

## **MODELO EXPLORATORIO EN LA FAJA CORRIDA DE LA CUENCA NEUQUINA, ARGENTINA.**

KOZLOWSKI, ESTANISLAO\*, CARLOS E. CRUZ y CLAUDIO SYLWAN.  
Bridas S.A.P.I.C., Buenos Aires, Argentina.

### **ABSTRACT**

Several surficial oil shows as well as the presence of major fields in the outer sector of the thrust belt of Northwestern Neuquina Basin have, in the last years, encouraged the exploration in the inner sector of the thrust belt. Up to the present, this exploration has been targeted into the Jurassic, generally overmature, and into the Lower Cretaceous, poorly preserved after the Andean Orogeny.

Within the inner thrust belt sector, the possibility of a successful exploration is related to closed and sealed structures for Lower Cretaceous levels. Study cases in which these kind of structures have not been exposed by erosion, preserving their hydrocarbon accumulations, are analyzed. These cases are anticlines detached from the basement, and covered, in structural disharmony, by the Upper Cretaceous.

The source rock of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous interval is characterized by containing different source levels, showing distinct organic facies as well as varying thermal maturity. The reservoirs usually present a variable development. Upon this basis, we were able to establish different petroleum systems, being each one associated to a type of hydrocarbon. The geographic occurrence of the reservoirs in the area is the factor that makes the accumulation profitable or not.

### **INTRODUCCION**

En este trabajo se discuten las condiciones geológicas más favorables para el desarrollo de acumulaciones de hidrocarburos en el sector interno de la Faja Corrida de la Cuenca Neuquina. La región analizada se ubica en el noroeste de la Provincia del Neuquén y sudoeste de la Provincia de Mendoza (Fig. 1), al oeste de la zona tradicionalmente productiva.

Los trabajos realizados por Bridas S.A.P.I.C.-Sipetrol durante la exploración de las áreas CNQ-3 Cerro Manzano y CNQ-4 Río Barrancas entre los años 1990 y 1996 sirvieron como base para el modelo que se propone, que además se compara con lo que ocurre en el sur de Mendoza. Parte de los conceptos aquí presentados se desarrollaron al interpretar la geología estructural (Kozłowski et al., 1996) y los sistemas petroleros (Cruz et al., 1996) de la zona de Chos Malal.

Numerosos son los investigadores que han trabajado en la zona de análisis, destacándose los trabajos regionales de Groeber (1929, 1946), Herrero Ducloux (1946) y Zöllner & Amos (1973), que brindan una descripción de la geología del área.

### **GEOLOGÍA**

La Faja Corrida de la Cuenca Neuquina ocupa los sectores oeste de la Provincia del Neuquén y sudoeste de la Provincia de Mendoza. Regionalmente, corresponde a la continuidad sur de la Cordillera Principal (Yrigoyen, 1979), provincia geológica que se caracteriza por depósitos marinos jurásicos y cretácicos afectados por una intensa tectónica compresiva, mayormente acaecida durante el Terciario (Fig. 2).

Hacia el sur del Río Diamante los depósitos mesozoicos se expanden rápidamente hacia el este, conformando el Engolfamiento Neuquino. En tanto, el límite oriental de la faja corrida continúa aproximadamente con un rumbo meridiano, desarrollándose progresivamente en zonas de espesor mesozoico creciente. Esta condición permite tener y comparar distintas secciones estratigráficas mesozoicas para una misma posición relativa en la faja corrida. A la latitud del Río Diamante los depósitos del borde de la cuenca están en el interior de la faja corrida, mientras que a la del Río Neuquén las secciones del centro de cuenca se ubican fuera de la faja corrida, en el antepaís. Este hecho tiene su mejor definición para los depósitos del Grupo Mendoza (Fig. 3).

### **ESTRATIGRAFIA**

La sección estratigráfica mejor desarrollada se ubica en la zona de Chos Malal, donde se depositaron 4.500 m de sedimentos jurásicos y cretácicos (Fig. 4), que apoyan sobre el Gr. Choiyoi, unidad más alta del basamento en la zona. El Cretácico Superior y el Terciario Inferior en su mayor parte han sido erosionados en esta zona, mientras que hacia el norte y este (Pehuenche y Huantraico) se encuentran preservados infrayaciendo en discordancia a vulcanitas cenozoicas. En este trabajo se adopta el modelo estratigráfico propuesto por Legarreta & Gulisano (1989). Con el fin de facilitar la interpretación estructural, la columna estratigráfica se

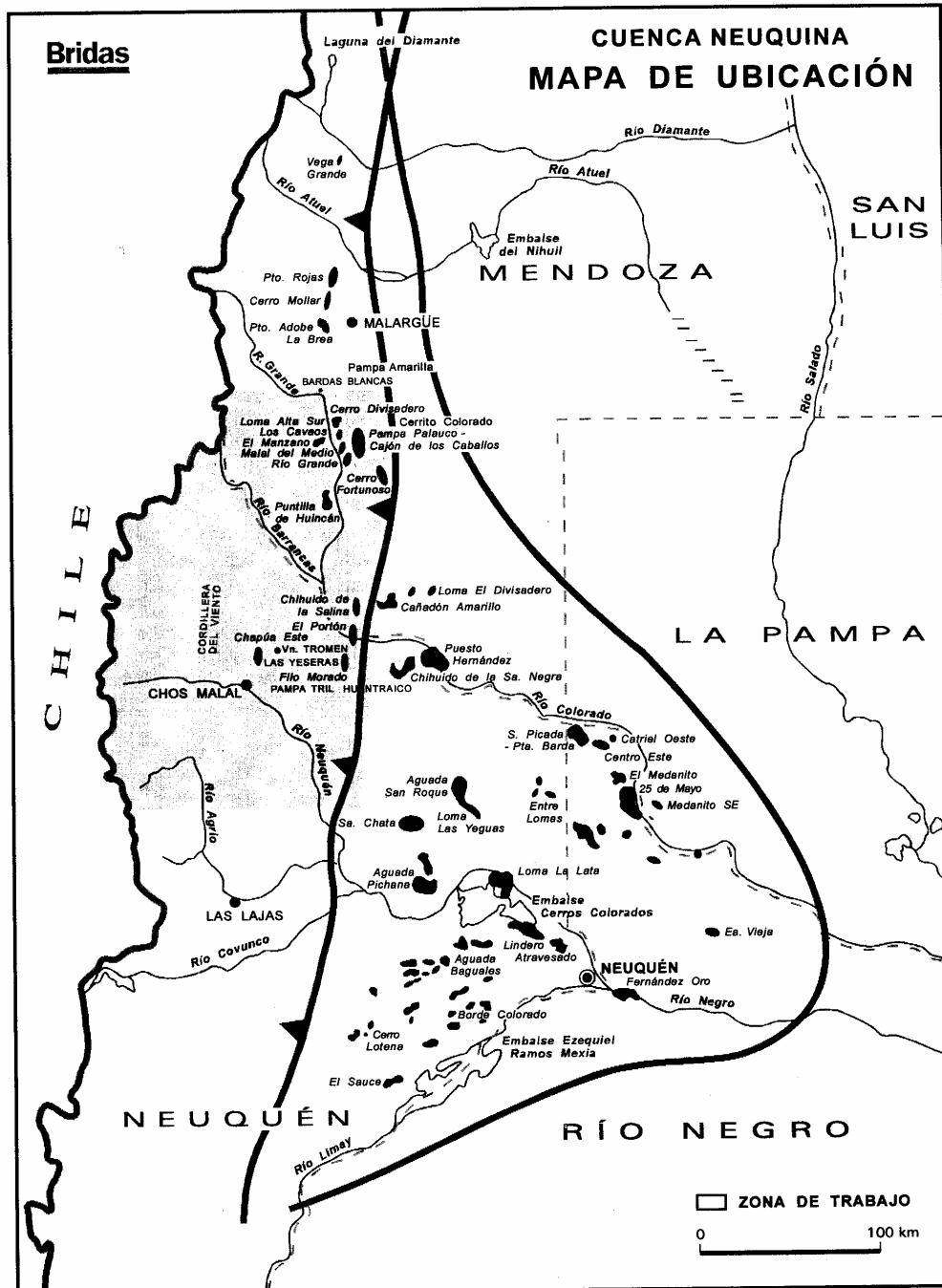


Figura 1. Mapa de ubicación.

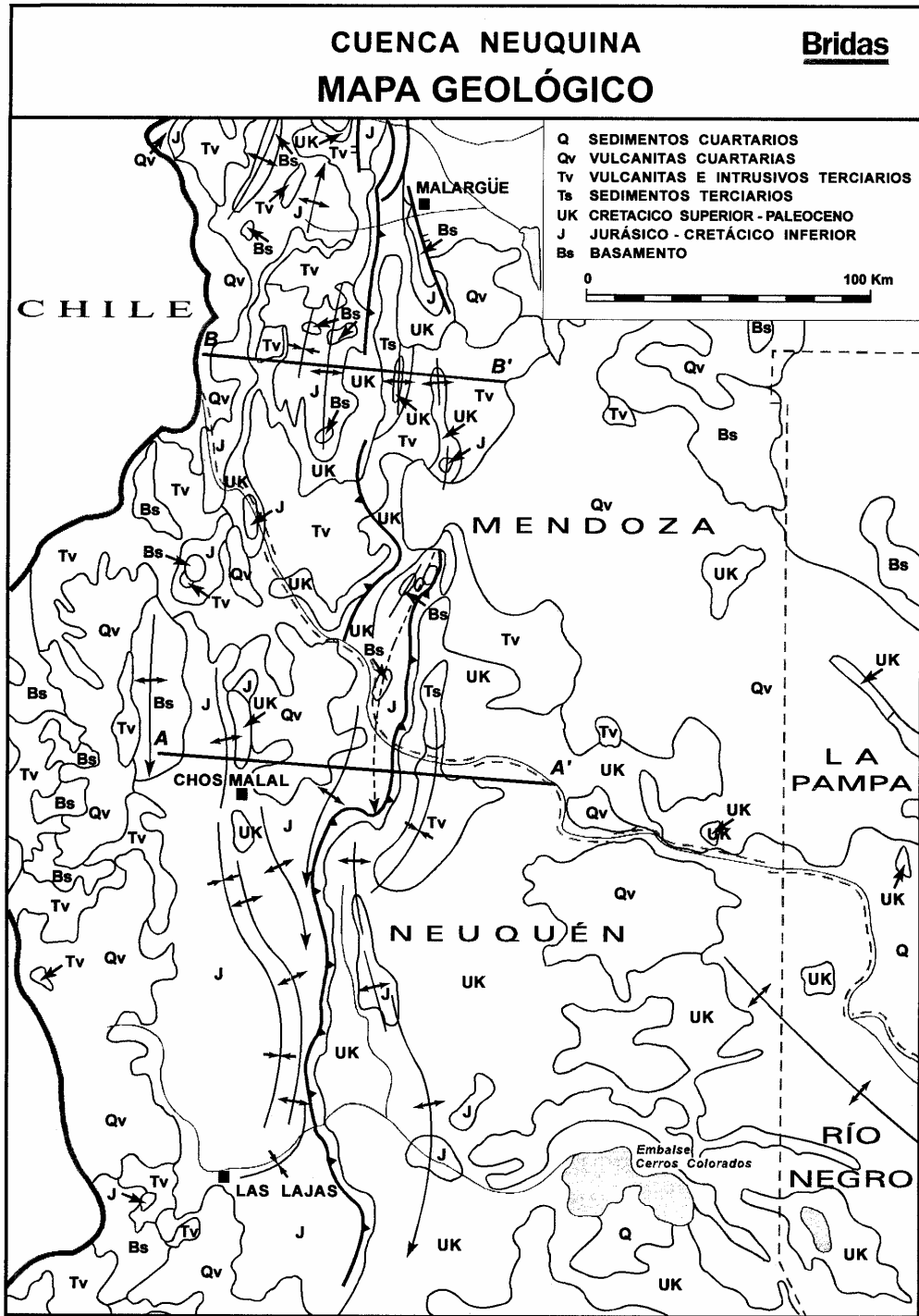


Figura 2. Mapa geológico sector centro-oeste Cuenca Neuquina. A-A' = sección Cordillera del Viento - Filo Morado. B-B' = sección Pehuenche - Cerrito Colorado.

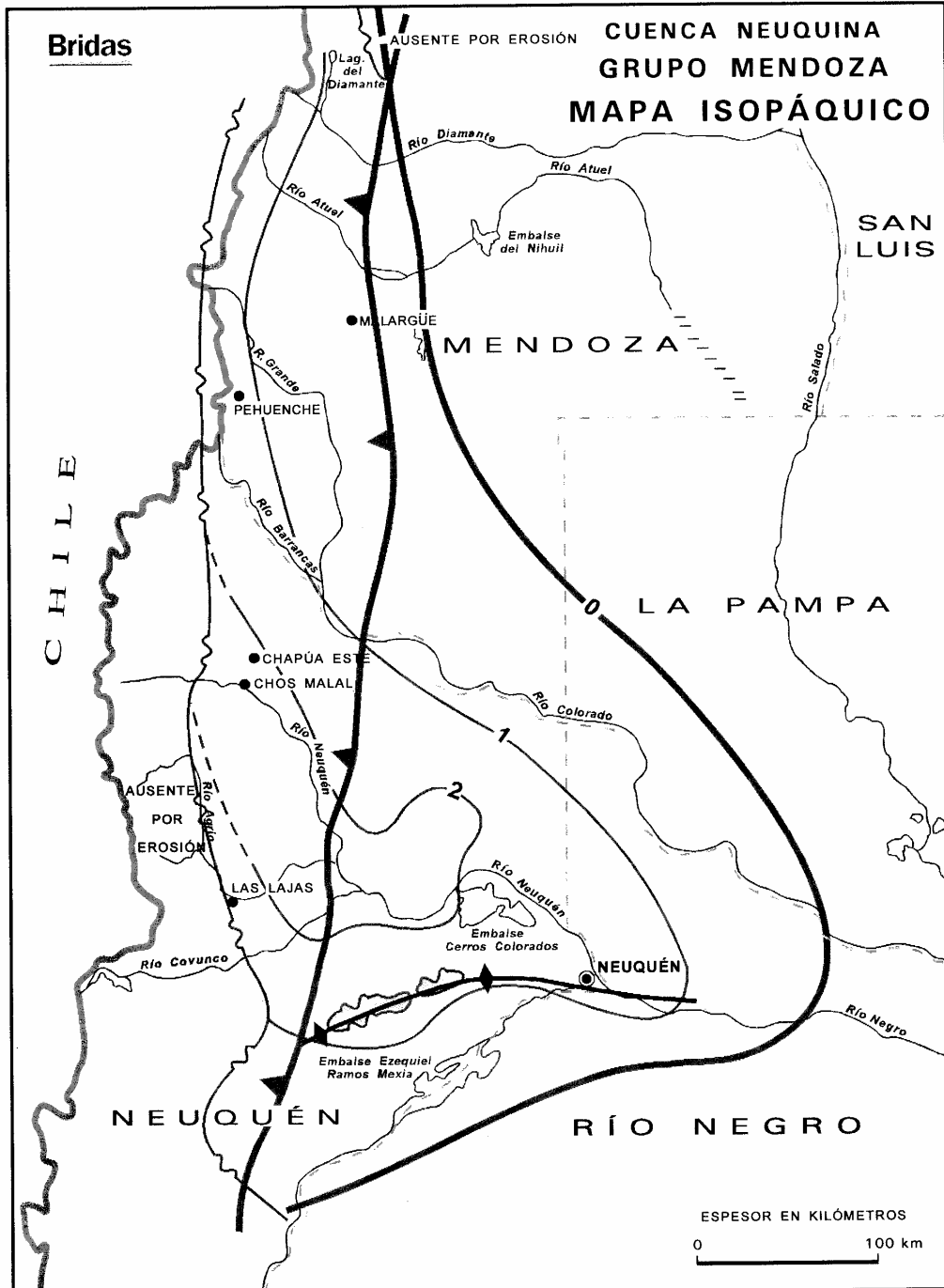


Figura 3. Mapa isopáquico de Grupo Mendoza.

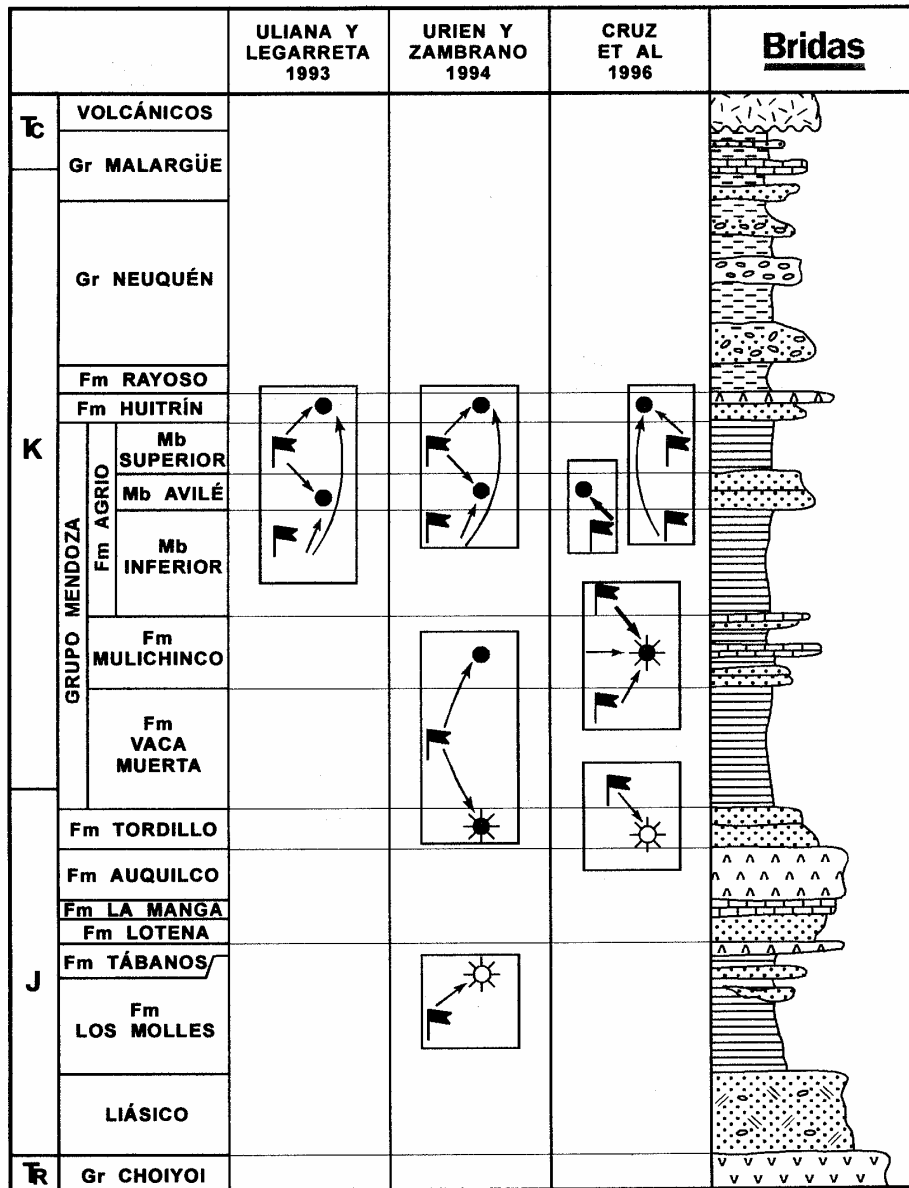


Figura 4. Columna estratigráfica para el oeste de la Cuenca Neuquina y sistemas petroleros de la Faja Corrida según distintos autores.

subdivide aquí en las siguientes cinco secciones:

**Prejurásico o Basamento.** Está formado por el Gr. Choiyoi, de edad permotriásica, que en la Cordillera del Viento sobreyace al Gr. Andacollo, de edad carbónica.

**Jurásico.** Comprende del Liásico al Kimmeridgiano inclusive. Son aproximadamente 2.000 m de espesor en su sector de mayor potencia, que se inician con conglomerados marinos tufáceos (“Liásico”), a los que suceden lutitas negras (Fm. Los Molles), evaporitas (Fm. Tábanos) y areniscas y evaporitas (formaciones Lotena y Auquillo). Finalizan, mediando una discordancia estratigráfica regional, capas rojas de la Fm. Tordillo.

La Fm. Los Molles forma importantes sistemas petroleros en otros sectores de la cuenca, mientras que en la faja corrida términos contemporáneos de aquella son los generadores de parte del petróleo que se produce en Pampa Palauco y Cajón de los Caballos. La Fm. Tordillo se incluye en esta sección a pesar de estar relacionada genéticamente al Gr. Mendoza, conformando con la Fm. Vaca Muerta (Villar et al., 1993; Urien & Zambrano, 1994) el sistema petrolero más importante de la Cuenca Neuquina.

**Cretácico Inferior.** Comprende del Titoniano hasta el Albiano y está integrado principalmente por margas y lutitas negras (formaciones Vaca Muerta y Agrío), finalizando la sucesión con evaporitas y pelitas rojas (formaciones Huitrín y Rayoso) que conforman un excelente sello regional. Intercalan areniscas y calizas marinas (Fm. Mulichinco) y areniscas continentales (miembros Avilé y Troncoso Inferior), las que son niveles guía para la reconstrucción de las estructuras. Su espesor varía de 2.100 a 2.500 m de Filo Morado a Chos Malal, mientras que hacia el Pehuenche está representado por 1.300 m de sedimentos.

Dentro de esta sección se encuentran los sistemas petroleros más importantes de la faja corrida, con las formaciones Vaca Muerta y Agrío como rocas generadoras y las formaciones Mulichinco y Chachao y los miembros Avilé y Troncoso Inferior e intrusivos de edad terciaria como reservorios.

**Cretácico Superior.** Son depósitos cuyas edades van desde el Cenomaniano hasta el Paleoceno inclusive. Los grupos Neuquén (capas rojas) y Malargüe (capas mixtas) se encuentran preservados sólo en sinclinales. En el sector externo de la faja corrida de la Provincia de Mendoza, la continuidad de Grupo Neuquén es mucho mayor, del mismo modo que la preservación del Gr. Malargüe es importante. En esa zona, estas dos unidades constituyen otro sistema petrolero con las formaciones Vaca Muerta y Agrío como rocas generadoras.

**Cenozoico.** Corresponde a depósitos volcánicos y volcánicoclásticos de edad terciaria y producto de la Orogenia Andina. Apoyan mediante discordancia angular o paraconcordancia sobre cualquiera de las secciones descriptas, aunque preferencialmente sobre el Cretácico Superior. Los cuerpos intrusivos relacionados a este ciclo constituyen reservorios en diversos lugares de la cuenca.

## ESTRUCTURA

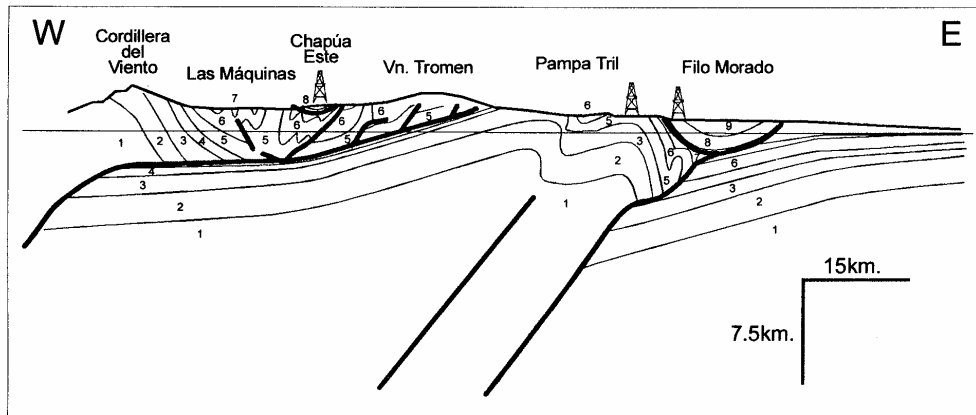
**Modelo estructural.** Puede considerarse como esquema estructural representativo de la Faja Corrida de la Cuenca Neuquina al corte (Fig. 5) que se ha propuesto para la Faja Plegada de Chos Malal (Kozłowski et al., 1996). En el mismo conviven estructuras de basamento o de primer orden con estructuras de cobertura, despegadas, de órdenes menores. El modelo de la relación entre las estructuras de primer orden con las de orden subsiguiente se presenta en la Figura 6.

Las estructuras de primer orden corresponden a anticlinales de rampa, donde la rampa del corrimiento corta tanto al basamento como a la parte de la sección sedimentaria mesozoica que permanece adherida a aquél de manera solidaria. La Cordillera del Viento constituye el caso más notable de este tipo de estructura.

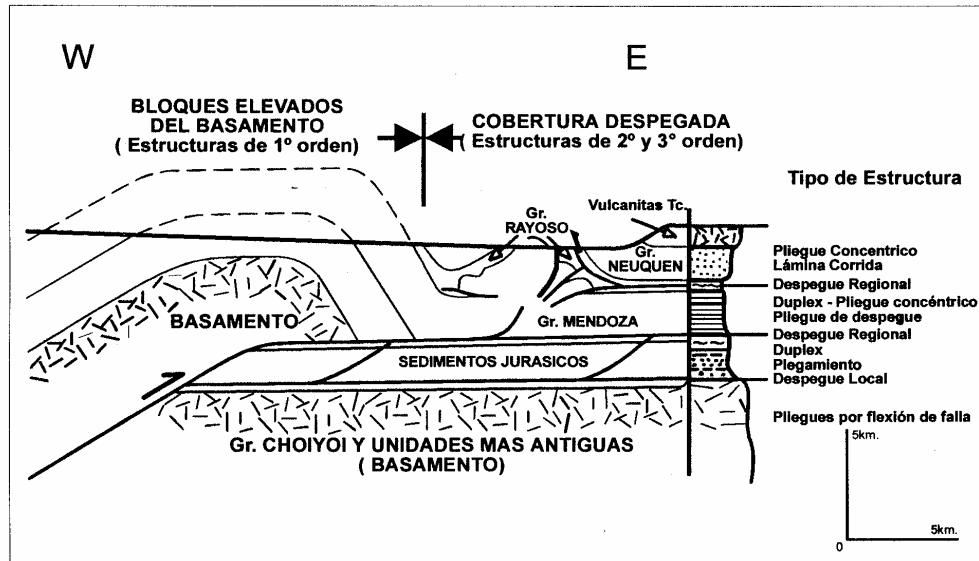
Las estructuras de orden menor despegan de los niveles incompetentes desarrollados dentro la sección sedimentaria mesozoica; estos niveles que condicionan la ubicación de los planos del corrimiento varían en número y ubicación estratigráfica según el sector de la faja corrida que se analice. El nivel de despegue superior es el más notable y está constituido por las evaporitas del Gr. Rayoso, que tiene extensión regional y separa al Cretácico Superior con una estructura simple, que asume en general la función de techo pasivo, del Cretácico Inferior y Jurásico deformado de manera más compleja (Figs. 7 y 8).

Este modelo implica la existencia de, al menos, tres niveles estructurales regionales. El primer nivel o inferior comprende al basamento junto a la sección sedimentaria que se adosa solidariamente. El segundo nivel o medio es el de mayor complejidad, ya que presenta diversas disarmonías internas. De acuerdo a la zona que se analice el despegue basal se puede ubicar dentro de la sección jurásica, aunque regionalmente el nivel más frecuente corresponde a la base de la Fm. Vaca Muerta. Dentro del segundo nivel se distinguen dos tipos de pliegues anticlinales: tipo “Chorriaca” (Herrero Ducloux, 1946) de escala kilométrica, isoclinales y con flancos abruptos, interpretados como pliegues de despegue (*detachment folds*; McClay, 1997) que involucran la totalidad del Gr. Mendoza y, tipo “Codo del Chapúa” (Kozłowski et al., 1996) de escala hectométrica, relacionados a despegues internos del Gr. Mendoza y que involucran principalmente a las formaciones Mulichinco y Agrío. El tercer nivel o superior, separado por las evaporitas del Gr. Rayoso, comprende al Cretácico Superior y a los depósitos cenozoicos cuando están deformados.

La creciente exhumación de la faja corrida hacia el oeste está vinculada a una mayor cota estructural para el basamento en esa dirección, es decir que en los sucesivos flancos occidentales de los anticlinales de



**Figura 5.** Corte estructural entre Cordillera del Viento y Huantraico. Referencia. 1= Gr. Andacollo y unidades previas; 2= Gr. Choiyoi; 3= Gr. Cuyo; 4= Fm. Tordillo; 5= formaciones Vaca Muerta y Mulichinco; 6= Fm. Agrio; 7= Gr. Rayoso; 8= Gr. Neuquén; 9= volcánicos cenozoicos. Ubicación: A-A' en Figura 2. Detalle de Chapúa Este en Figura 7. Detalle de Filo Morado en Figura 8. Modificado de Kozlowski et al. (1996).



**Figura 6.** Modelo estructural para la Faja Corrida de la Cuenca Neuquina. Modificado de Kozlowski et al. (1996).

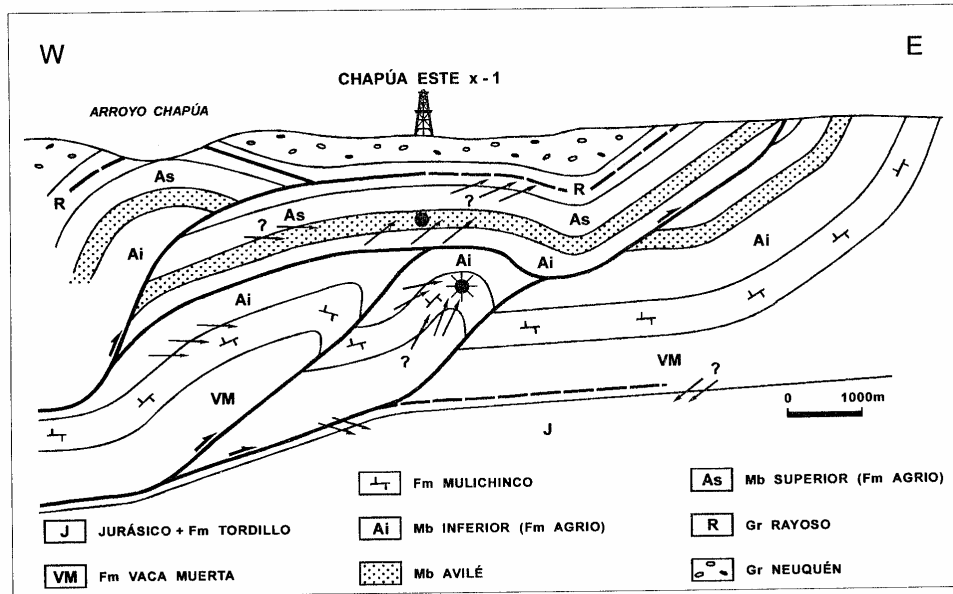


Figura 7. Corte geológico y modelo de migración-entrapamiento en Chapúa Este. Modificado de Cruz et al. (1996).

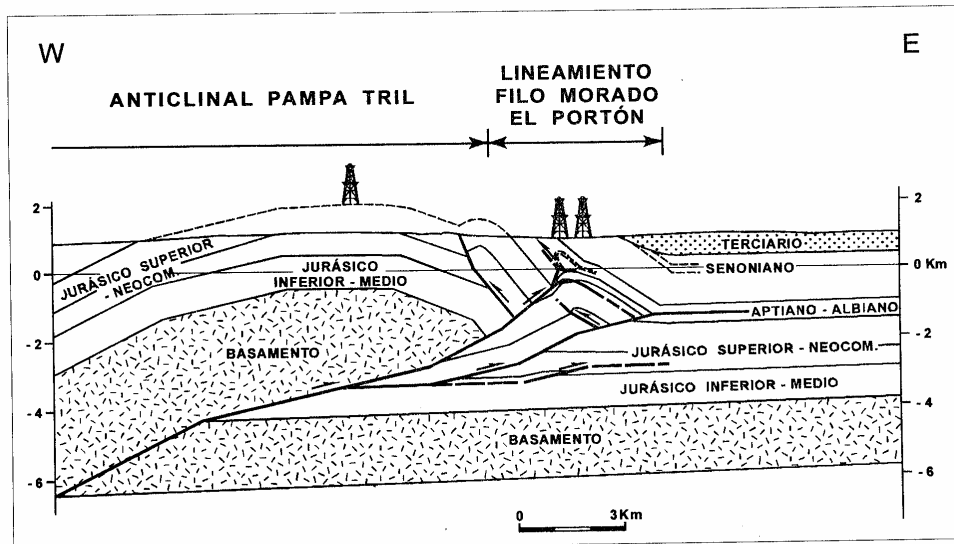


Figura 8. Corte geológico estructural para la zona de Filo Morado-El Portón. Modificado de Uliana et al. (1995).



rampa el basamento no vuelve a alinearse con la pendiente regional que tiene en el antepaís. Esta situación da fuerza a la idea de considerar a los corrimientos que levantan las estructuras de primer orden afectando al autóctono, por lo tanto las estructuras del Gr. Choiyoi no estarían despegadas en el Paleozoico subyacente como ha sido aceptado en ocasiones (Viñes, 1990).

Una separación entre sector interno y externo de la Faja Corrida fundamentada sobre la base del grado de erosión o características geométricas de las estructuras es difícil de establecer, especialmente en el sur de Mendoza. En este trabajo se considera como faja corrida interna a la porción que se habría levantado hasta los 25 m.a., caracterizándose por tener depósitos volcánicos anteriores a esta edad sobreyaciendo en discordancia al Mesozoico y estar constituida por los elementos morfoestructurales de la Dorsal de la Cordillera del Viento y la Fosa del Agrio (Braccini, 1970). La faja corrida externa en cambio tendría un levantamiento más joven de 25 m.a. y se caracteriza por tener depósitos de más de 25 m.a. deformados en paraconcordancia junto con el Grupo Malargüe. El Macizo del Tromen (Braccini, 1970) y la zona de los braquianticlinales (Groeber, 1946) son elementos morfoestructurales de este sector de la Faja Corrida.

**Evolución estructural.** De manera esquemática se puede plantear la existencia de tres etapas. Los límites temporales entre estas etapas son aproximados y tentativos y tratan de dividir la historia de la deformación orogénica de manera conceptual (Figs. 9 y 10).

**Etapa 1 (antes de 50 m.a.).** Finalizaría con la depositación de Gr. Malargüe. Si bien está considerado como el fin de la etapa de subsidencia termal, se ha sugerido para esta unidad el desarrollo de una antefosa incipiente (Legarreta & Uliana, 1991), existiendo evidencias sedimentarias en actuales posiciones internas de la faja corrida (Legarreta et al., 1989; Cruz et al., 1990) de que el levantamiento ya se habría iniciado durante la depositación de esta unidad. A la latitud de Chos Malal, el depocentro activo de la cuenca en ese momento coincide aproximadamente con el actual frente orogénico, mientras que a la latitud de Pehuenche se ubica al oeste de Pampa Palauco. Los hidrocarburos generados y migrados hasta este momento tendrían sus posibilidades de almacenamiento en trampas estratigráficas relacionadas a la pendiente regional.

**Etapa 2 (50 a 25 m.a.).** Definida por la formación del sector interno de la Faja Corrida. Elementos morfoestructurales que caracterizan esta etapa son la Dorsal de la Cordillera del Viento, Fosa del Agrio (Braccini, 1970) y Faja Plegada de Chos Malal (Kozłowski et al., 1996). La elección de esta edad se fija arbitrariamente como la que separa el levantamiento de los sectores interno y externo de la faja corrida. El levantamiento del sector interno está documentado por la existencia de intrusivos plegados en la Faja Plegada de Chos Malal y vulcanitas en discordancia al oeste de Cordillera del Viento (Kozłowski et al., 1996). Además el actual sector externo de la faja corrida presenta depósitos de edad más joven de 25 m.a. paraconcordantes con Gr. Malargüe y posteriormente plegados. La ubicación tentativa para el frente orogénico en este estadio correría aproximadamente por el flanco occidental de las estructuras de Las Yeseras, Puntilla del Huincán, Sierra Azul, Bardas Blancas. En el antepaís de este frente en la Provincia de Mendoza, pudo haber existido actividad tectónica vinculada a fallas de basamento y generación de cuencas intermontanas en lo que Kozłowski (1991) llamó Plataforma del Río Grande. En esta etapa ya se habría producido entrapamiento estructural de hidrocarburos en el sector interno de la faja corrida. La erosión que acompaña este levantamiento compromete de manera creciente la preservación de estos hidrocarburos. En el sector externo continúa el proceso de entrapamiento estratigráfico.

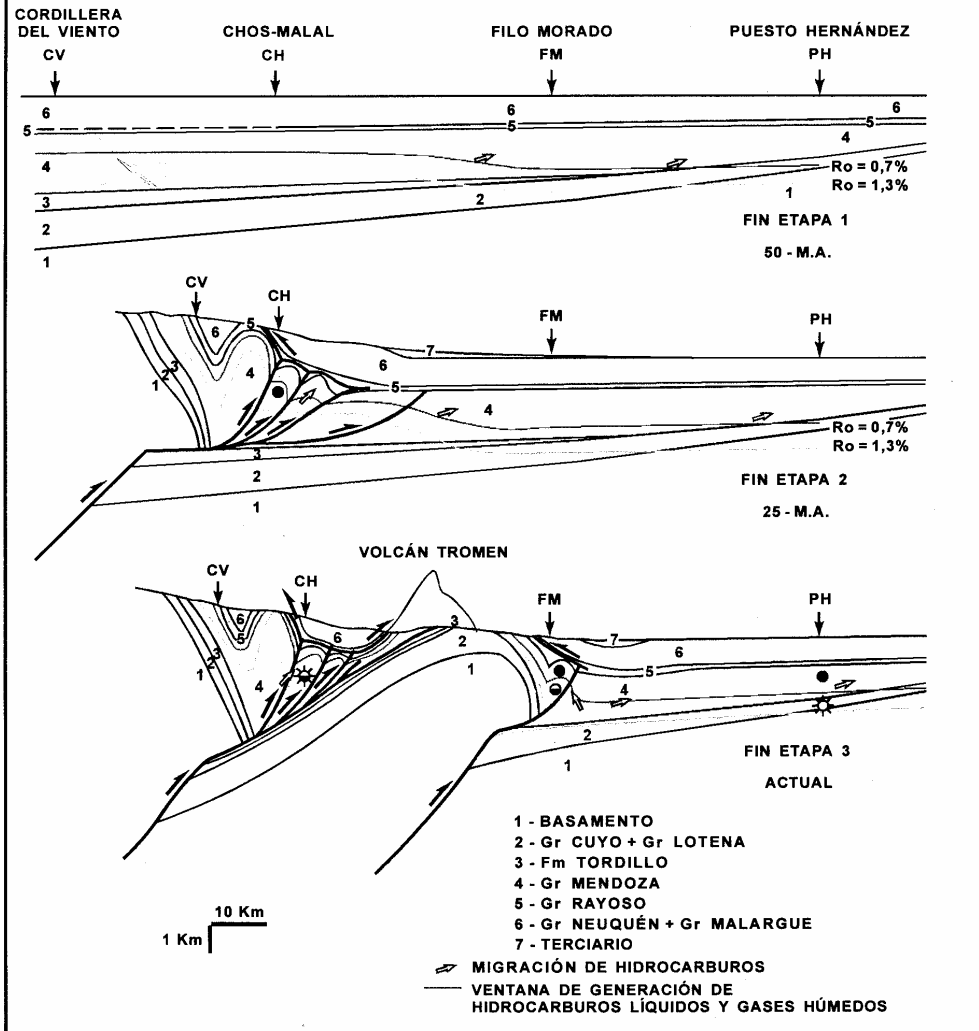
**Etapa 3 (25 m.a. - actualidad).** Define la formación del sector externo de la Faja Corrida. Es característica de esta etapa el levantamiento del Macizo del Tromen (Braccini, 1970) o Anticlinal de Las Yeseras-Pampa Tril y el Sinclinal de Huantraico asociado. Su frente orogénico en el NO de Neuquén puede ser clasificado como no emergente y desarrolla una zona triangular como la que describe Viñes (1990) para Filo Morado. En el sector interno de la Faja Corrida continúa la exhumación de las trampas. En el sector externo se desarrollan dentro de la zona triangular los yacimientos más importantes de la faja corrida.

## GEOLOGIA DEL PETROLEO

Los sistemas petroleros reconocidos en esta zona de la cuenca son varios y el desarrollo de cada uno está ligado a la distribución de las rocas madres y su madurez termal, a la calidad de los reservorios, la vinculación de ambas con la geometría de las estructuras compresivas y a la relación temporal de los eventos. En este caso la existencia de hidrocarburos está relacionada con el Grupo Mendoza (Cretácico Inferior). La Fm. Los Molles (Jurásico), sección generadora que le sigue en importancia tiene un espesor considerable en el sector de la Faja Corrida que se analiza y presenta muy buenas características de roca madre pero su madurez térmica la ubica marcadamente dentro de la ventana de generación de gas seco, habiendo generado hidrocarburos líquidos a comienzos del Cretácico Inferior (Cruz et al., 1996). Debido a que esto ocurrió con bastante anterioridad a la formación de las estructuras, el potencial de los sistemas petroleros del Jurásico en esta zona se ve muy reducido.

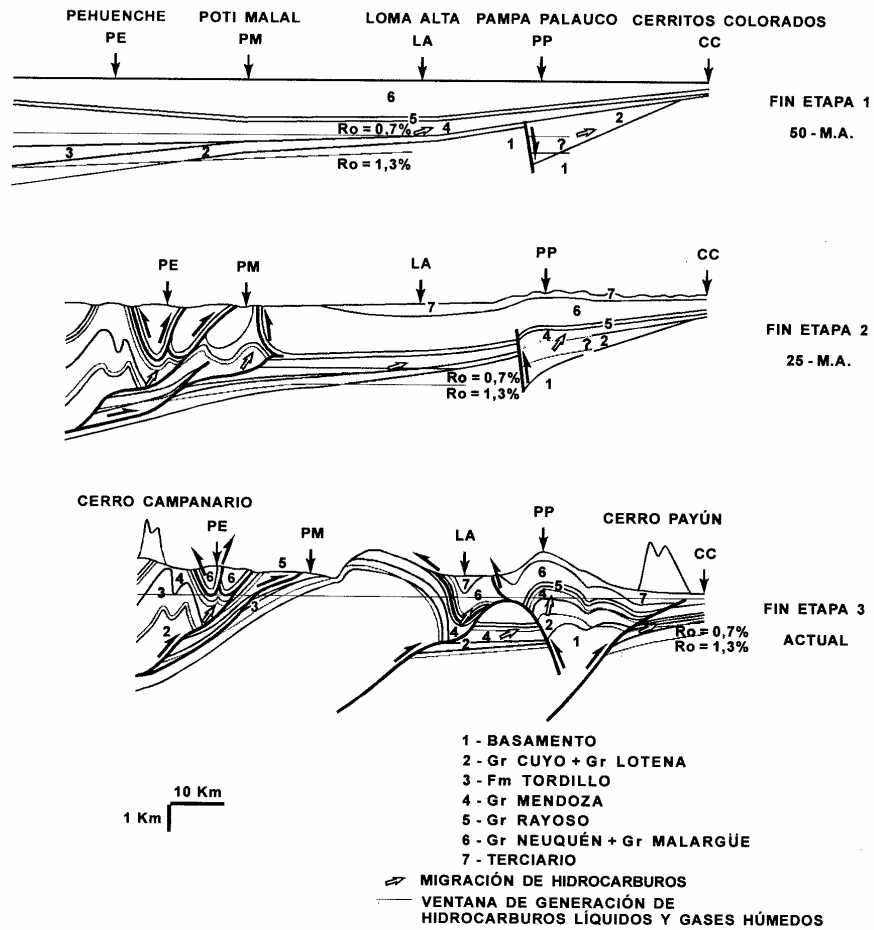
El Gr. Mendoza presenta entre Filo Morado y Chos Malal un espesor que varía entre 1.700 y 2.200 m, mientras que hacia el norte, en la Provincia de Mendoza, los espesores son menores a 1.200 m (Fig. 3). Esta disminución de espesor hacia el norte está relacionada con una menor subsidencia y las diferencias de

**CUENCA NEUQUINA**  
**SECCIÓN CORDILLERA DEL VIENTO - PUESTO HERNÁNDEZ**  
**EVOLUCIÓN ESTRUCTURAL Y GENERACIÓN DE HIDROCARBUROS**



**Figura 9.** Evolución estructural y generación de hidrocarburos en la sección Cordillera del Viento-Puesto Hernández, Provincia del Neuquén. **Etapa 1:** Finaliza la subsidencia termal con la depositación del Gr. Malargüe. Valores elevados de madurez en el sector oeste atribuidos a una anomalía térmica. Los hidrocarburos generados inician la migración a trampas estratigráficas en dirección al borde oriental de la Cuenca. **Etapa 2:** Levantamiento de la Cordillera del Viento y de la Faja Corrida asociada. Los hidrocarburos inician la migración a trampas estructurales actualmente ubicadas en sectores internos de la Faja Corrida. **Etapa 3:** Levantamiento de Macizo del Tromen y localización del frente de la faja corrida en Filo Morado. Extendida erosión de la Faja Corrida y actividad volcánica. Los hidrocarburos se preservan en estructuras bajo los sinclinales de Gr. Neuquén y migran a estructuras del frente de la Faja Corrida.

**CUENCA NEUQUINA  
SECCIÓN PEHUENCHE - CERRITOS COLORADOS  
EVOLUCIÓN ESTRUCTURAL Y GENERACIÓN DE HIDROCARBUROS**



**Figura 10.** Evolución estructural y generación de hidrocarburos en la sección Pehuenche-Cerritos Colorados, Provincia de Mendoza. Etapa 1: Finaliza la subsidencia termal con la depositación del Gr Malargüe. Los hidrocarburos generados inician migración hacia trampas estratigráficas en dirección al borde de la Cuenca. Etapa 2: El frente de la Faja Corrida se ubica en la zona de Potimalal. Levantamiento inicial de estructuras de basamento en el antepaís. Vulcanismo y sedimentación sinorogénica en el antepaís y en cuencas intermontanas. Hidrocarburos migran a trampas estructurales. Etapa 3: El sector externo de la Faja Corrida se caracteriza por deformación del basamento e intenso vulcanismo. Los hidrocarburos migran a las estructuras del sector externo de la Faja Corrida y a los reservorios filonianos.

soterramiento originan grados menores de madurez de la materia orgánica en esa dirección. Esta diferencia se hace más notable para la Fm. Vaca Muerta. Sobre las características sedimentológicas y estratigráficas del Gr. Mendoza existe abundante bibliografía (Legarreta & Gulisano, 1989; Legarreta & Uliana, 1991; Legarreta et al., 1993) como así también sobre sus características geoquímicas (Uliana & Legarreta, 1993; Urien & Zambrano, 1994 y, para el sector de Chos Malal, Cruz et al., 1996).

**Fm. Vaca Muerta.** Su depositación se inicia durante el Titoniano y es la roca madre por excelencia de la Cuenca Neuquina. En Chos Malal tiene un potencial generador muy importante y está constituida por kerógeno tipo II, amorfo, de origen marino-algal con escaso y variable aporte terrígeno y alto índice de productividad (Fig. 11), pero una madurez térmica que indica ventana de generación de gas seco, habiéndose generado los hidrocarburos líquidos o gases ricos a fines del Cretácico. El posible reservorio al cual migraría aquel gas seco es la Fm. Tordillo, constituido por areniscas arcillosas de escasa porosidad de ambiente fluvial efímero. La sección superior de la Fm. Vaca Muerta se encuentra en la actualidad en ventana de generación tardía de petróleo.

En la zona del Pehuenche las excelentes condiciones de generación de la Fm. Vaca Muerta se mantienen (Fig. 12) y su madurez térmica es menor, que de acuerdo con todos los indicadores termales se encuentra en ventana de petróleo la parte superior y de gases ricos la inferior. Esta madurez térmica menor comparativa con relación al sector de Chos Malal, se debe no sólo a un menor espesor de Gr. Mendoza en Pehuenche ( Figs. 3 y 13) sino a la existencia en aquella zona de una anomalía térmica acaecida posiblemente durante el Cretácico Superior-Terciario Inferior (Cruz et al., 1996).

**Fm. Mulichinco.** Tradicionalmente considerado como reservorio de los sistemas petroleros del Gr. Mendoza, tiene un espesor en la zona de estudio que varía de 350 m en el sector de Pampa Tril a poco más de 450 m en el sector de Chos Malal, posiblemente el mayor espesor que se haya depositado de esta unidad. Es reservorio, tanto en yacimientos reconocidos de la faja corrida (Filo Morado) como en el área de Chos Malal donde ha aportado gas y condensado de comprobada generación en la Sección Inferior del Mb. Inferior de la Fm. Agrio, con posible participación de la parte superior de la Fm. Vaca Muerta (Cruz et al., 1996). En Chos Malal se admite que parte del aporte podría haberse originado en niveles arcillosos intermedios de muy buena capacidad generadora (Fig. 11) y ubicados en la ventana de generación tardía de petróleo. Su espesor disminuye considerablemente hacia la Provincia de Mendoza, donde está representada en posiciones internas de la faja corrida por calcarenitas arcillosas, margas y calizas arcillosas fosilíferas (Fig. 13) de la Fm. Chachao (Legarreta & Kozlowski, 1981), con propiedades petrofísicas pobres para almacenar hidrocarburos.

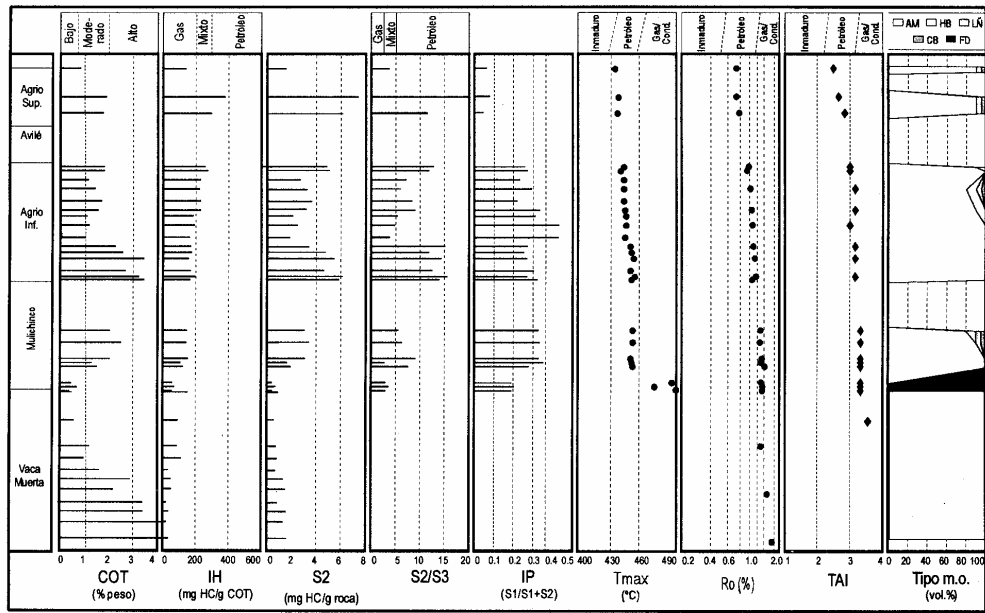
**Fm. Agrio.** Sus tres miembros tienen comportamiento petrolero distintivo en esta zona. El Mb. Inferior tiene un excelente potencial generador (Figs. 11 y 12) y presenta dos facies orgánicas diferentes, cuyas características se mantienen regionalmente. La Sección Inferior del Mb. Inferior tiene gran similitud orgánica con la Fm. Vaca Muerta y su madurez térmica la ubica en el norte neuquino dentro de la generación tardía de petróleo, mientras que hacia el sur de Mendoza se ubica dentro de la ventana de generación de petróleo. La Sección Superior del Mb. Inferior se distingue no sólo orgánicamente por una mayor presencia de kerógeno terrestre y diferencias en los índices de hidrógeno y oxígeno sino porque su madurez térmica indica que se encuentra en ventana de generación de petróleo en toda la faja corrida y es responsable del petróleo alojado en el Mb. Avilé (Cruz et al., 1996).

El Mb. Avilé representa una brusca interrupción en la sedimentación de baja energía del Mb. Inferior y depositándose facies continentales que llegan a tener 200 m de espesor en la zona de Chos Malal y buenas características de reservorio en el norte de Neuquén (Yacimiento Filo Morado; Zumel et al., 1989). Hacia la Provincia de Mendoza cambia a facies continentales distales, constituidas por limoarcillitas verdosas de *playa-lake* con intercalaciones de muy delgados bancos lenticulares de areniscas muy finas arcillosas (Fig. 13) que representan avenidas esporádicas, perdiendo toda capacidad de reservorio.

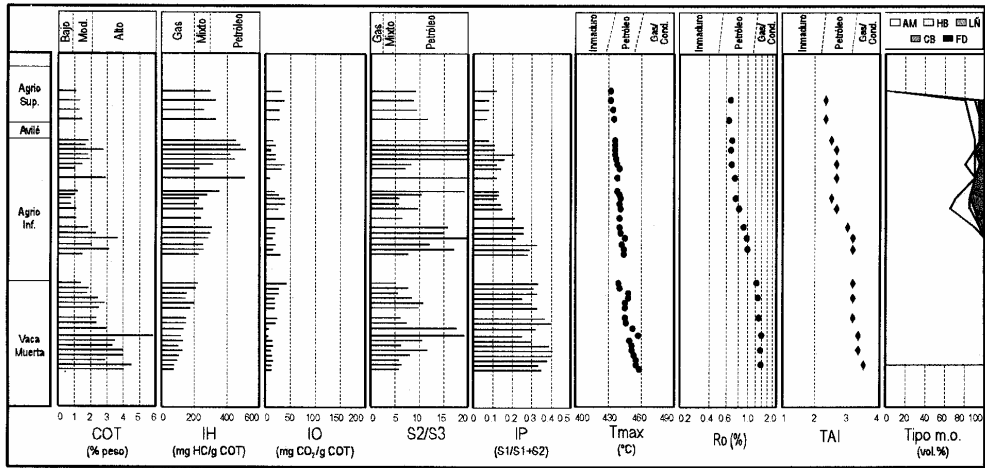
El Mb. Superior tiene moderada a buena capacidad generadora y su kerógeno presenta mayor participación terrígena, pudiendo haber contribuido en parte a generar el petróleo que produce el Mb. Avilé. En la zona de estudio se encuentra en el comienzo de la ventana de generación de petróleo, siendo su madurez térmica menor en el sur de Mendoza, levemente inmaduro a generación temprana de petróleo. Esta situación ayudaría a confirmar la hipótesis de una anomalía térmica en la zona de Chos Malal (Cruz et al., 1996), ya que ante flujos térmicos e historias de soterramientos similares para el Mb. Superior, la madurez térmica en Pehuenche es menor.

**Mb. Troncoso Inferior.** Forma parte de la Fm. Huitrín y está vinculada a los sistemas petroleros del Gr. Mendoza. Es un excelente reservorio en los yacimientos Filo Morado (Zumel et al., 1989), El Portón y Chihuido de la Salina. Esta entidad está integrada por depósitos fluviales y eólicos que representan una caída del nivel de base luego de una sedimentación marina. En el sector de Chos Malal, donde conserva las mismas características sedimentológicas no ha probado la existencia de hidrocarburos, posiblemente debido a ineficiencia en la trampa. Hacia el norte, en la porción mendocina de la faja corrida, la facies de este miembro desmejora notablemente, teniendo un comportamiento similar al del Mb. Avilé.

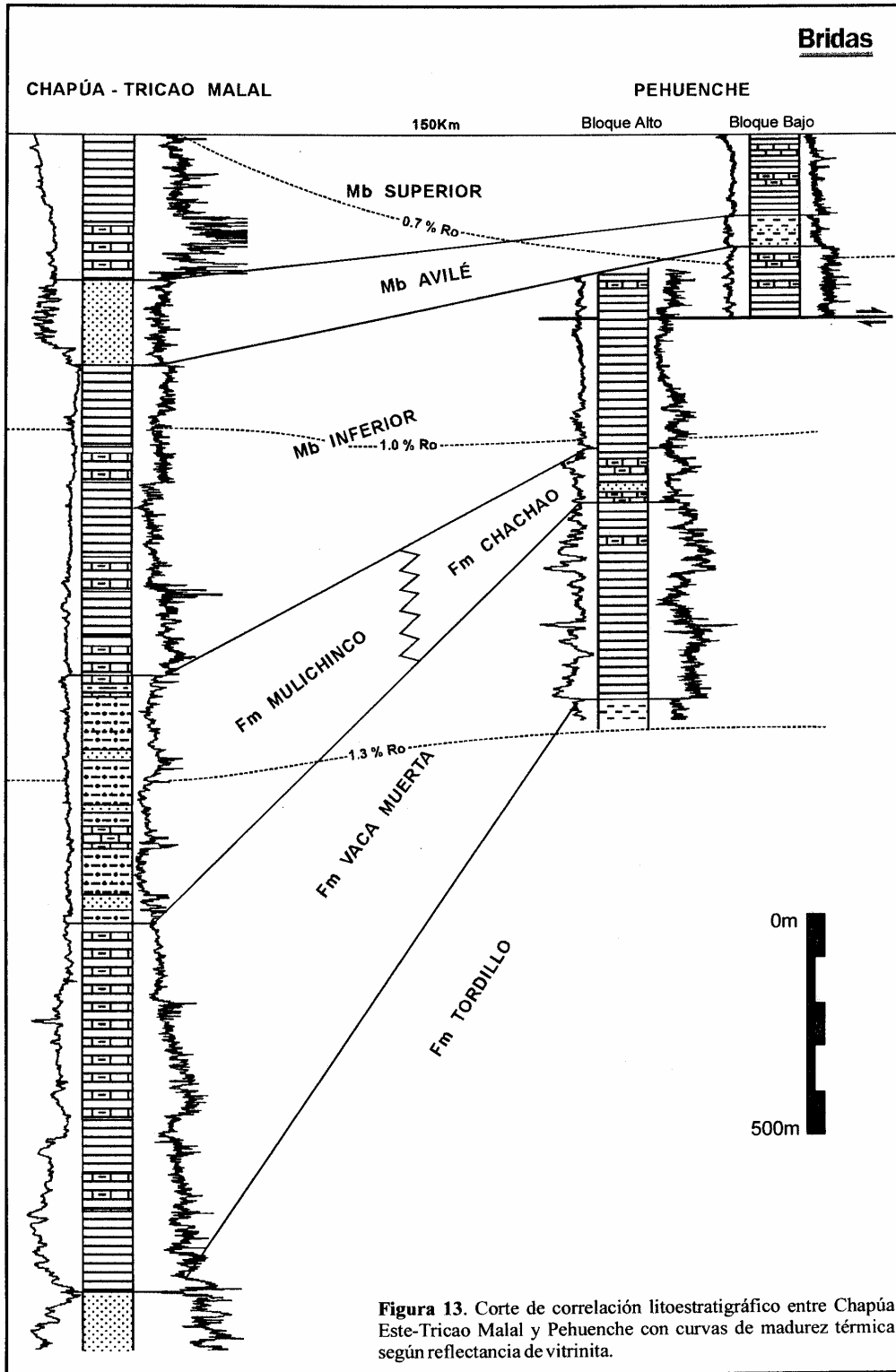
**Otros reservorios.** Si bien se observa un desmejoramiento general de los reservorios vinculados al Gr.



**Figura 11.** Perfiles geoquímicos integrados de los pozos Chapúa Este x-1 y Tricao Malal x-1. COT: Carbono orgánico total; IH, S2, S2/S3, IP y Tmax: parámetros Rock-Eval típicos; Ro: reflectancia de la vitrinita; TAI: índice de alteración térmica; m.o.: materia orgánica; AM: amorfa; HB: herbácea; LN: leñosa; CB: carbonosa; FD: finamente dividida. Modificado de Cruz et al. (1996).



**Figura 12.** Perfiles geoquímicos del pozo Pehuenche x-1. Referencia ver figura 11. IO: índice de oxígeno.



Mendoza en el sector mendocino de la faja corrida, la presencia de intrusivos andesíticos y basálticos de edad terciaria, hospedados entre los niveles generadores del Gr. Mendoza son generalmente reservorios de buena calidad (García et al., 1982; Schiuma, 1988). Estas intrusiones se produjeron durante el Terciario, siendo numerosos los yacimientos de la faja corrida productivos de niveles de estas características, tales como Los Cavaos, Río Grande, Malal del Medio, Vega Grande y Puntilla de Huincán. .

## ETAPAS EXPLORATORIAS

Desde las primeras décadas de este siglo es conocida la existencia de manifestaciones superficiales de hidrocarburos en la Faja Corrida de la Cuenca Neuquina (Groeber, 1923; Benítez, 1993). La perforación de pozos de exploración de hidrocarburos se inició en la década del 30 en la Provincia de Mendoza, con la perforación de los pozos Malargüe 1, Ranquil-Có 1, Ranchitos 1 y Pampa Amarilla 1, 2 y 3. En la Provincia de Neuquén los primeros pozos perforados en la Faja Corrida fueron Pampa Tril 1 (1946) y Río Agrio 1 (1951). Todos estos pozos perforaron amplios braquianticlinales con importante expresión superficial, siendo su objetivo principal niveles de edad jurásica, en general pre-málmicos. El primer descubrimiento siguiendo este criterio se produjo en 1941 en el Pampa Palauco 1. Durante las tres décadas siguientes se perforaron algunos pozos más en general con resultado negativo, hasta que en 1974 se produce el descubrimiento del Yacimiento Puesto Rojas, a partir del cual se activa la exploración en la faja plegada.

En la Provincia de Mendoza con Puesto Rojas se produjo un cambio importante en el concepto exploratorio, comenzando a prospectarse términos del Grupo Mendoza en estructuras complejas desacopladas del basamento. Durante esta época se descubrieron Cerro Mollar, Los Cavaos-Malal del Medio y Cerro Divisadero. A partir del descubrimiento de Cerro Fortunoso (1984) se desarrolló el concepto exploratorio de sedimentos de origen continental del Cretácico Superior en estructuras de la Faja Corrida, siendo el yacimiento Loma Alta Sur (1989) una consecuencia de esta etapa. Todos estos hallazgos se caracterizan por tener una cubierta de depósitos Cretácico Superior-Terciario que aseguran la preservación del Grupo o Rayoso como sello.

En la Provincia del Neuquén la mayor parte de la Faja Corrida está expuesta en niveles del Gr. Mendoza, por lo tanto los pozos que se perforaron tradicionalmente buscaron objetivos jurásicos en pliegues tipo Chorriaca (Herrero Ducloux, 1946) actuando de sello pelitas de Gr. Mendoza. A pesar de existir manifestaciones de gas en algunos, en todos los casos fueron abandonados por distintas causas, como falta de reservorio o acuíferos. El primer descubrimiento corresponde a Filo Morado (1984), que a diferencia de los anteriores fue ubicado en una estructura sin expresión superficial, en el extremo oriental de la Faja Corrida. A partir de este descubrimiento comenzó a desarrollarse el modelo exploratorio de términos del Cretácico Inferior formando sistemas de rampa-pliegue dentro de una zona triangular (Viñes, 1990) de techo pasivo, con el cual fueron descubiertos El Portón (1989) (Fig. 8) y Chihuido de la Salina (1991).

El primer descubrimiento en posiciones internas de la faja corrida de la Provincia del Neuquén ocurre con el pozo Chapúa Este.x-1 (1995). Este proyecto tiene analogías con Filo Morado, con objetivo en los sistemas petroleros del Cretácico Inferior (Fig. 4) en trampas estructurales anticlinales tipo “Codo del Chapúa” (Fig. 7) que subyacen en disarmonía a las evaporitas del Gr. Rayoso. A diferencia de Filo Morado, los sinclinales en Gr. Neuquén del techo pasivo tienen extensión limitada y espesor reducido debido a la erosión sufrida durante el Terciario. El principal riesgo en estos proyectos está constituido por la eficiencia del sello.

## CONCLUSIONES

1. Los sistemas petroleros más favorables para el hallazgo de hidrocarburos en la Faja Corrida de la Cuenca Neuquina corresponden a: Agrio Inferior-Troncoso, Agrio Inferior Sec. Superior-Avilé y Agrio Inferior Sec. Inferior-Mulichinco.
2. Las mejores probabilidades de entrapamiento para los reservorios Troncoso, Avilé y Mulichinco se encuentran limitadas a los anticlinales tipo “Codo del Chapúa”, en los que se preserva el techo pasivo representado por sinclinales de Grupo Neuquén.
3. Los pliegues tipo “Chorriaca” constituyen prospectos de alto riesgo donde el objetivo se encuentra en la ventana de generación de gas seco y el potencial de preservación es bajo, debido al largo período de exhumación que ha sufrido la estructura.
4. En el noroeste de Neuquén el potencial de preservación de los hidrocarburos líquidos del sistema petrolero Vaca Muerta-Tordillo sería bajo, ya que la generación comienza a generarse antes de la formación de las estructuras.
5. La principal limitación que tiene la exploración en la Faja Corrida es la profundidad de la erosión que sufriera

después de su levantamiento, exhumando los reservorios y eliminando los sellos, reduciendo de este modo el área útil de exploración a los sinclinales de Grupo Neuquén.

**Agradecimientos.** A D. Vaamonde y D. Stark por las sugerencias realizadas, a N. Serrano y F. Robles por la realización de los gráficos y a las autoridades de Bidas SAPIC, especialmente E. Pezzi, por la autorización y el apoyo para la publicación de este trabajo.

#### LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Benítez, J.C., 1993. Cuenca Neuquina-Sur Mendocina. En: V. Ramos (Ed.) Geología y Recursos Naturales de Mendoza. XII Cong.Geol.Arg. y II Cong.Expl.Hidro., Relatorio III (2):377-385.
- Braccacini, I.O., 1970. Rasgos tectónicos de las acumulaciones mesozoicas en las provincias de Mendoza y Neuquén, República Argentina. Asoc.Geol.Arg., Revista XXV(2):275-282.
- Cruz, C., P. Condat, E. Kozłowski & R. Mancada, 1990. El Grupo Malargüe del Río Barrancas. Noroeste de Neuquén, Argentina. XI Cong.Geol.Arg., Actas II:69-72.
- Cruz, C.E., H.J. Villar & N. Muñoz G., 1996. Los sistemas petroleros del Grupo Mendoza en la Fosa de Chos Malal. Cuenca Neuquina, Argentina. XIII Cong.Geol.Arg. y III Cong.Arg.Expl.Hidro. Actas I:45-60. Bs.As.
- García, C., H. Brocca, R. Martínez, S. Arturi, R. Ferrante & L. Rébora, 1982. Importancia de las rocas ígneas intrusivas como reservorios de hidrocarburos en la cuenca Neuquina-Sur Mendocina. I Cong.Nac.Hidro. Vol. Exploración. Instituto Argentino del Petróleo, Págs. 97-114. Buenos Aires.
- Groeber, P., 1923. Origen del petróleo de Barrancas. Deducciones que sugiere su estudio. Min.Agric.Nac., Dir.Gral.Min.Geol. e Hidrol., Buenos Aires, Bol. 6, Serie F.
- Groeber, P., 1929. Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes. Dir.Gral.Min.Geol.Hidr.Publicación N° 58.
- Groeber, P., 1946. Observaciones geológicas a lo largo del Meridiano 70°. Hoja Chos Malal. Asoc.Geol.Arg. Serie C Reimpresiones N° 1. Buenos Aires, 1980.
- Herrero Ducloux, A., 1946. Contribución al conocimiento de la geología del Neuquén Extrandino. Bol.Inf.Petr. Año 13 (226):245-261.
- Kozłowski, E., 1991. Structural geology of the NW Neuquina Basin, Argentina. IV Simposio Bolivariano "Exploración petrolera en las Cuencas Subandinas". Trabajo 0, Tomo I:1-10.
- Kozłowski, E., C.E. Cruz & C. Sylwan, 1996. Geología estructural de la zona de Chos Malal. Cuenca Neuquina, Argentina. XIII Cong.Geol.Arg. y III Cong.Arg.Expl.Hidro. Actas I:15-26. Buenos Aires.
- Legarreta, L. & E. Kozłowski, 1981. Estratigrafía y sedimentología de la Formación Chachao. Provincia de Mendoza. VIII Congreso Geológico Argentino Actas II:521-543.
- Legarreta, L. & C. Gulisano, 1989. Análisis estratigráfico secuencial de la Cuenca Neuquina (Triásico Superior-Terciario Inferior). En: Chebli & Spalletti (Eds.) Cuencas Sedimentarias Argentinas. Simposio X Cong.Geol.Arg.:221-243.
- Legarreta, L., D. Kokogian & D. Boggetti, 1989. Depositional sequences of the Malargüe Group (Upper Cretaceous-Lower Tertiary), Neuquén Basin, Argentina. Cretaceous Research 10:337-356. London.
- Legarreta, L. & M. Uliana, 1991. Jurassic-Cretaceous marine oscillations and geometry of back-arc basin fill, central Argentine Andes. En: D.I.M. Macdonald (Ed.) Sedimentation, Tectonics and Eustasy. Sea level changes at active margins. Special Publications Inter.Ass.Sediment. 12:429-450.
- Legarreta, L., C. Gulisano & M. Uliana, 1993. Las secuencias sedimentarias jurásico-cretácicas. En V. Ramos (Ed.) Geología y Recursos Naturales de Mendoza. XII Cong.Geol.Arg. y II Cong.Expl.Hidro. Relatorio I(9):87-114.
- McClay, K., 1997. Tectonic regimes and fault systems: structural geology for petroleum exploration. Sipetrol-University of London Short Course. Santiago, Chile.
- Ramos, V.A., 1978. Estructura. En Geología y Recursos Naturales del Neuquén. Relatorio VII Congreso Geológico Argentino:99-118.
- Schiama, M.F., 1988. Reservorios de hidrocarburos en rocas ígneas fracturadas. Bol.Infor.Petrol. 3° Epoca, Año V, N° 14:35-45. Buenos Aires.
- Uliana, M. & L. Legarreta, 1993. Hydrocarbons habitat in a Triassic-to-Cretaceous Sub-Andean setting: Neuquén Basin, Argentina. Journal of Petroleum Geology, Vol.16(4):397-420.
- Uliana, M., M. Arteaga, L. Legarreta, J. Cerdán & G. Peroni, 1995. Inversion structures and Hydrocarbons occurrence in Argentina. En: J.G. Buchanan & B.G. Buchanan (Eds.), Basin Inversion. Geol.Soc. Special Publication N° 88:211-233.
- Urien, C.M. & J.J. Zambrano, 1994. Petroleum systems in the Neuquén Basin, Argentina. En: Magoon & Dow (Eds.) The petroleum system—from source to trap. A.A.P.G. Memoir 60:513-534. Tulsa.



- Villar H.J., C. Barcat, C. Talukdar & W. Dow, 1993. Facies generadora de hidrocarburos, correlación petróleo-roca madre y sistema petrolero en el área sudoriental del Engolfamiento Neuquino. XII Cong.Geol.Arg. y II Cong.Expl.Hidro. Actas 1:382-394.
- Viñes, R.F., 1990. Productive duplex imbrication at the Neuquina Basin Thrust Belt Front. En Letouzey, J. (Ed.), Petroleum and Tectonics in Mobile Belts. Pags. 69-79. Editions Technip, Paris.
- Yrigoyen, M.R., 1979. Cordillera Principal. En J.C.M. Turner (Ed.) II Simposio de Geología Regional Argentina, Córdoba. Acad.Nac.Cs., V.1:651-694.
- Zöllner, W. & A. Amos, 1973. Descripción de la Hoja Geológica 32b, Chos Malal. Provincia del Neuquén. Serv.Nac.Min.Geol. Boletín 143.
- Zumel, J., N. Ríos & J. Iglesias, 1989. Filo Morado. Un yacimiento de alta productividad. Bol.Inf.Petrol. 3º Epoca, Año VI, 20:63-75. Buenos Aires.