

Hacia potenciales reservorios

Por Ricardo D. Veiga y Gustavo D. Vergani (*)
YPF S.A., División Exploración

A partir del análisis de ciclos de sedimentación se infiere una distribución regional de potenciales reservorios.

El trabajo *Depósitos de nivel bajo: nuevo enfoque sedimentológico y estratigráfico del Miembro Avilé en el norte del Neuquén, Argentina* que se transcribe a continuación está orientado, precisamente, en esta línea de estudio.

(*) Actualmente en la Compañía Naviera Pérez Companc, en Neuquén.

La cuenca neuquina ubicada en la porción occidental de la Rep. Argentina representó una extensa cuenca de tras-arco desarrollada, durante gran parte de su historia, entre un arco magmático situado al Oeste y el antepaís constituido por el Macizo Nordpatagónico y el Sistema de la Sierra Pintada al Sur y al Este respectivamente (Legarreta y Gulisano, 1988).

El relleno sedimentario de la cuenca comprende depósitos continentales y marinos que van desde el Triásico superior al Terciario inferior.

Durante el Hauteriviano inferior (Cretácico temprano) se desarrolló un importante mar epífrico que dio origen a los depósitos

de la Formación Agrio (Miembro Inferior). En el Hauteriviano inferior tardío se produjeron dos cortas e importantes somerizaciones (Legarreta y Uliana, 1991) que dieron origen a un abrupto cambio de facies. Bajo este marco se desarrolló un depósito continental y marino somero denominado Miembro Avilé (Ryder, 1991) el cual suprayace por erosión sobre las pelitas de la F. Agrio. Finalmente la depositación del Miembro Avilé culminó con una importante transgresión producto de una rápida inundación a los 116 Ma (Legarreta y Uliana, op. cit.) que dio origen a las pelitas y carbonatos del Miembro Superior de la F. Agrio.

El nuevo enfoque presentado en este trabajo hace referencia al desarrollo de un sistema de valles incididos producto de una importante caída relativa del nivel de base, el cual erosiona los depósitos de plataforma externa pertenecientes a la F. Agrio (Miembro Inferior), generando de esta manera dos importantes canalizaciones en sentido ESE-ONO y un prelieve que posibilitó la preservación y el confinamiento de facies fluviales y eólicas en el sector oriental de la zona estudiada. Dichos depósitos pasan transicionalmente hacia el interior de cuenca a depósitos lobulados expandidos en las proximidades de Pampa Tril y a facies marino-marginales en las proximidades del Río Colorado. El estudio sedimentológico y estratigráfico de detalle en estas sedimentitas permitió definir una discontinuidad estratigráfica interna, la cual separa dos ciclos: inferior y superior. El primero, compuesto principalmente por sedimentos marinos marginales, mientras que el segundo se compone de facies fluviales y eólicas, lo cual permite inferir que las variaciones faciales dentro de esta entidad responden parcialmente a procesos aloéclicos.

METODOLOGIA EMPLEADA

Para la ejecución de este trabajo se levantaron ocho (8) perfiles estratigráficos de detalle en los sectores aflorados de Pampa Tril y Filo Morado. Parte de esta información fue obtenida por los autores, en tanto otra fue tomada de trabajos anteriores realizados por YPF S.A.

Las secciones fueron levantadas con báculo de Jacob (1.50 m) y graficadas a escala 1:200. En el análisis de las mismas se hizo hincapié en las propiedades físicas de las rocas (composición, estructuras sedimentarias y geometrías), la naturaleza de los contactos, las relaciones entre los cuerpos y la jerarquización de las superficies limitantes. A partir de los datos obtenidos, se distinguieron distintas litofacies que permiten caracterizar un ambiente deposicional o al menos una porción del mismo.

Una vez reconocidas las distintas asociaciones litofaciales, se extrapoló esta información al ámbito de subsuelo. Para ello se contó con alrededor de medio centenar de sondeos exploratorios realizados en la zona. Asimismo y a fin de perfeccionar el modelo sedimentario y estratigráfico, se dispuso de información sísmica 2-D y 3-D realizada por YPF S.A. en sectores aledaños.

SEDIMENTOLOGIA

Se esbozan los aspectos sedimentológicos más importantes que permitan extrapolar las observaciones realizadas en afloramientos al ámbito de subsuelo, describiendo las litofacies más importantes que integran esta entidad y los procesos que controlan su acumulación, y postulando un modelo depositacional basado en el arreglo vertical y lateral de las mismas. Estudios sedimentológicos de mayor detalle se pueden consultar en Rossi *et al.* (1990) y Comeron *et al.* (1992).

Litofacies: descripción e interpretación

En rasgos generales es posible diferenciar 5 litofacies principales:

Litofacies 1: Areniscas entrecruzadas planares y laminadas con intercalaciones de pelitas negras.

Litofacies 2: Areniscas entrecruzadas con intercalaciones pelíticas.

Litofacies 3: Areniscas laminadas con intercalaciones pelíticas.

Litofacies 4: Limoareniscas gris verdosas y pelitas gris oscuras con intercalaciones de vaques castaño rojizos.

Litofacies 5: Pelitas con intercalaciones de vaques y evaporitas.

Litofacies 1: Areniscas entrecruzadas planares y laminadas con intercalaciones de pelitas negras

Descripción: Se compone de areniscas gris blanquecinas, gris verdosas y castaño claras, finas a medianas, cuarzolíticas, subredondeadas, de buena selección, con matriz arcilosa calcárea y de buena porosidad.

Se caracterizan por una estratificación entrecruzada planar y en cuña de gran escala y alto ángulo (aproximadamente 25°) suavemente tangencial a la base. En la base de estos sets entrecruzados se observan láminas con contactos netos, acuminadas pendiente abajo y con granulometría levemente más gruesa. Estudios de paleocorrientes realizados por Rossi *et al.* (*op. cit.*) dan valores variables entre 340° y 360°. Lateralmente estas arenas presentan una laminación subparalela irregular y laminación ondulítica. Cabe señalar que para facies similares, Gulisano y Gutiérrez Pleimling (1988) observaron laminación ondulítica traslatante subcrítica y crítica/supercrítica. Intercalan pelitas negras, finamente laminadas, con delgados niveles limosos conformando un *lenticular bedding*, las cuales hacia el tope presentan grietas de desecación rellenas de material arenoso (fig.2).

Los sets entrecruzados presentan una clara geometría cuneiforme, los cuales se amalgaman para formar cosets de mayor continuidad lateral y espesor (hasta 3 m). Las areniscas laminadas y las pelitas negras muestran una geometría lenticular/irregular y su espesor promedio es de 0.4m.

Interpretación: Los sets arenosos cuneiformes con entrecruzamiento de alto ángulo y de gran escala, asociados con láminas acuminadas pendiente abajo interpretadas como *sand flow* (Alhbrandt & Fryberger, 1982 y Collinson, 1984) permiten asociar a estos depósitos con caras de avalanchas de dunas.

Las arenas con laminación paralela, ondulosa y ondulítica asociadas con los paquetes entrecruzados, podrían relacionarse con depósitos de interduna seca (Fryberger, 1979 y Kocurek, 1981).

Por último, los niveles pelíticos finamente laminados con *lenticular bedding* y grietas de desecación al tope, estarían indicando condiciones de depositación en un cuerpo de agua calmo, somero y de naturaleza efímera. Este tipo de procesos se relaciona con un ambiente de interduna húmeda (Kocurek, *op. cit.* y Collinson *op. cit.*), la cual sufrió procesos de exposición del sustrato por desecación.

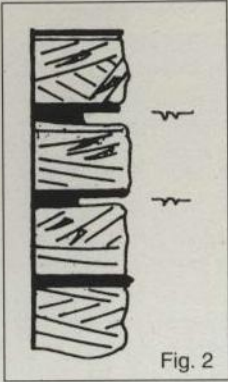


Fig. 2

Litofacies 2: Areniscas entrecruzadas con intercalaciones pelíticas

Descripción:

Se compone de areniscas gris amarillentas y gris claras, medianas, lítico-cuarzosas, subangulosas y de moderada a pobre selección.

Internamente muestran estratificación entrecruzada en artesa de mediana escala, con intraclastos pelíticos, entrecruzamiento planar tangencial a la base de mediana a gran escala y laminación ondulítica al tope. Las pelitas son de color gris oscuro a negro, finamente laminadas y en algunos casos con grietas de desecación al tope (fig. 3).

Es posible diferenciar dos tipos de geometrías, las areniscas con entrecruzamiento en artesa se presentan en paquetes lenticulares con bases erosivas y amalgamación de distintos sets, muestran un arreglo levemente granodecreciente con base y techo netos o bien este último transicional con laminación ondulítica al tope. Las areniscas con entrecruzamiento planar y las pelitas presentan mayor tabularidad, aunque muchas veces esa continuidad lateral se ve desdibujada por erosión, generalmente presentan base y techo netos. Rossi *et al.* (*op. cit.*) mencionan direcciones de paleocorrientes que varían entre 318°-60° para facies similares.

Interpretación: Las características de los cuerpos arenosos indican la acción de corrientes tractivas unidireccionales con importante carga de lecho. La geometría lenticular, base erosiva e intraclastos pelíticos denotan cierta canalización de la corriente con posibles interrupciones en el proceso de sedimentación, siendo éstas derivados de eventos erosivos que en muchos casos posibilitan la amalgamación de distintos paquetes arenosos. Estos depósitos corresponderían a facies de relleno de sistemas canalizados por donde circulaban megaóndulas de crestas sinuosas. Dichos cauces funcionaron como eficaces vías de transporte de sedimentos, pero la baja estabilidad de los mismos, sumada al abandono progresivo, explica la tendencia granodecreciente de estos depósitos. Las areniscas con entrecruzamiento planar se interpretan como el resultado de la migración de sistemas de barras

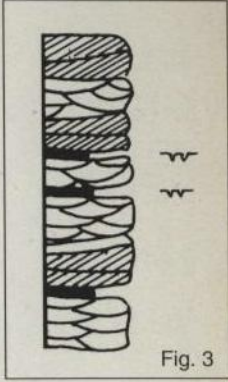


Fig. 3

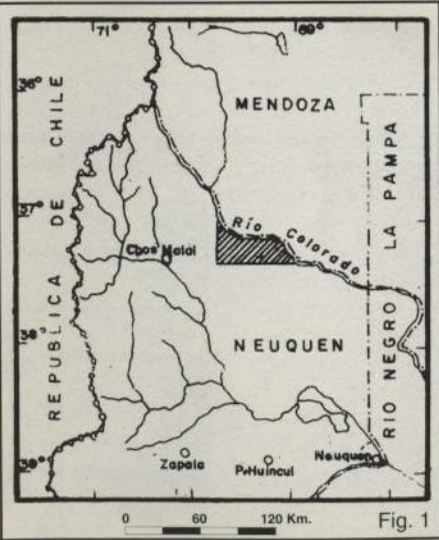


Fig. 1



Fig. 4

de crestas rectas a levemente sinuosas, transversales a la dirección de flujo (Miall, 1977, 1988 y 1992; Cant, 1982 y Kirk, 1983). La presencia de ondulitas y de areniscas con estratificación entrecruzada en artesa al tope de estas barras posiblemente se relacione con períodos de merma en la competencia de las corrientes, las cuales sólo modifican levemente las macroformas depositadas. Finalmente, los niveles pelíticos laminados son interpretados como depositados en un medio subacuado de baja energía relacionado a cuerpos de agua someros y efímeros vinculados con una planicie de inundación.

Litofacies 3: Areniscas laminadas con intercalaciones pelíticas

Descripción: Se compone de areniscas castaño grisáceas, castaño claras, finas, cuarzo-líticas y con matriz arcillosa. Presentan laminación plana de alto régimen de flujo, estratificación en montículo, *parting lineation* y *climbing ripples* al techo de los bancos. La base de estos cuerpos es neta, plana y algo erosiva, el techo es neto o transicional, la geometría de los bancos es tabular-lenticular y presentan arreglo normal a nivel de capa. Intercalan niveles pelíticos gris oscuros finamente laminados de base transicional a neta y techo generalmente neto y plano, de geometría tabular (fig. 4).

Interpretación: Se interpreta a estos depósitos como originados a partir de corrientes unidireccionales tractivas no encauzadas (*sheet flows*), las cuales muestran una paulatina desaceleración de la velocidad de flujo. La depositación de las pelitas se relaciona a la decantación en cuerpos de agua someros y efímeros relacionados a desbordes en los cursos troncales. Ejemplos de este tipo son citados por Steel y Aasheim (1978), Turnbridge (1984) y Hubert & Hyde (1982).

Litofacies 4: Limoareniscas gris verdosas y pelitas gris oscuras con intercalaciones de vaques castaño rojizos.

Descripción:

Se compone de limoareniscas y pelitas gris verdosas, gris oliva y gris oscuras con estructuras sedimentarias desdibujadas por la homogeneidad composicional y textural. Sin embargo, se observa estratificación y laminación paralela-irregular, laminación ondulosa y ondúlfica. Se presentan como espesos paquetes de base neta, techo transicional y geometría tabular. Dentro de estos niveles intercalan delgados bancos de vaques castaño rojizos, finos, líticos y con abundante matriz arcillosa.

Presentan laminación ondulosa, óndula de ola truncada, laminación plana, *lenticular/wavy bedding* y óndulas de oscilación al tope a veces tapizadas por una delgada capa arcillosa. Estos bancos muestran base y techo neto, geometría irregular y escasa continuidad lateral. El arreglo de estos ciclos muestra un claro patrón grano y estrato creciente en donde las intercalaciones de vaques se incrementan hacia el techo de cada ciclo (fig. 5).

Dentro de los términos pelíticos de esta litofacies se detectó la presencia de nanofósiles calcáreos en el Perfil Anticlinal Pampa Tril (1 km al Sur del Perfil Agua del Porción) correspondientes a *Ellipsagelosphaera britannica* y *Micrantholithus hoszcuezi* (Angellozzi, 1986 y Angellozzi com. ver. en Rossi y Veiga, 1990).

Interpretación: De acuerdo al predominio de material fino y a las características sedimentológicas, es posible inferir condiciones de depositación subacuadas de baja energía en un cuerpo de agua relativamente somero en el cual desembocaban corrientes tractivas con abundante fango.

En una etapa posterior, corrientes oscilatorias modificaban estos depósitos para concluir este proceso con la etapa de quietud y la concomitante decantación del material pelítico. La presencia de nanofósiles permite suponer un ambiente marino cercano a la costa.

Esta litofacies es interpretada como la desembocadura de sistemas fluviales distales en un cuerpo de agua marino somero o bien con posible conexión marina.

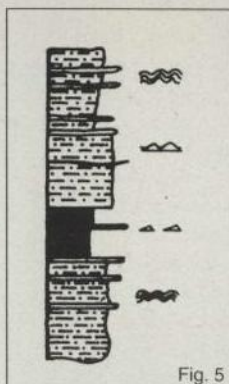


Fig. 5

Litofacies 5: Pelitas gris verdes oscuras con intercalaciones de vaques y moldes de cristales de sal

Descripción: Se compone de pelitas gris verdosas oscuras y gris oliva, finamente laminadas, con intercalaciones de delgados niveles limosos con moldes de cristales de sal. Rossi *et. al.* (*op. cit.*) reconocieron para facies similares a las aquí descritas, bancos de calizas con laminación criptoalgaica y óndulas simétricas en niveles limosos (fig. 6).

En el estudio micropaleontológico de estas facies se reconocieron nanofósiles similares a los descritos en la litofacies 4 (Angellozzi com. ver. en Rossi y Veiga, *op. cit.*).

Interpretación: Las características observadas para esta litofacies permiten inferir condiciones de depositación subacuadas con escasa a nula agitación de las aguas, lo cual permitía la decantación de material pelítico. La existencia de niveles con crecimiento desplazativo de cristales de sal sumado al contenido micropaleontológico permiten inferir la existencia de un cuerpo de agua somero con conexión marina, sometido a intensa evaporación y con posible emersión del sustrato.

Asociación de litofacies y distribución areal

De acuerdo a la distribución areal, vertical y a la interrelación de las diferentes litofacies descriptas en afloramientos, surgen tres asociaciones principales que pueden extrapolarse al ámbito de subsuelo:

1. Asociación marino marginal (amm): compuesta por las Litofacies 4 y 5.
2. Asociación fluvio-eólica (afe): compuesta por las Litofacies 1, 2 y 3.
3. Asociación fluvial (af): compuesta por las Litofacies 2 y 3.

A partir de este agrupamiento definido en superficie, se extrapolaron dichos datos al ámbito de subsuelo, a fin de establecer un modelo depositacional y estratigráfico para el Miembro Avilé que compatibilice en ambos marcos geológicos. Para ello se realizaron diferentes cortes litofaciales a los efectos de reconocer las asociaciones principales y la distribución

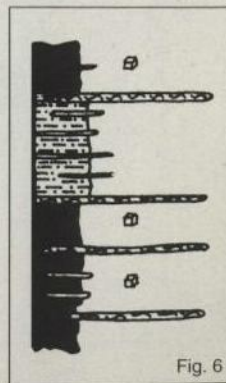


Fig. 6

areal de las mismas (fig.7).

Una correlación litofacial que une solamente perfiles de superficie en el extremo occidental de la zona de estudio (fig.7a) permite observar un incremento continuo de espesores hacia el Norte. Asimismo es importante resaltar cómo la "afe" pasa como "amm" y cómo esta última se hace dominante al Norte del Río Colorado.

Una correlación litofacial entre el perfil A. de las Cabras y el pozo #2 (fig. 7b) permite reconocer una progresiva disminución de los espesores del Miembro Avilé hacia el Este, es decir hacia el borde de cuenca, siendo posible reconocer las tres asociaciones litofaciales: "amm", "afe" y "af". Es interesante señalar cómo la "amm" se acuña hacia sectores proximales, mientras que la "afe" y "af" presentan una mayor persistencia lateral.

La fig.7c es un corte litofacial entre los sondeos #1 al #6, ubicado hacia posiciones más orientales. Es importante resaltar la gran variabilidad de espesores, observándose

se un máximo en el pozo #2. En este sondeo se presentan la "afe", y la "af", pero tanto hacia el Norte como al Sur los espesores se reducen notablemente conservándose únicamente la "af". Hacia el Norte, próximo al pozo #6, se manifiesta un incremento de espesor por incorporación de la "amm".

De acuerdo a los cortes presentados y al ordenamiento vertical de litofacies mostrados en los sectores Norte, Central y Sur, es posible definir un plano litofacial del Miembro Avilé para el Norte del Neuquén (fig.8). En el mismo se aprecia cómo las "afe" y "af" se encuentran mejor representadas en el sector Sur, mientras que la "amm" se desarrolla al Norte y Noroeste. Este desmejoramiento en las facies fue señalado por Orchuela (1975), Medori *et al.* (1980) y Mendiberri (1985) en estudios de subsuelo, los cuales mencionan un abrupto y marcado límite de permeabilidad al Sur del Río Colorado. Asimismo es interesante tener en cuenta que en los sectores donde el Miembro Avilé desarrolla la "afe", la misma se

presenta en franjas de mayor espesor de rumbo Este-Oeste conformando el relleno de paleocauces de diseño subparalelo en el sector oriental que convergen en las proximidades de Pampa Tril. Este comportamiento se verifica a través de mapas de amplitudes sísmicas (Gerster y Benotti, 1990; Gerster, 1991 y Gerster, 1992), los cuales permiten reconocer zonas de alta amplitud coincidentes con importantes espesores arenosos (figs.9a y b).

Modelo sedimentario

De acuerdo a la distribución regional de las distintas litofacies como a sus características sedimentológicas, es posible afirmar que para la depositación del Miembro Avilé, en el sector estudiado, prevalecieron condiciones fluviales, eólicas y marino marginales. Dentro de este marco paleogeográfico es posible diferenciar distintos ambientes sedimentarios con procesos actuantes en cada uno de ellos, pero interrelacionados entre sí. Dentro de la zona investigada se reconocen:

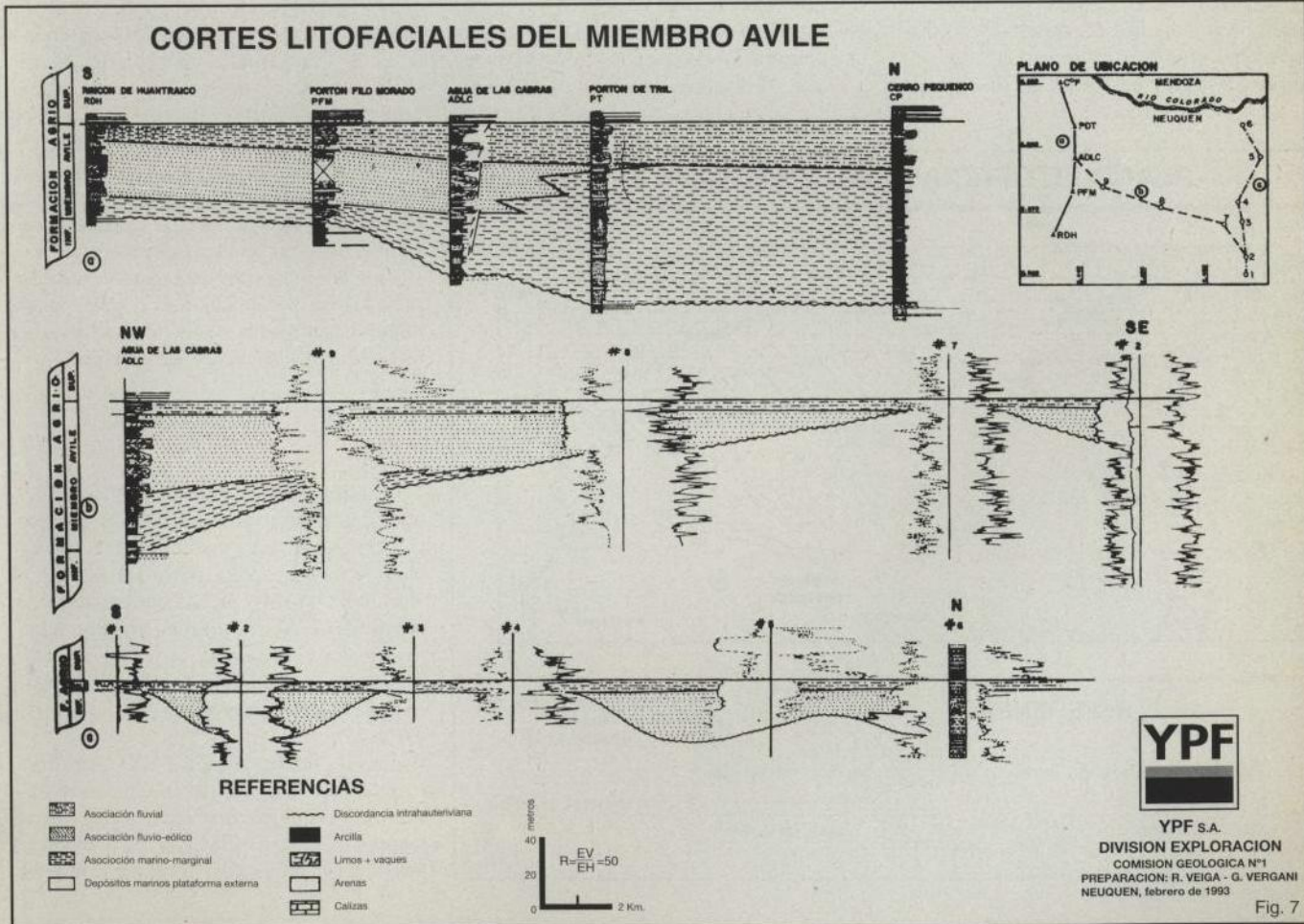


Fig. 7

1. sistema fluvio-eólico
2. sistema de cursos entrelazados arenosos divagantes
3. sistema marino marginal.

Sistema fluvio-eólico

Este subambiente se caracteriza por presentar el desarrollo de un sistema de cursos entrelazados de baja sinuosidad y de naturaleza episódica que circulaban por una planicie arenosa de bajo gradiente y con el desarrollo de un sistema de dunas posiblemente transversales con orientación de los cuerpos en sentido OSO-ENE.

Las características intrínsecas de este subambiente determina que los depósitos de génesis fluvial y eólica se encuentren íntimamente relacionados, desarrollándose simultáneamente bajo condiciones climáticas que permitían una intensa evaporación.

Dentro de la clasificación de tipos de canales definidas por Marzo *et al.* (1988) es posible reconocer canales del tipo cordiformes (*ribbons*) en posiciones proximales, de geometría lenticular con base erosiva y multiepisódicos, los cuales muestran fundamentalmente una acreción vertical y macroformas del tipo SB (Miall, 1985). Lateralmente estos canales muestran "alas" interpretadas como desbordes en períodos de

inundación (fig.10). Hacia sectores más distales los depósitos desarrollan una geometría tabular coincidente con una zona de canales más expandidos y donde se tiene un amplio desarrollo de facies fluvio-eólicas.

Los depósitos de génesis eólica no alcanzan a preservar la paleotopografía de un campo de dunas hacia posiciones distales. Los datos de paleocorrientes permiten inferir la acción de vientos unimodales que generaron dunas transversales que a su vez eran cortadas por cursos de agua. Asimismo estos cuerpos mostraban una alta movilidad que conducía a un pobre desarrollo de zonas de interduna seca o húmeda hacia sectores proximales.

Es importante señalar que estudios realizados por Comeron *et al.* (*op. cit.*) mencionan la preservación de una paleotopografía positiva en el subsuelo de la Sierra Negra. Sin embargo tal rasgo no pudo ser observado en el sector occidental de la zona de estudio.

Sistema de cursos entrelazados

Está representado por un gran número de canales someros, entrelazados, de baja estabilidad y relativo poder erosivo. Los datos de paleocorrientes permiten definir un sentido de escurrimiento de Sur a Norte como vector promedio. Estos canales transportaban abun-

dante carga de lecho presentando también sistemas de barras transversales de regular desarrollo.

A diferencia del caso anterior, este subambiente no presenta interrelación con los depósitos eólicos, generalmente los sobryace en contacto neto y erosivo rematando la porción cuspidal de la mayoría de los perfiles.

Dentro de la clasificación de tipos de canal definida por Marzo *et al.* (*op.cit.*), este sistema es asumido como canales lenticulares elongados (*lenticular bedded sheet*) de naturaleza multiepisódica y someros (fig.11). Las características propias de estos depósitos permiten inferir el desarrollo de canales entrelazados con importantes desviaciones laterales y con grandes fluctuaciones en la descarga.

Sistema marino marginal

Dentro de este ambiente se desarrolla una sedimentación netamente pelítica y limosa donde los procesos generados por acción de corrientes oscilatorias son dominantes. La presencia de niveles con crecimiento desplazativo de cristales permiten inferir cuerpos de aguas someros con parcial exposición del sustrato y bajo condiciones de marcada aridez vinculada al desarrollo de una planicie fangosa (*mud flat*). La presencia de fósiles marinos permite inferir la existencia de un cuerpo de agua marino o bien con posible conexión marina hacia el interior de cuenca lo cual deja suponer que esta planicie se desarrolla bajo condiciones supra a intertidales.

Este sistema representa (para la zona estudiada) las posiciones más distales hacia donde desembocan los sistemas fluviales que se desarrollan en la zona proximal.

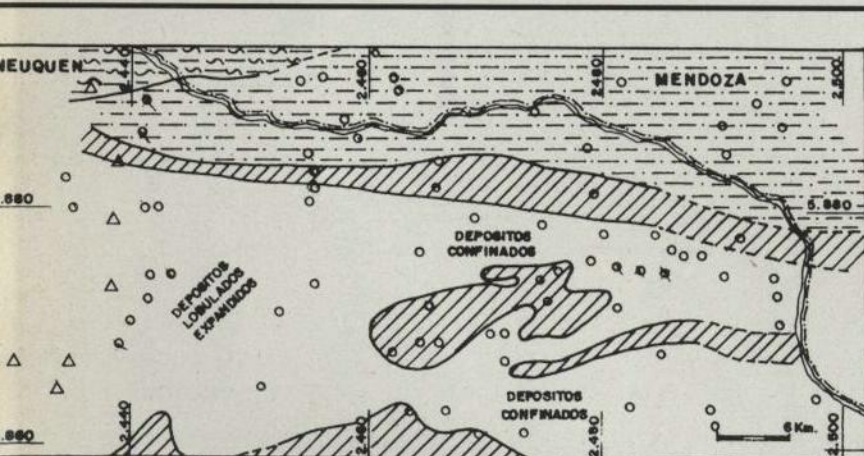
CORTEJOS DE NIVEL BAJO (MODELO TEORICO)

Análisis teóricos y detallados sobre cortejos sedimentarios de nivel bajo pueden consultarse en Possamentier *et al.*, 1988 y Van Wagoner, 1990, entre otros. Según Vail *et al.* (1991), dichos cortejos pueden desarrollarse en tres tipos de emplazamientos o marcos geológicos:

- a) Margen de plataforma de aguas profundas.
- b) Fallas de crecimiento.
- c) Rampas.

En este último esquema Vail *et al.* (*op. cit.*) mencionan que es posible reconocer tres tipos diferentes de depósitos formados en tiempos distintos. Ellos son: 1.- Complejo progradante inferior, 2.- Complejo progra-

PLANO LITOFACIAL DEL MBRO. AVILE



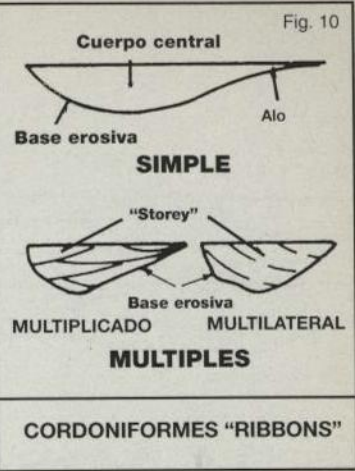
dante superior y 3.- Valles incisos (fig.12)

El **complejo progradante inferior** se caracteriza por presentar depósitos finos del tipo *shoreface* bajo o bien de plataforma, muestra patrones estratales de *offlap* con *downlap* en la base y truncación al techo. Su formación coincide con la caída del nivel marino. El **complejo progradante superior** está constituido por sedimentos más gruesos y en facies más proximales que el complejo inferior. Generalmente posee base erosiva y se origina durante el lento ascenso relativo que sigue a la rápida caída.

Los **valles incididos** están rellenos por una gran variedad de depósitos (desde facies fluviales hasta litorales). Se originan durante la rápida caída relativa o bien al mismo tiempo que el complejo progradante

superior. Posteriormente se rellenan en una segunda fase en respuesta al lento ascenso relativo o bien durante el cortejo transgresivo. Debido a estas dos fases de formación (erosión-depositación), el relleno de estos valles es variable. Si el mismo es concomitante con los complejos progradantes, entonces se encuentra representado por sistemas fluviales entrelazados de baja sinuosidad, pero si ocurre simultáneo con el cortejo transgresivo entonces desarrolla sistemas estuarinos (Vail *et al.*, *op. cit.*).

Es importante mencionar que la fig.12 es presentada a los efectos de ilustrar los conceptos de complejos progradantes inferior, superior y valles incididos. Este modelo teórico no debe interpretarse como un modelo estatigráfico para el Miembro Avilé pues no



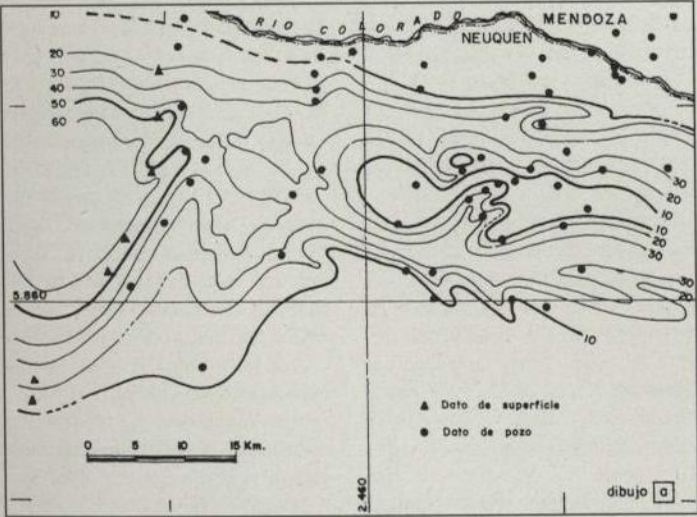
se han reconocido en el campo, facies asimilables a un abanico submarino o bien que correspondan a depósitos marinos profundos; dado que gran parte de los depósitos distales ubicados al Noroeste de la zona de estudio se encuentran cubiertos por una importante secuencia volcánica-sedimentaria de edad Terciaria. Sin embargo, observaciones realizadas inmediatamente al Norte de la zona de estudio (Sierra de Reyes-Cara Cura) muestran que esta entidad se encuentra exclusivamente compuesta por pelitas y vaques asimilables a las litofacies 4 y 5 (Rossi *et al.*, *op. cit.* y Rossi y Veiga, *op. cit.*). De igual forma es posible asignar el desarrollo de litofacies correspondientes a un ambiente de ríos efímeros inmediatamente al Oeste de la zona de estudio en las proximidades de las localidades de Chos Malal, Tricao Malal y Caepé Mala.

CICLICIDAD INTERNA DEL MIEMBRO AVILÉ

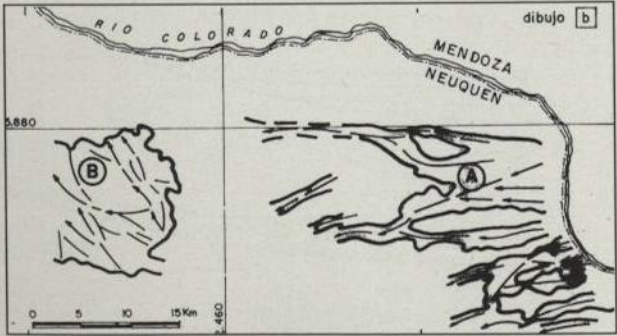
El miembro Avilé fue definido como un cortejo sedimentario de nivel bajo correspondiente al tramo basal de la secuencia MS1 perteneciente a la Mesosecuencia Mendoza Superior durante el Hauteriviense inferior (Legarreta y Gulisano, *op. cit.*). Este depósito se desarrolla sobre un ambiente de rampa (sin quiebre definido de plataforma) como una cuña de mar bajo (*lowstand wedge*) de delgado espesor pero de amplia extensión regional (Legarreta y Uliana, *op. cit.*) (fig. 13).

Anteriores observaciones regionales realizadas sobre esta unidad por diferentes autores permiten afirmar que la base de las "Areniscas de Avilé" representa una importante interrupción en el registro sedimentario a escala regional. Teniendo en cuenta la brusca migración del tren de facies hacia el interior de la cuenca, sumado al desarrollo de sistemas canalizados con dirección ESE-

PLANO ISOPAQUICO DE ARENAS DEL MIEMBRO AVILÉ



DISTRIBUCION DE LA ARENISCA AVILÉ (BASADO EN PLANOS DE AMPLITUD SISMICA)

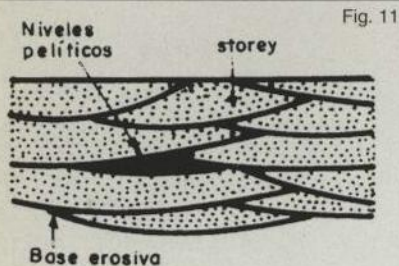


- (A) - Depósitos fluvio - eólicos confinados
- (B) - Depósitos fluvio - eólicos expandidos

Fig. 9

YPF

COMISION GEOLOGICA N° 1
PREPARARON: VERGANI - VEIGA
DIBUJO: H. CIPPITELLI
NEUQUEN, febrero de 1993



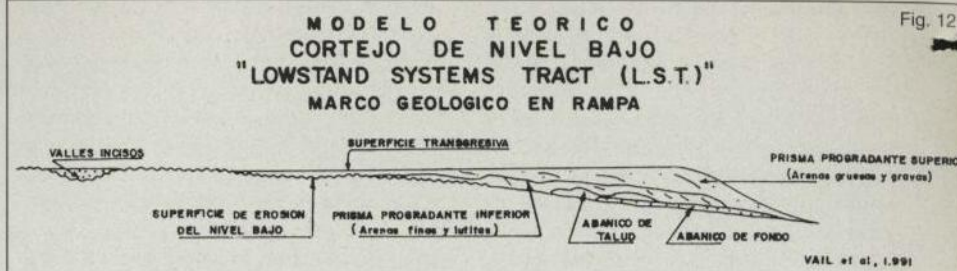
LENTICULAR ELONGADO

ONO, permiten interpretar a esta discontinuidad estratigráfica como una discordancia del tipo 1 tal como fuera definida por Posamentier *et al.* (op. cit.) y Van Wagoner *et al.* (op. cit.) para un ambiente de rampa.

Un estudio en detalle de las características sedimentológicas y estratigráficas del Miembro Avilé para el Norte Neuquino permitió definir dos ciclos importantes dentro de este paquete sedimentario: el Ciclo Inferior (C.I.) y el Ciclo Superior (C.S.). (fig. 14).

El "C.I." se relaciona con la denominada asociación de litofacies marino-marginales (*amm*). Mientras que el "C.S." se vincula con la asociación de litofacies fluvio-eólicas (*afe*) y en menor proporción, la asociación fluvial (*af*).

Un corte estratigráfico N-S a partir de perfiles de superficie muestra una correlación detallada de ciclos menores o paraciclos (fig. 15a). En el mismo es posible apreciar un espesamiento de la secuencia en dirección Norte, como así también la evolución del tren de facies en sentido Sur-Norte, mostrando los depósitos más proximales en el perfil Rincón de Huantraico mientras que las facies distales están representadas en el



perfil Cerro Pequeno. Es importante señalar la relación de *on lap* del "C.I." con la discontinuidad basal hacia posiciones proximales. De igual forma (hacia los sectores proximales) se destaca una superficie neta, plana y posiblemente erosiva que sirve de límite entre el "C.I." y el "C.S."

Un corte estratigráfico en sentido NW-SE vinculando datos tomados de superficie con sondeos exploratorios en la zona (fig. 15b) muestra que el "C.I." desarrolla mayores espesores hacia posiciones más internas, mientras que desaparece en las proximidades del pozo #8 por *on lap*. De igual forma es posible observar cómo el "C.S." traslapa por sobre la discordancia basal acunándose hasta un espesor mínimo en las proximidades del sondeo #7, para luego incrementar su espesor al SE.

La fig. 15c exhibe un rasgo de particular interés para el sector oriental de la zona estudiada. En el mismo se observa que el "C.S." presenta grandes variaciones de espesor en sentido Sur-Norte. Estas fluctuaciones se deben al relleno de zonas canalizadas *incised valleys* (ver sondeo #2) en donde los espesores involucrados son mayores comparados con zonas intercanales (ver pozos #3 y #4) generando una geometría de *on lap fill*. Hacia posiciones bien septentrionales (sondeo

#6) comienzan a incorporarse términos pelíticos correspondientes al "C.I."

Un estudio de detalle permitió reconocer en ambos ciclos mayores dos secciones con cierta diferenciación, lo cual permitió una subdivisión de los mismos en dos subciclos menores (fig. 14).

Los "C.I.1" y "C.I.2" se interpretan como un estadio de nivel bajo y nivel alto respectivamente. Esto se observa claramente en las inmediaciones del perfil Cerro Pequeno, en donde de facies de planicie costanera supra/intertidal relacionada a cuerpos de aguas someras, con conexión marina e intensa evaporación, se pasa a una planicie fangosa (*mud flat*) con desarrollo de un cuerpo de agua somero marino pero algo más estable que en el subciclo inferior.

El "C.S.1" es producto de un estadio de nivel de base bajo dentro del ciclo mayor "C.S.", mientras que el "C.S.2" se vincula con una etapa de nivel de base alto. Estas características pueden observarse claramente en los perfiles, Portón de Filo Morado y Rincón de Huantraico, en donde de facies fluvio-eólicas correspondientes al subciclo "C.S.1" se pasa rápidamente al desarrollo de sistemas canalizados y de planicie de inundación (facies fluviales) asignadas al "C.S.2".

Un rasgo notable es que el "C.S.2" trans-

MESOSEC MENDOZA SUPERIOR	MS 5	CHORREADO
	MS 4	
	MS 3	AGRIO SUPERIOR
	MS 2	
	MS 1	AVILE

Basado en LEGARRETA Y GULISANO (1987)
LEGARRETA Y ULIANA (1991)

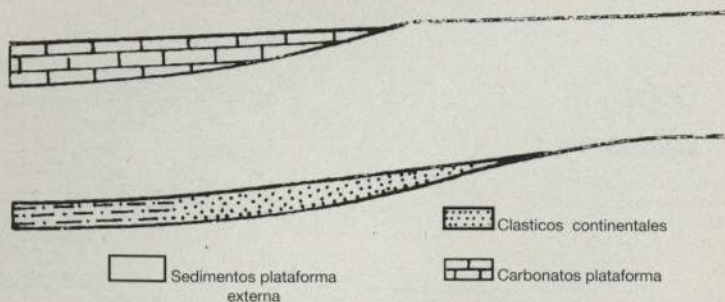


Fig. 13

DEPOSITO DE NIVEL BAJO	
CICLO INFERIOR CI	CICLO SUPERIOR CS

grede a todos los depósitos presentando una gran continuidad areal, no quedando restringidos a determinados sectores como ocurre con los otros subciclos.

lo similar al señalado por Vail *et al* (*op.cit.*) en lo concerniente a los distintos componentes de un cortejo de nivel bajo. Desde este punto de vista el C.I. se corresponde con el **complejo progradante inferior**, mientras que el C.S. se relaciona con el **complejo progradante superior**. Hacia sectores proximales y simultáneamente con el desarrollo de los complejos se produce el relleno de los sistemas canalizados que previamente fueron labrados sobre la plataforma, concomitantes con la caída relativa del nivel de base.

CONCLUSIONES

La combinación de información procedente de geología de superficie, sísmica y de subsuelo explica la distribución y preservación de facies arenosas dentro de un paleo-

orelieve generado por una abrupta caída relativa del nivel de base hace 117.5 Ma. Esta importante regresión hauteriviana dio origen a un sistema canalizado implantado sobre la pelitas de la Formación Agrio.

Los estudios sedimentológicos definen que las facies que predominan en estos sectores son de origen fluvial, eólico y marino marginales.

El detallado análisis estratigráfico permite encontrar una relación genética entre los potenciales reservorios y su distribución regional a partir del estudio de ciclos y paraciclos que modulan en una frecuencia mayor al rango de la secuencia deposicional. Es posible definir así que las facies con mejores características como reservorio se vinculan con el Ciclo Superior, el cual se muestra confinado en dos importantes franjas de orientación ONO-ESE en el sector no aflorado.

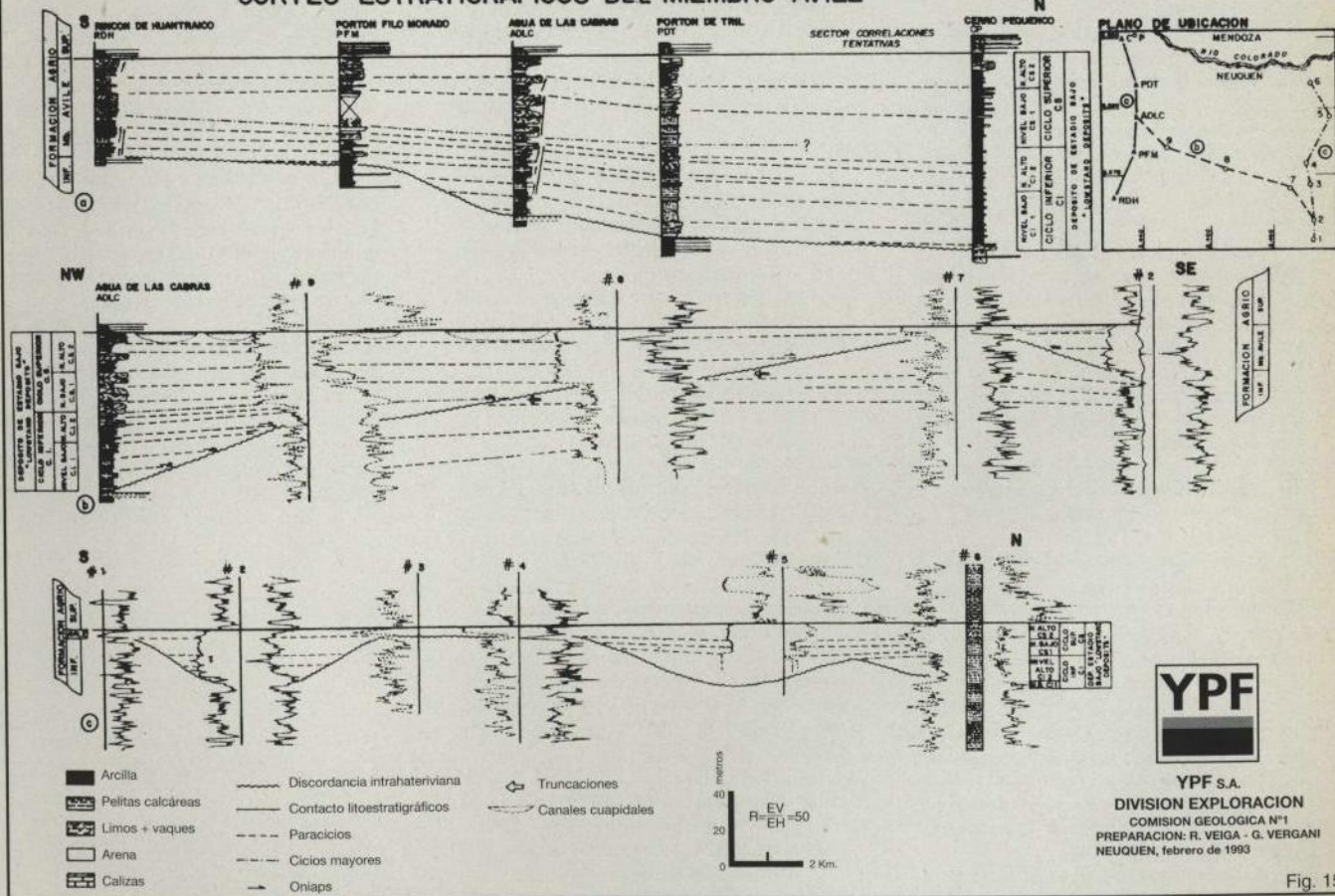


Fig. 15

TRABAJOS CITADOS

- AHLBRANDT, T.S. & S. G. FRYBERGER. 1982. Eolian deposits. En: Scholle, P. & D. Spearing (Eds.) Sandstone Depositional Environments. American Association of Petroleum Geologists Memoir 31:11-49. Tulsa.
- ANGELLOZZI, G. 1986. Informe micropaleontológico (nanofósiles calcáreos) en los perfiles Loma Tilhue, Curaco, Agua de la Piedra, Co. Mayal Este, Pichi Neuquén, Taquimilán y Anticlinal Pampa Tril. YPF, Informe Inédito.
- CANT, D.J. 1982. Fluvial facies models and their application. En: Scholle, P. & D. Spearing (Eds.) Sandstone Depositional Environments. American Association of Petroleum Geologists Memoir 31:115-137. Tulsa.
- COLLINSON, J.D. 1984. Deserts. En: Reading, H.G. (Ed.) Sedimentary Environments and Facies. Blackwell, 615 pp. Oxford.
- COMERON, R., M. MUÑOZ y A. LIMERES. 1992. Modelo geológico y reservas de petróleo del Miembro Avilé (F. Agrio) en la zona de los Yacimientos Chihuido de la Sierra Negra, Lomita Norte, Lomita y Lomita Sur. YPF S.A., Informe Inédito.
- FRYBERGER, S.G. 1979a. Dune forms and wind regimes. En: McKee, E.D. (Ed.). A study of global sands seas: U.S. Geological Survey Prof. Paper 1052.
- GERSTER, R. 1991. Interpretación prospecto sísmico 3D. Chihuido de la Sierra Negra (bloque sur). Cuenca Neuquina. YPF S.A., Informe Inédito.
- KIRK, M. 1983. Bar development in a fluvial sandstones (Westphalian "A"). Scotland. Sedimentology v.30:727-742.
- KOCURECK, G. 1981. Significance of interdune deposits and bounding surfaces in aeolian dune sands. Sedimentology v.28 753-780.
- LEGARRETA, L. Y C.A. GULISANO. 1988. Análisis estratigráfico secuencial de la Cuenca Neuquina (Triásico superior-Terciario Inferior). En: Chebli, G. y L. Spalletti (Eds.). Simposio de Cuencas Sedimentarias Argentinas. X Congreso Geológico Argentino. Tucumán.
- y M. ULIANA. 1991. Jurassic-Cretaceous marine oscillations and geometry of back-arc basin fill, central Argentine Andes. En: Macdonald, D.I.M. (Ed.). Special Publication N°12 International Associations of Sedimentologists: 429-451.
- MARZO, M., W. NIJMAN & C. PUIGDEFABREGAS. 1988. Architecture of the Castlissent fluvial sheet sandstones, Eocene, South Pyrenees, Spain. Sedimentology v.35:719-738.
- MEDORI, R., C. ARREGUI y A. SANCHEZ DE BUS-TAMANTE. 1980. Algunas consideraciones acerca de las posibilidades de la Arenisca de Avilé, entre Chihuido de la Sierra Negra y Pampa Tril. YPF S.A. Informe Inédito.
- MENDIBERRI, H. 1985. Estratigrafía de la sección inferior de la Formación Agrio. Boletín de Informaciones Petroleras N° 3:35-52.
- MIALL, A.D. 1977. A review of the braided river depositional environment. Earth Science Reviews v.13:1-62.
- , 1985. Architectural-Element Analysis: A new method of facies analysis applied to fluvial deposits.
- , 1988. Reservoir heterogeneities in fluvial sandstones: lessons from outcrop studies. American Association of Petroleum Geologists Bulletin v.72:682-697.
- , 1992. Alluvial Models. En: Walker, R.G. (Ed.) Facies Models. Geological Association of Canada: 119-143.
- ORCHUELA, I.A. 1975. Los cuerpos andesíticos en el subsuelo de Chihuido de la Sierra Negra y distribución areal de la Arenisca de Avilé. YPF S.A., Informe Inédito.
- POSAMENTIER, H.W., M. T. JERVEY & P. R. VAIL. 1988. Eustatic controls on clastic deposition I-conceptual framework. En: Wilgus, C.K., B.S. Hastings, C.G. Kendall, H. Posamentier, C.A. Ross & J. Van Wagoner (Eds.). Sea Level changes: an integrated approach: Society of Economy Paleontologists and Mineralogists, Special Publication 42:109-124.
- ROSSI, G.C., S. MINITTI y P. CLARK. 1990. Estudio sedimentológico del Miembro Avilé (Formación Agrio) en la región noroccidental de la provincia de Neuquén. YPF S.A., Informe Inédito.
- y R. D. VEIGA. 1990. Evaluación estratigráfica, estructural y posibilidades petroleras de la Sierra de Reyes. Prov. de Mendoza. YPF S.A., Informe Inédito.
- RYER, T.A. 1991. Lower Cretaceous Avile Sandstones, Neuquen Basin, Argentina. Exploration Model for a Lowstand Clastic Wedge in a Back-Arc Basin. American Association of Petroleum Geologists, 1991 Annual Convention Official Program.
- STEELL, R. & S. M. AASHEIM. 1978. Alluvial sand deposition in a rapidly subsiding basin (Devonian, Norway). En: Miall, A.D. (Ed.) Fluvial sedimentology. Mem. Can. Soc. Petrol. Geol.: 385-412.
- TURNBRIDGE, I.P. 1984. Facies model for sandy ephemeral stream and clay playa complex: the Middle Devonian Trentishoe Formation of North Devon, UK. Sedimentology v.31: 697-715.
- VAIL, P.R., F. AUDEMARD, S.A. BOWMAN, P.N. EISNER & G. PEREZ-CRUZ. 1991. The stratigraphic signatures of tectonics, eustasy and sedimentation. En: Seilacher, D. & G. Eisner (Eds.). Cycles and events in stratigraphy. Springer Verlag (en prensa).
- VAN WAGONER, J.C., R.M. MITCHUM, K.M. CAMPION & V.D. RAHMANIAN. 1990. Siliciclastic Sequence Stratigraphy in Well Logs, Cores, and Outcrops for High-Resolution Correlation of Time and Facies. American Association of Petroleum Geologists Methods in Exploration Series, N°7, pp. 55.