la distribución de reservorios como la F. Sierras Blancas (ausente en las áreas más elevadas), la sección basal de la F. Quintuco que se acuña en el flanco de la estructura principal.

El campo de Catriel Oeste (Fig 12) es un yacimiento de petróleo ubicado en el bloque yacente de una falla de basamento de sentido noroeste – sudeste que inclina hacia el noreste y que solo sufrió una suave inversión que no cambió el sentido de la falla. El principal reservorio es la F. Quintuco (Cretácico Inferior) que fue cargada desde su punto de expulsión por el mismo reservorio a través de una migración larga.

Las acumulaciones de Charco Bayo, Piedras Blancas y Entre Lomas, que se hallan dentro del área Entre Lomas (Fig 10) son tres estructuras cargadas con petróleo y gas generadas a través de la reactivación de los bloques bajos de un tren de fallas normales de basamento que no cambiaron su polaridad a lo largo de su historia de deformación. Los principales reservorios son las Fs. Sierras Blancas y Quintuco cuyos espesores y facies fueron influenciados por la historia tectónica.

La falla del yacimiento El Caracol, ubicado al norte de los mencionados anteriormente fue suavemente invertida durante el Jurásico Medio y Superior generándose además una falla menor antitetica que limita la acumulación de hidrocarburos por el sudoeste. En este caso también las facies reservorio de la F. Quintuco se orientan en una delgada franja subparalela a los lineamientos antiguos.

El campo Puesto Hernández (Fig.14) es otro ejemplo de acumulaciones en el bloque yacente de una falla de basamento de orientación noroeste – sudeste. En este caso otro sistema petrolero hace su aparición con la F. Agrio como roca madre y los Mbs Avilé de la F. Agrio, Troncoso y Chorreado de la F. Huitrin y el tope de la F. Agrio Superior como reservorios principales. Parte del petróleo acumulado en etapas tempranas de entrapamiento, tuvo la oportunidad de remigrar hacia los niveles superiores de la F. Rayoso probablemente en alguna de las fases de reactivación terciarias.

Nuevamente como en casos anteriores la mayor parte del petróleo se encuentra en el yacente de la falla de basamento quedando para el colgante una menor porción del mismo.

El Miembro Avile (uno de los principales reservorios) posee un cambio de facies permeables a impermeables subparalelo a la falla principal.

INTERACCIÓN REGIONAL TECTÓNICA- TRAMPAS

El mapa regional de la Cuenca Neuquina muestra una significativa concentración de acumulaciones de hidrocarburos paralela a los bordes de cuenca.

Cuando observamos los ejemplos descriptos y los comparamos con los mapas de rasgos tectónicos principales surge una cercana asociación entre las tendencias de las acumulaciones de hidrocarburos y los patrones tectónicos con fuerte herencia basamental.

Tomando en cuenta las descripciones efectuadas de las trampas seleccionadas se puede establecerse una división en dos grandes categorías de acuerdo a la geometría y la historia evolutiva (Fig 17):

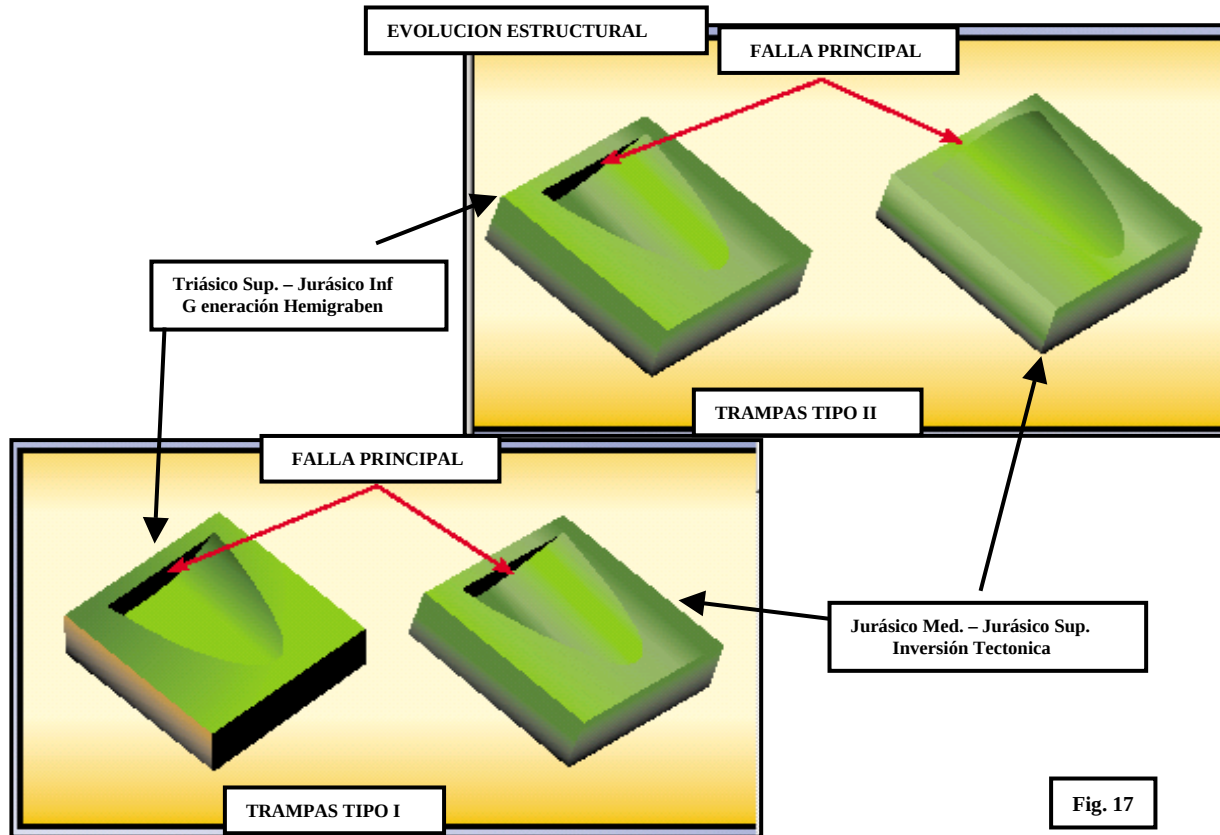


Fig. 17

I – Trampas estructurales y combinadas conformadas en pliegues anticlinales forzados generados por fallas de basamento afectadas a lo largo de su historia evolutiva por períodos de reactivación tectónica que produjo en algunos casos significativas modificaciones estratigráficas en los reservorios pero que mantuvieron la relación yacente – colgante desde el Triásico Superior – Jurásico Inferior hasta el presente (Entre Lomas, Catriel Oeste, Puesto Hernandez).

II – Trampas estructurales y combinadas conformadas en pliegues anticlinales forzados generados por fallas de basamento afectadas a lo largo de su historia evolutiva por períodos de reactivación tectónica que produjo en algunos casos significativos cambios estratigráficos en los reservorios pero que modificaron por inversion tectónica la relación yacente – colgante entre el Triásico Superior – Jurásico Inferior y el presente (Rio Neuquen y Medanito).

En las trampas Tipo I las principales acumulaciones de hidrocarburos se localizan sobre el pliegue anticlinal forzado creado durante la etapa de inversión tectónica inicial (Jurásico Medio - Superior) y posteriormente reactivada en varias etapas.

En las trampas Tipo II las principales acumulaciones de hidrocarburos se localizan sobre el pliegue anticlinal forzado creado en el bloque colgante de una falla normal invertida y posteriormente reactivada en varias etapas.

Esta regla general no es totalmente estricta ya que en todos los casos, menores cantidades de hidrocarburos se encuentran en el flanco opuesto de las estructuras.

Estas trampas secundarias solo recibieron el exceso de hidrocarburos que migraron a través del punto de fuga de los anticlinales mayores.

CONCLUSIONES

La Cuenca Neuquina posee un amplio rango de ambientes estratigráficos y estructurales que hacen que el establecimiento de patrones generales sea una tarea sumamente compleja.

Sin embargo existen denominadores comunes derivados de antiguos rasgos de basamento que permiten alcanzar algunas conclusiones generales para interpretar la génesis de las acumulaciones de hidrocarburos.

En la presente contribución fueron tomados como ejemplos cinco diferentes áreas productivas localizadas en distintos ambientes geológicos pero que comparten algunos elementos comunes.

La posibilidad de contar con cubrimiento 3-D en las áreas estudiadas es crítica para poder alcanzar en las interpretaciones geológicas el detalle necesario y de esa manera definir los rasgos más importantes y su evolución a lo largo de la historia de la cuenca.

Las conclusiones alcanzadas son las siguientes:

1 – La geometría de la Cuenca Neuquina (Engolfamiento Neuquino) durante el Mesozoico posee rasgos heredados de una fábrica estructural más antigua.

2 – La etapa acaecida durante el Triásico Superior – Jurásico Inferior, creó depocentros aislados generados por subsidencia localizada a través de fallas.

3 – La orientación de las fallas principales y el diseño de sus bloques colgante y yacente fueron los componentes dominantes que condicionaron la creación de trampas estructurales y su historia evolutiva a través de las distintas reactivaciones tectónicas.

4 – Los movimientos del Jurásico Medio y Superior produjeron un efecto de Inversión tectónica regional reconocida por diversos autores en la Cuenca Neuquina.

5 – Los movimientos del Valanginiano fueron importantes en el flanco sud (Zona Dorsal) y de variada intensidad en el flanco nororiental.

6 – La reactivación del Cretácico Superior fue crítica para la historia de los hidrocarburos porque las principales rocas madres alcanzaron su madurez en vastas áreas gracias al soterramiento y además porque las estructuras previamente formadas fueron realizadas.

7 – Durante el Terciario, los movimientos Andinos (3 fases principales) produjeron la última perturbación estructural, pero no alteraron sustancialmente la geometría de las trampas previamente generadas.

8 – Los movimientos Andinos fueron la última chance de carga de hidrocarburos y de reordenamiento de los que se hallaban entrampados previamente.

9 – Las trampas de hidrocarburos descriptas pueden ser clasificadas en:

Tipo I: Trampas Estructurales y/o Combinadas que mantuvieron la misma orientación de los bloques desde la etapa de subsidencia localizada que ocurrió entre el Triásico Superior y el Jurásico Inferior (Entre Lomas, Catriel Oeste, Puesto Hernández).

Tipo II: Trampas Estructurales y/o Combinadas que cambiaron la orientación de los bloques de la etapa de rift a través de una importante inversión tectónica que inició en el Jurásico Medio a Superior y se realizó en posteriores etapas (Río Neuquén y Medanito).

10 – La existencia de movimientos transcurrentes durante las reactivaciones tectónicas es indudablemente la razón del comportamiento diferencial de los bloques sometidos a los mismos esfuerzos regionales.

11 – La importancia de los rasgos estructurales de basamento puesta de manifiesto en este trabajo permite concluir que existe en las trampas una combinación de factores estructurales y estratigráficos afectados por dichos elementos.

12 – La clasificación de las trampas en cada caso dependerá de cuales se consideran como preponderantes y cuales de carácter secundario.

13 – La existencia de importantes cambios de baja frecuencia en los reservorios seguramente ha sido parcialmente controlado por la historia tectónica mientras que los cambios de alta frecuencia seguramente han tenido que ver con variaciones climáticas y eustáticas.

14 – La reconocida relación entre rasgos de basamento y la presencia de entrampamientos de hidrocarburos permite concebir nuevas maneras de comprender la dinámica de la generación de las trampas a través de la reconstrucción de la historia de deformación y su asociación con los demás elementos de los sistemas petroleros activos.

AGRADECIMIENTOS

El autor de la presente contribución desea agradecer a la Cia Petrobras Energia por su autorizacion a publicar estas ideas y a los colegas M. Pedrazzini, M. Cagnolatti, O. Berdini, S. Benotti, O. Carbone y M. Olmos por su lectura crítica y observaciones que contribuyeron a la maduración de las conclusiones alcanzadas.

REFERENCIAS CITADAS

- Arregui C. , 1993, Análisis estratigráfico - paleoambiental de la F. Tordillo en el subsuelo de la Cuenca Neuquina. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 1, 165 – 169. Mendoza. Argentina.
- Arregui C., Benotti S. y Carbone O., 1996, Sistemas Petroleros Asociados en el Yacimiento Entre Lomas, Pcia. del Neuquén. XIII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 1, 287-306. Buenos Aires, Argentina.
- Berdini O., Arregui C. y Pimentel Mendes M., 2002, Evolución Tecto-Sedimentaria de la estructura Río Neuquén, Cuenca Neuquina, República Argentina, XV Congreso Geológico Argentino Acta III, p. 87, Calafate.
- Corbera R. Olmos M., Kraemer P., Soto J. y Naidés C., 1999 - Modelo de un Reservoirio en el Gr.Choiyoi. Yac.25 de Mayo Medano SE, XIV Congreso Geológico Argentino Act 1 Salta 1999. pp 59-60.
- Carlos E. Cruz, Andrés Boll, Ricardo Gómez Omil, Eduardo A. Martínez, Carlos Arregui, Carlos Gulisano, Guillermo A. Laffitte y Héctor J. Villar, 2002, Los Molles y Vaca Muerta: Dos Sistemas Petroleros comparables. Zona Central de la Cuenca Neuquina, Argentina. VI Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Mar del Plata, Argentina.
- Digregorio, J.H. y M. Uliana, 1979. *Cuenca Neuquina*. En: Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, 2:985-1032. Córdoba.
- Digregorio, J.H. y M. Uliana, 1980. Cuenca Neuquina. En: Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, 2:985-1032. Córdoba
- Forsythe R., 1982, The late Paleozoic to Early Mesozoic evolution of southern South America: a plate tectonic interpretation: Journal of the Geological Society of London, v. 139, p.671-682..
- Gulisano C. A. , 1981, El Ciclo Cuyano en el norte de Neuquén sur de Mendoza: Octavo Congreso Geológico Argentino, Actas 3, p. 579 – 593.
- Gulisano C. A., Gutierrez Pleimling A. R. Y Digregorio R. E , 1984, Esquema estratigráfico de la secuencia Jurásica del oeste de la provincia del Neuquén, IX Congreso Geológico Argentino, Actas I, p. 236-259, Bariloche.
- Gulisano C. A., Gutierrez Pleimling A. R. Y Digregorio R. E , 1984, Análisis estratigráfico del intervalo Tithoniano-Valanginiano (formaciones Vaca Muerta, Quintuco y Mulichinco) en el suroeste de la provincia del Neuquén, IX Congreso Geológico Argentino, Actas I, p. 221-235, Bariloche.
- Kugler, R.L., 1987. Regional petrologic variation. Jurassic and Cretaceous sandstone and shale. Neuquén Basin, west-central Argentina. PhD Thesis, University of Texas at Austin. 524 p.
- Legarreta L. y C. Gulisano, 1989. Análisis estratigráfico secuencial de la Cuenca Neuquina (Triásico Superior – Terciario Inferior). En Chebli y Spalletti (Eds.) Cuencas Sedimentarias Argentinas. Simposio X Congr. Geol. Arg.: 221-243. Tucumán.
- Legarreta, L. y M. Uliana, 1991. Jurassic – Cretaceous marine oscillations and geometry of back-arc basin fill, central Argentine Andes. In: McDonald D:I:M: (Ed.) Sedimentation, Tectonics and Eustasy. I.A.S. Special Publication 12: 429-450.
- Orchuela I. y Ploskiewicz J.V., 1984, La Cuenca Neuquina, En V. A. Ramos (Ed) Geología y recursos naturales de la provincia de Río Negro, IX Congreso Geológico Argentino, Relatorio 163-188, Bariloche.
- Ploskiewicz J.V., I. Orchuela, J.C. Vaillard y R. Viñes, 1984. Compresión y desplazamiento lateral en la zona de Falla Huincul, estructuras asociadas, Provincia del Neuquén. IX Congr. Geol. Arg. Actas II: 163-169. Bariloche.
- Ramos V. A., 1978, Estructura: Relatorio, Geología y recursos naturales del Neuquén, VII Congreso Geológico Argentino, Neuquén, p.99-118

- Stearns, D. W., 1978, Faulting and forced folding in the Rocky Mountains foreland, in V. Matthews, ed., Laramide folding associated with basement block faulting in the western United States: GSA Memoir 151, p. 1-37.
- Stipanovich, P.M. 1983. The Triassic of Argentina y Chile. In: Moullade, M. Naim. A.E.M. (Eds). The Phanerozoic Geology of the World II. The Mesozoic, B. Elsevier, Amsterdam pp. 181-199
- Thomas Gilbert E. 1974 - Lineament-Block Tectonics: Williston-Blood Creek Basin AAPG Bulletin Volume 58, Pages 1305 - 1322
- Uliana, M.A., Biddle K.T. Cerdan, J. 1989. Mesozoic extensión and the formation of Argentine sedimentary basins. Extensional Tectonics and Stratigraphy of the North Atlantic Margin. American Association of Petroleum Geologists. Memoir 46. 559-613.
- Vergani, G. D., Tankard, A. J., Belotti, H.J., y Welsink, H.J., 1993 Tectonic Evolution and Paleogeography of the Neuquen Basin, Argentina, in A.J. Tankard, R.Suares S., and H.J. Welsink, Petroleum Basins of South America: AAPG Memoir 62, 383-402.
- Viñes E.F., Vaillard L.C. y Foucault J.E., 1987, Alto Fondo de Basamento y Discordancias Intracuyanas en el Subsuelo de la Cuenca Neuquina, Prov, del Neuquén, Rca. Argentina. X Congreso Geológico Argentino, Actas I, 131-134. San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Withjack, M. O., J. Olson, and E. Peterson, 1990, Experimental models of extensional forced folds: AAPG Bulletin, v. 74, p. 1038-1054