

10º Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos
Sesiones Generales: "Energía y Sociedad, aliados inseparables"

APORTES A LA ARQUITECTURA ESTRATIGRÁFICA DEL GRUPO CHUBUT EN EL FLANCO NORTE, CENTRO DE CUENCA Y OFFSHORE DE LA CUENCA DEL GOLFO SAN JORGE, ARGENTINA

Nicolás Foix¹, José Oscar Allard², María Leonor Ferreira Pittau³, Mario Atencio⁴

1: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco - CONICET, nicofoix@hotmail.com

2: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, joseoallard@yahoo.com.ar

3: YPF S.A. - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, leonor.ferreira@ypf.com

4: YPF S.A., mario.atencio@ypf.com

Palabras clave: **Grupo Chubut, Arquitectura estratigráfica, Flanco Norte, Centro de cuenca, Offshore, Golfo San Jorge**

ABSTRACT

Contributions to the stratigraphic architecture of the Chubut Group in the North Flank, Basin Center and offshore of the Golfo San Jorge basin, Argentina.

The current stratigraphic scheme of the Chubut Group in the Golfo San Jorge basin (GSJB) proposes the existence of a basal large perennial lake (Pozo D-129 Formation) that was fed by peripheral fluvial systems (Matasiete Formation). The lithostratigraphic criteria to differentiate these units in outcrops and cutting samples are clear, because the Pozo D-129 Formation contains black shales and coastal deposits with oolitic limestones, while the Matasiete Formation is recognized by their typical reddish siltstones deposited in subaerial fluvial floodplains. On the other hand, the top of the Pozo D-129 Formation is one of the better seismic reflectors in the basin, defined by a high acoustic impedance level. A detailed revision of the cutting record of some wells in the Northern Flank and Basin Center of the GSJB allows to calibrate seismic sections with wells. In fact, the presence of the Matasiete Formation (235 of thickness) was documented in the Northern Flank of the basin (El Trébol oilfield), a unit considered until now exclusive of the San Bernardo Fold Belt and peripheral sectors of the basin. Besides, in the basin center (eg. YPF.SC.PDA.x-1), the presence of the Pozo D-129 Formation was documented above the seismic marker with more than 900 m of thickness; representing a very significant difference between lithostratigraphic and seismostratigraphic boundaries. This information points out to the presence of lacustrine and coastal deposits within the basal seismic interval assigned up to now as Mina El Carmen Formation, above the marker used as seismic top of the Pozo D-129 Formation.

The results of the work have different contributions, both prospective and methodological. On the one hand, the possibility of finding reservoirs associated with fluvio-deltaic paleoenvironments of the Matasiete-Pozo D-129 system within the seismic interval interpreted so far as Mina El Carmen Formation in the Northern Flank and Basin Center, thus expanding the exploratory opportunities in the onshore and offshore. On the other hand, the increase in the column of lacustrine rocks with the capacity of source rock above the regional marker, would also have an impact on the petroleum systems (maturation, overburden, etc.). Methodologically, these results conditioned the use of the seismic marker as a lithostratigraphic boundary in the Basin Center and to revalue the use of direct information (cutting).

sobre la Fm. Pozo D-129 (Fig. 2A). Basados en mapas paleogeográficos de Merta (1974), Hechem y Strelkov (2002) interpretan que los sistemas fluviales de la Fm. Matasiete fueron periféricos al lago de la Fm. Pozo D-129 (Fig. 2B).

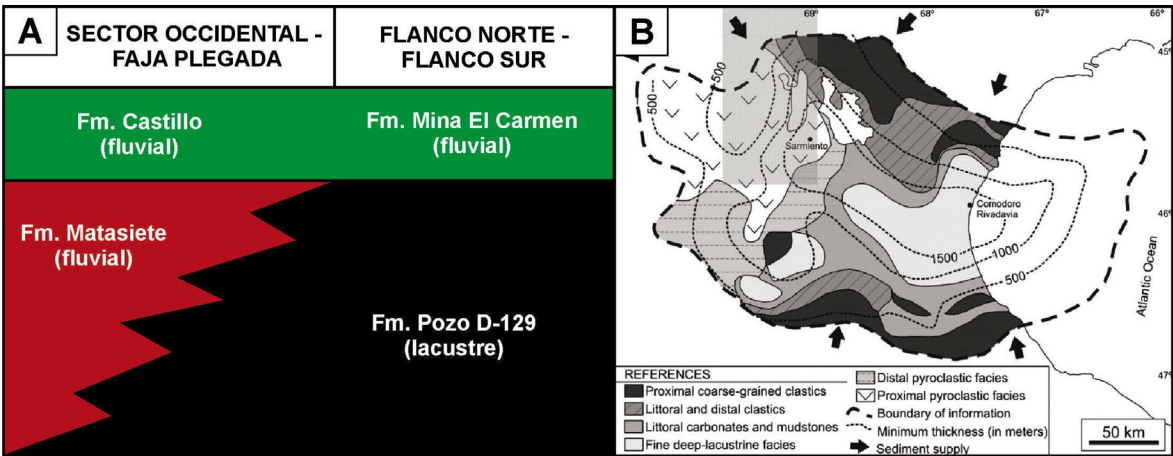


Figura 2. A) Relaciones estratigráficas esquemáticas entre las unidades basales del Grupo Chubut (modificado de Figari *et al.* 1999, 2002). B) Reconstrucción paleogeográfica en la distribución de ambientes para la Fm. Pozo D-129 (tomado de Paredes *et al.* 2007, modificado de Hechem y Strelkov 2002).

Los criterios litoestratigráficos utilizados para definir el tope de la Fm. Pozo D-129, ya sea en afloramientos o en registros de *cutting*, es la presencia de pelitas negras o calizas oolíticas (Clavijo 1986; Hechem *et al.* 1987, 1990; Paredes *et al.* 2014; Allard *et al.* 2017; entre otros). En secciones sísmicas el tope de la Fm. Pozo D-129 constituye uno de los reflectores sísmicos mejor reconocidos en el ámbito de la Faja Plegada de San Bernardo (*marker* regional), definido por un nivel de elevada impedancia acústica que representa la máxima expansión del lago según Atencio *et al.* (2015) (Fig. 3).

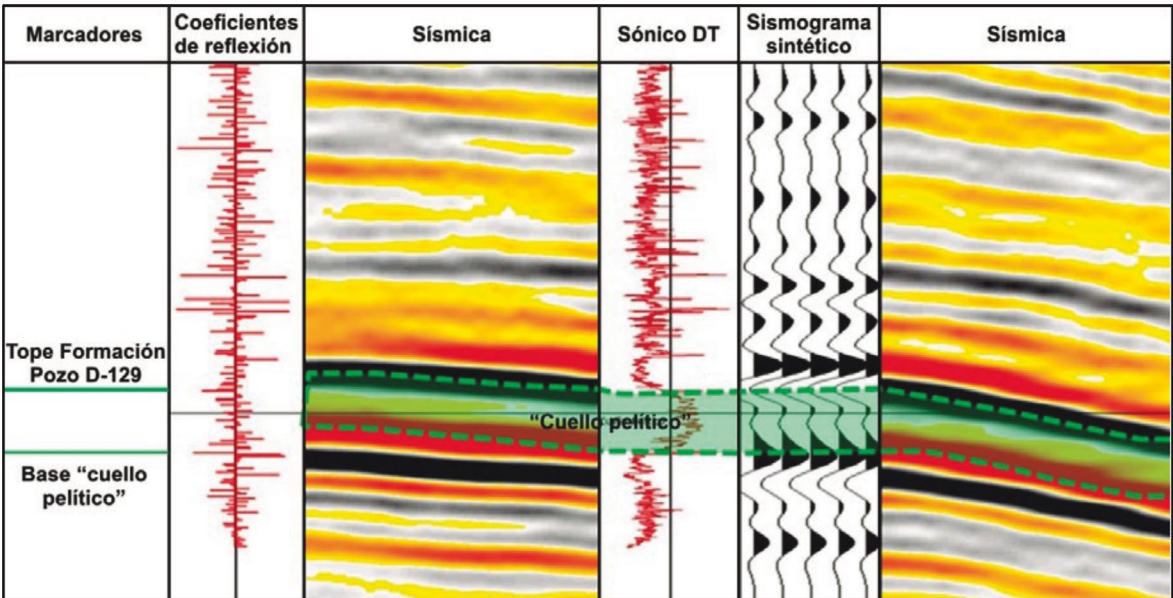


Figura 3. Respuesta sísmica del tope de la Fm. Pozo D-129 en el ámbito de la Faja Plegada de San Bernardo (Figura 6 de Atencio *et al.* 2015).

Sin embargo, si se incluyen como parte de la Fm. Pozo D-129 a los depósitos litorales y deltaicos asociados a la colmatación final del lago, su techo debería estar por encima del “cuello pelítico” o *marker* sísmico reconocido por Atencio *et al.* (2015) como la máxima transgresión lacustre. Por ello, el objetivo de este trabajo fue analizar las relaciones entre las unidades Matasiete-Pozo D-129 y Mina El Carmen-Pozo D-129 en sectores del Flanco Norte y Centro de Cuenca, calibrando secciones sísmicas con los pases formacionales definidos a partir de muestras de *cutting*. En particular, el trabajo estuvo centrado en reconocer la relación entre los límites sismoestratigráficos (*marker* regional) y litoestratigráficos (pase por *cutting*) para el tope de la Fm. Pozo D-129.

METODOLOGÍA

En el marco de un convenio firmado entre la empresa YPF S.A. y la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, se revisó el control geológico de 56 pozos distribuidos en toda la CGSJ, desde la zona de Río Mayo al oeste hasta el *offshore* en el este y desde el límite con la cuenca de Cañadón Asfalto al norte hasta el límite con la Región del Deseado, al sur del río homónimo. El objetivo del convenio fue llevar a cabo un trabajo regional que permita reconocer las variaciones estratigráficas espacio-temporales dentro del relleno de la cuenca y mejorar la calibración de transectas sísmicas a partir de los pases formacionales reconocidos en *cutting*. Los límites litoestratigráficos utilizados se basan en características clásicas de cada formación, entre las que se destaca la presencia de tobas para diferenciar el Grupo Las Heras del Grupo Chubut (Clavijo 1986) y el registro de pelitas rojas para identificar a la Fm. Matasiete. La presente contribución sólo incluye una parte de los pozos descriptos en el trabajo regional, ubicados en el Flanco Norte

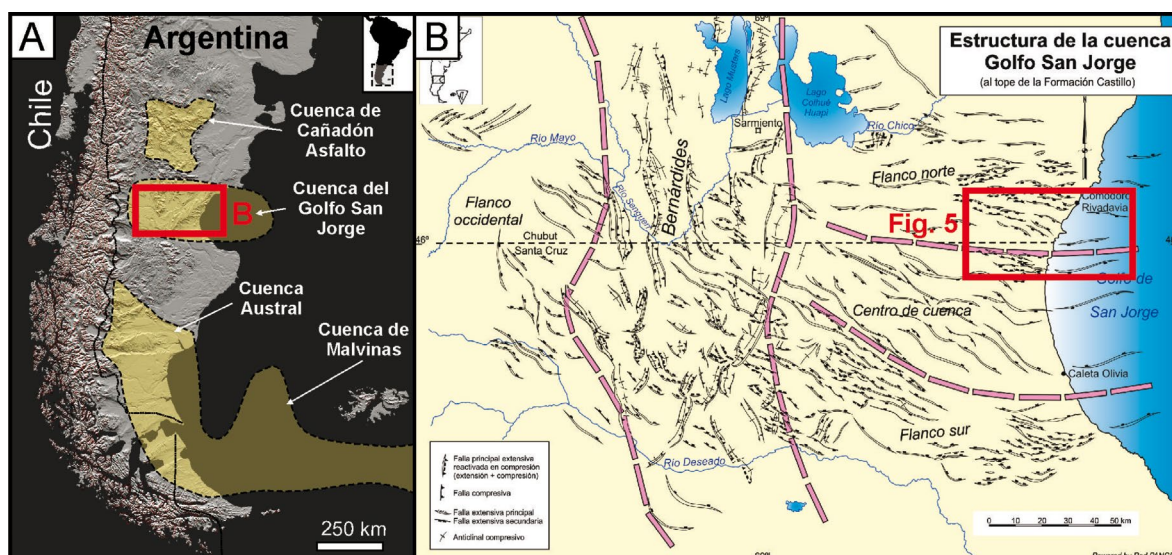


Figura 4. A) Cuencas sedimentarias mesozoicas en la Patagonia Argentina. Ubicación de la zona de estudio en la cuenca del Golfo San Jorge. B) Dominios estructurales de la cuenca del Golfo San Jorge definidos al tope de la Fm. Castillo (tomado de Ramos 2015). Ubicación de la figura 5.

y Centro de Cuenca. Se describió y fotografió el registro de *cutting* de cada uno de los pozos de interés, agregando la información litológica que se consideró destacada. Se utilizaron secciones sísmicas regionales para caracterizar la respuesta sísmica de las unidades analizadas y calibrar así los pases formacionales.

RESULTADOS

La zona de estudio se encuentra ubicada en el sector oriental de la CGSJ, involucrando información de los extremos sureste de la Provincia del Chubut (Flanco Norte) y noreste de la Provincia de Santa Cruz (Centro de Cuenca) (Fig. 4).

CUTTING

Se realizó la descripción detallada del registro de *cutting* de algunos pozos profundos en el Flanco Norte y Centro de Cuenca de la CGSJ, ubicados en la figura 5. A continuación se detallan algunos de los resultados más destacados de este análisis.



Figura 5. Ubicación de los pozos analizados (círculos amarillos) y sección sísmica interpretada (línea roja), en los extremos sureste de la Provincia del Chubut y noreste de la Provincia de Santa Cruz

YPF.Ch.E.xp-914 (El Trébol):

Este pozo fue perforado en el Yacimiento El Trébol (Flanco Norte) (Fig. 5) y alcanzó una profundidad final de 3588 mbbp. La revisión detallada del registro de *cutting* permitió documentar en la parte profunda del pozo a las formaciones Pozo D-129, Matasiete y Mina El Carmen (Fig. 6). La Fm. Pozo D-129 se compone de areniscas, pelitas negras y calizas oolíticas (Figs 7A y 7B);

el registro más somero de oolitas tiene lugar a los 3205 mbbp. Por su parte, la Fm. Matasiete contiene limolitas epiclásticas rojizas (Fig. 7C), tobas, limolitas tobáceas y areniscas; el intervalo asignado a la Fm. Matasiete se encuentra entre los 2955-2725 mbbp, con un espesor total de 235 m. El intervalo estratigráfico comprendido entre el primer registro de oolitas (3205 mbbp) y las limolitas rojizas más profundas (2955 mbbp) fue asignado a la Fm. Pozo D-129, y se encuentra conformado por limolitas tobáceas grises, tobas, areniscas y algunas limolitas oscuras. Tal como se mencionó en la introducción, la Fm. Matasiete se consideraba hasta el momento presente sólo en la Faja Plegada de San Bernardo, región occidental y sectores periféricos de la cuenca (Figari *et al.* 1999). Por ello, el reconocimiento de la Fm. Matasiete en el Flanco Norte de la CGSJ se considera un resultado novedoso que aporta al entendimiento general de la arquitectura estratigráfica del Grupo Chubut en este sector de la cuenca.

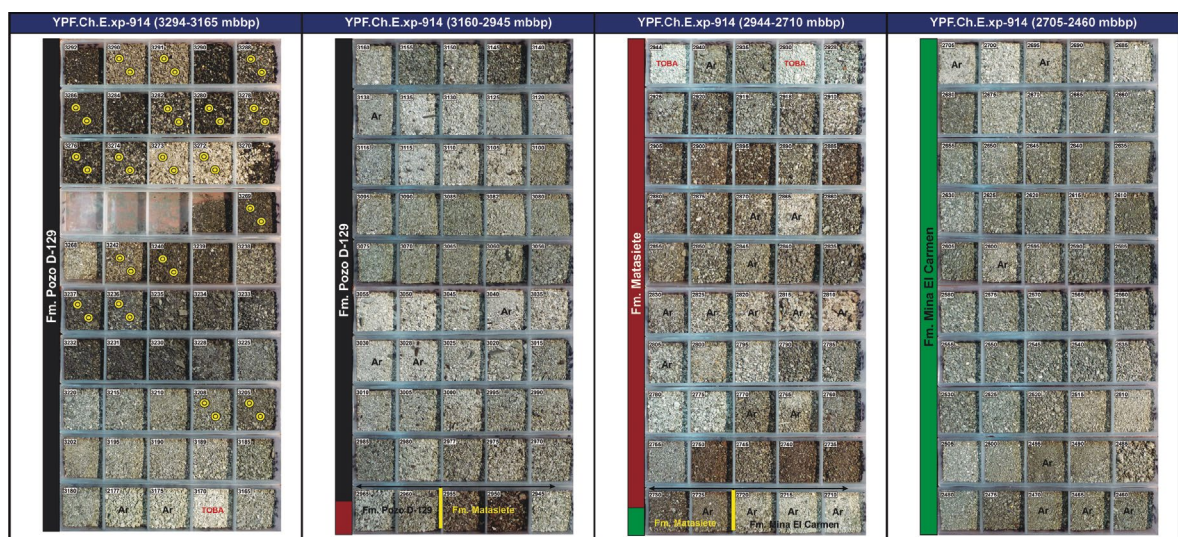


Figura 6. Fotografías del registro de cutting del pozo YPF.Ch.E.xp-914 entre los 3294 y 2460 mbbp, abarcando la parte alta de la Fm. Pozo D-129, la Fm. Matasiete y la base de la Fm. Mina El Carmen. Las profundidades decrecen de derecha a izquierda y de arriba hacia abajo. Los círculos amarillos indican la presencia de oolitas. Los pases formacionales se indican con una línea amarilla. Ar: Areniscas

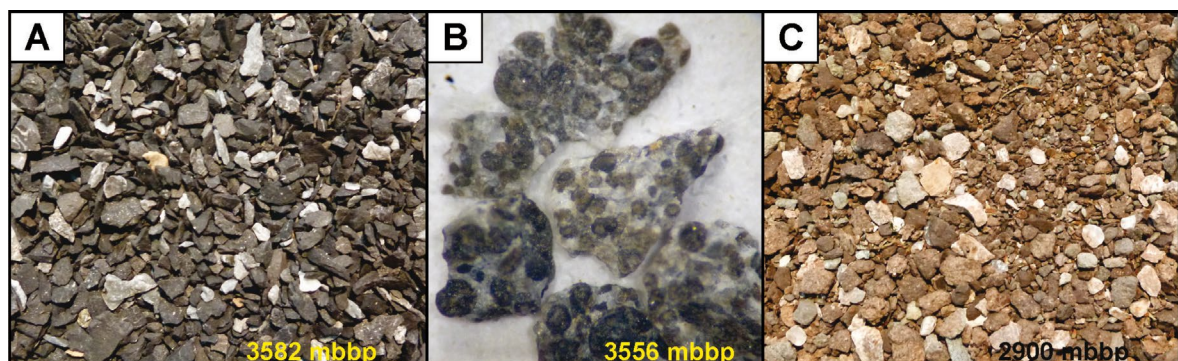


Figura 7. Fotografías de detalle del registro de cutting. A) Pelitas negras de la Fm. Pozo D-129 a 3582 mbbp. B) Calizas oolíticas de la Fm. Pozo D-129 a 3556 mbbp (foto a lupa binocular). C) Limolitas epiclásticas rojizas de la Fm. Matasiete a 2900 mbbp.

YPF.SC.PDA.x-1 (Pan de Azúcar):

Este pozo se encuentra perforado en el sector norte del Centro de Cuenca (para ubicación ver Fig. 5), con una profundidad final de 4540 mbbp. La descripción detallada del registro de *cutting* permitió documentar la presencia de la Fm. Pozo D-129 (Figs 8 y 9), con un espesor perforado de 964 m. Es de destacar que esta unidad que no está descripta en el legajo del pozo, donde se incluyen las pelitas negras dentro de la Fm. Mina El Carmen. La descripción detallada del control geológico permitió reconocer pelitas negras, areniscas, limolitas y limolitas tobáceas. Se destaca que no se describieron calizas oolíticas en todo el tramo perforado. No se encontraron elementos descriptivos que permitan reconocer a la Fm. Matasiete en este pozo. De manera puntual, se describió la presencia de muscovita en las formaciones Pozo D-129, Mina El Carmen y equivalentes de Bajo Barreal, cuyas consideraciones son abordadas por Foix *et al.* (2018). La Fm. Mina El Carmen está compuesta de forma predominante por limolitas y limolitas tobáceas, algunas areniscas y muy escasas tobas. Esta particularidad imposibilitó poder definir el tope de esta unidad a partir de información litológica.

De forma complementaria se realizaron mediciones de Fluorescencia de Rayos X con instrumental portátil para comparar con el registro de pozos profundos de la Faja Plegada de San Bernardo, donde la principal diferencia se obtuvo en la concentración de potasio (K) y calcio (Ca). Ver detalle e implicancias en Allard *et al.* (2018).

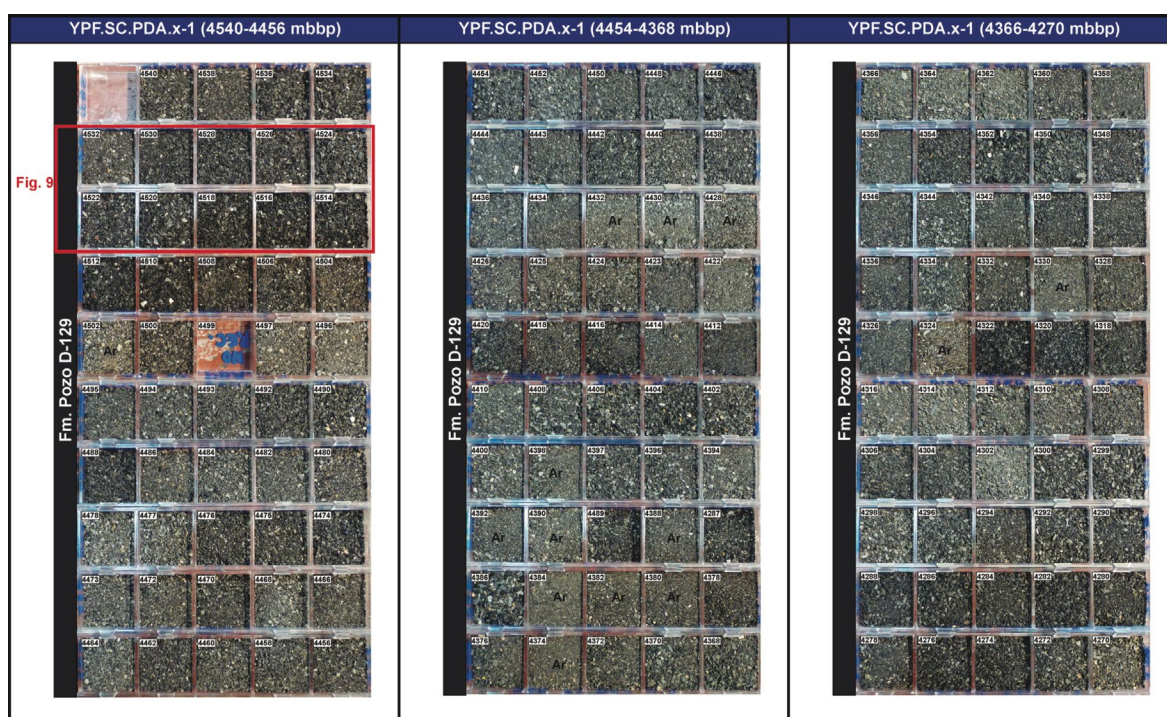


Figura 8. Fotografías del registro de cutting del pozo YPF.SC.PDA.x-1 entre los 4540 y 4270 mbbp, mostrando la parte más profunda del pozo con depósitos de la Fm Pozo D-129. Ubicación de la Figura 9. Ar: cajas de cutting con mezcla de pelitas negras y areniscas. Las profundidades decrecen de derecha a izquierda y de arriba hacia abajo.

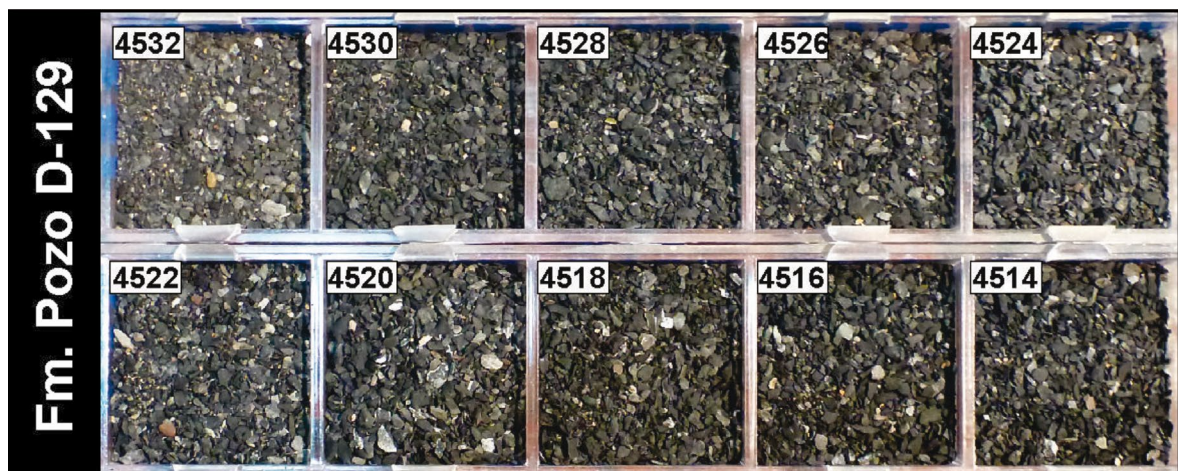


Figura 9. Detalle de las pelitas negras de la Fm. Pozo D-129 en pozo YPF.SC.PDA.x-1 entre los 4532 y 4514 mbbp.

Pozo YPF.SC.PD.x-1 (Punta Delgada):

Este pozo se encuentra ubicado cerca del límite entre el Flanco Norte y el Centro de Cuenca (Fig. 5) y constituye el pozo más profundo perforado en la CGSJ, con una profundidad final de 5158 mbbp. La descripción detallada del registro de *cutting* permitió documentar la presencia de la Fm. Pozo D-129 en la parte más profunda del pozo con un espesor de 1178 m, a pesar de no estar descrita en el legajo. Está compuesta por pelitas negras, areniscas, tobas, limolitas y

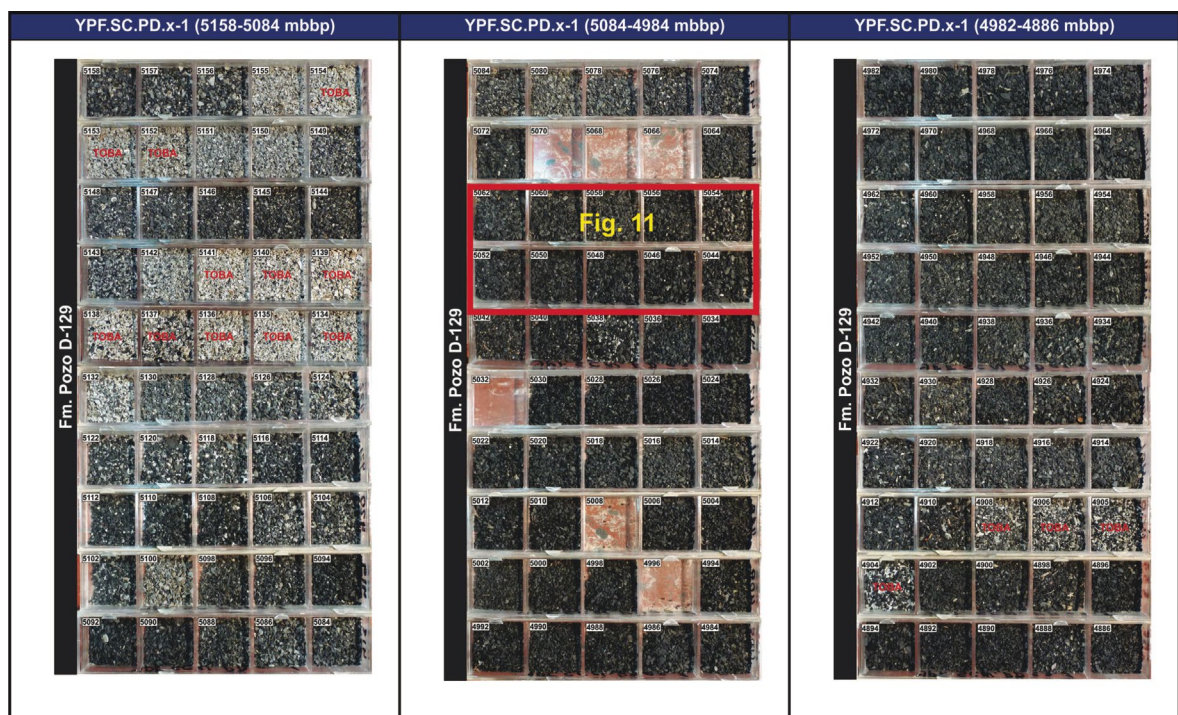


Figura 10. Fotografías del registro de cutting del pozo YPF.SC.PD.x-1 entre los 5158 y 4886 mbbp, mostrando la parte más profunda del pozo con depósitos de la Fm Pozo D-129. Las profundidades decrecen de derecha a izquierda y de arriba hacia abajo. Ubicación de la Figura 11.

limolitas tobáceas (Fig. 10). Se destaca que no se reconocieron calizas oolíticas en todo el intervalo revisado. La Fm. Mina El Carmen está compuesta de forma predominante por limolitas y limolitas tobáceas, algunas areniscas y muy escasas tobas; el escaso contenido en material volcanoclástico en esta unidad imposibilitó poder definir su techo a partir de información litológica.

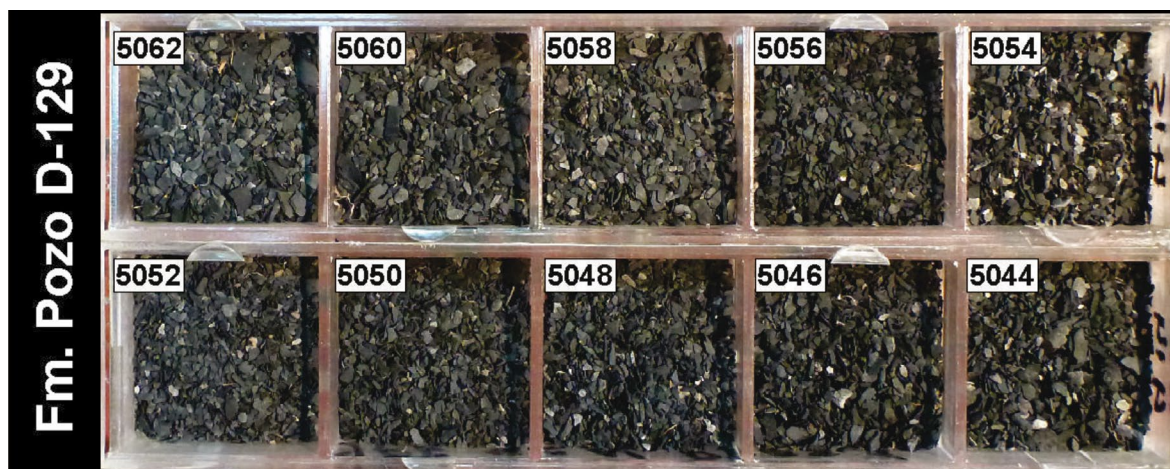


Figura 11. Detalle de las pelitas negras de la Fm. Pozo D-129 en pozo YPF.SC.PD.x-1 entre los 5062 y 5044 mbbp.

POZOS DE OFFSHORE

Se describió el registro de *cutting* de varios pozos ubicados en el *offshore* de la CGSJ, que por razones de confidencialidad no se indicarán sus nombres. Entre los rasgos más destacados se puede mencionar la escasez o ausencia de niveles tobáceos en la Fm. Mina El Carmen, al igual que en los pozos del onshore cercanos a la costa (YPF.SC.PDA.x-1 e YPF.SC.PD.x-1).

A partir de los límites formacionales definidos con información de *cutting* en los pozos YPF.E.xp-914 e YPF.SC.PDA.x-1, se realizó una correlación regional esquemática horizontalizada a la base de la Fm. Mina El Carmen (Fig. 12). La Fm. Matasiete se acuña hasta desaparecer al sur ya que no se encuentra presente en la zona de centro de cuenca. Resulta notable la ausencia de calizas oolitas en la Fm. Pozo D-129 en el pozo YPF.SC.PDA.x-1.

SECCIONES SÍSMICAS E INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se analizó el registro sísmico del Flanco Norte y Centro de Cuenca, con especial énfasis en la identificación del tope de la Fm. Pozo D-129 en la zona de estudio. La sección sísmica de la figura 13 tiene proyectados los pozos YPF.Ch.CCe.xp-2414, YPF.Ch.E.xp-914 (Flanco Norte) e YPF.SC.PDA.x-1 (Centro de Cuenca), cuya ubicación se detalla en la figura 5. En términos generales, la sección sísmica muestra que la profundización de la cuenca hacia el sur tiene lugar tanto por fallas normales principales (que inclinan al sur), como por variaciones regionales de espesor. Se

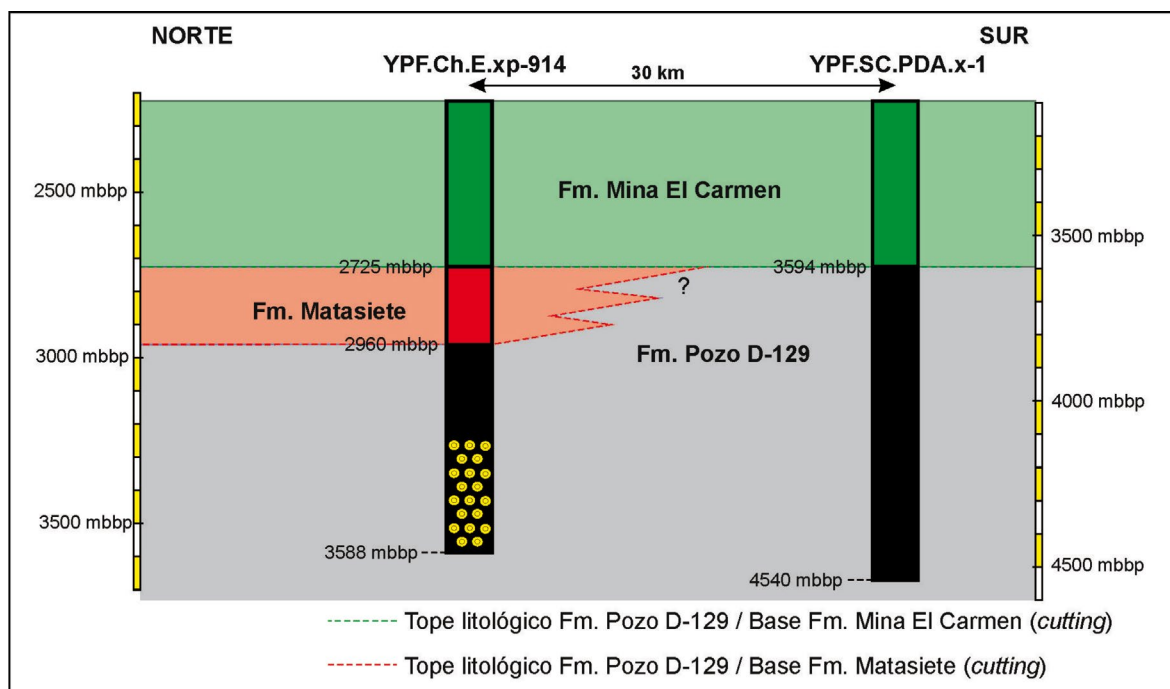


Figura 12. Correlación litoestratigráfica simplificada entre los pozos YPF.Ch.E.xp-914 (Flanco Norte) e YPF.SC.PDA.x-1 (Centro de Cuenca), horizontalizando la base de la Fm. Mina El Carmen. Se muestran las relaciones estratigráficas interpretadas entre las formaciones Pozo D-129, Matasiete y Mina El Carmen (para ubicación ver Fig. 5).

reconoció un *marker* sísmico de alta reflectividad, interpretado *a priori* como el tope sísmico de la Fm. Pozo D-129 en este sector de la cuenca; para asegurar su significado sismoestratigráfico se lo correlacionó regionalmente con el sector de la Faja Plegada de San Bernardo donde coincide con el *marker* definido por Atencio *et al.* (2015).

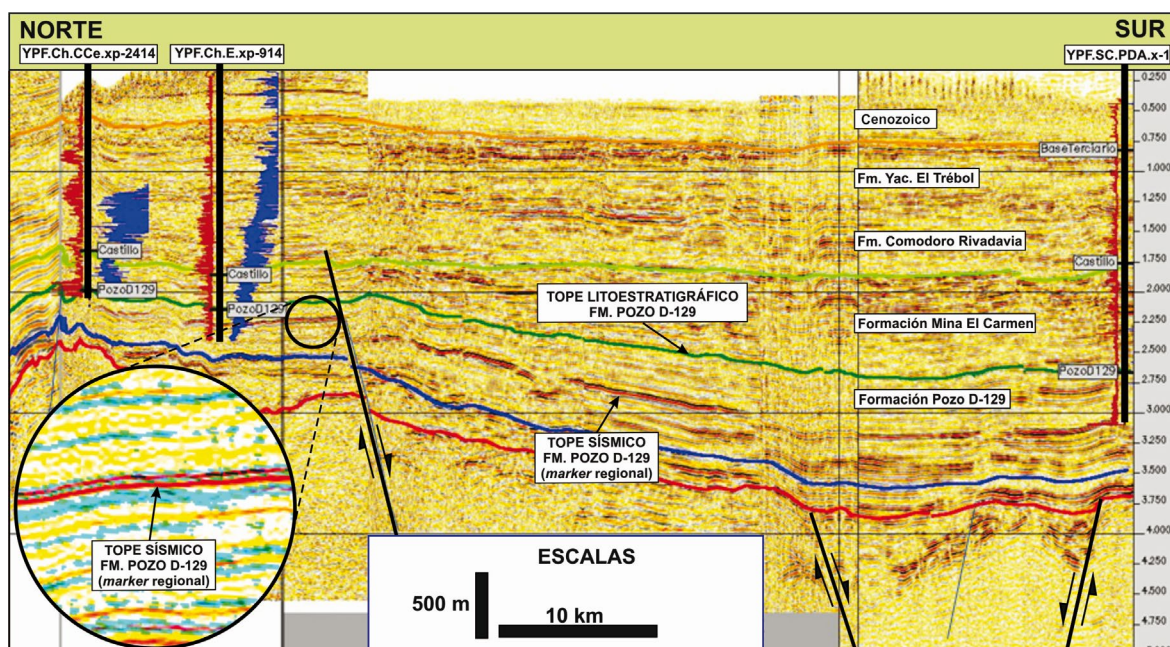


Figura 13. Sección sísmica entre los pozos los pozos YPF.Ch.E.xp-914 (Flanco Norte) e YPF.SC.PDA.x-1 (Centro de Cuenca). Para su ubicación ver figura 3.

Luego se realizó la calibración de la sección sísmica a partir de los pases formacionales definidos con el registro de *cutting*, donde el tope litoestratigráfico de la Fm. Pozo D-129 fue definido con primer registro de pelitas negras. Los resultados obtenidos permiten observar con claridad que el *marker* sísmico regional utilizado como referencia del tope de la Fm. Pozo D-129 en el ámbito de la Faja Plegada de San Bernardo queda por debajo del límite litoestratigráfico definido a partir de *cutting* (Fig. 13), a modo de reflector intra Fm. Pozo D-129. A juzgar por la información sísmica y tal como indica el legajo del pozo YPF.SC.PDA.x-1, éste no habría ingresado a la Fm. Pozo D-129. Sin embargo, el registro de *cutting* muestra lo contrario, con 964 m atravesados en esta unidad definidos por la presencia de pelitas negras, diagnósticas de la unidad.

Resulta interesante notar que el *marker* sísmico usando como referencia del tope de la Fm. Pozo D-129 coincide con el inicio de las calizas oolíticas en el pozo YPF.Ch.E.xp-914 (Fig. 14). También resulta sugerente que la desaparición hacia el sur de la Fm. Matasiete tenga lugar luego de un escalón tectónico de gran importancia que estructura este sector de la cuenca. Por esta razón, no se descarta que la distribución de paleoambientes para el sistema Matasiete/Pozo D-129 haya estado controlado localmente por esta falla normal principal, con sistemas fluviales en el bloque alto (Fm. Matasiete) y lacustres en el bajo (Fm. Pozo D-129). El aporte de mayor impacto que surge de la calibración multiescala realizada es la diferencia de 922 m entre el tope litoestratigráfico (3594 mbbp) y el tope sismoestratigráfico (4516 mbbp) de la Fm. Pozo D-129 en el pozo YPF.SC.PDA.x-1 (Fig. 14). Esta misma configuración tiene su continuidad hacia el *offshore*

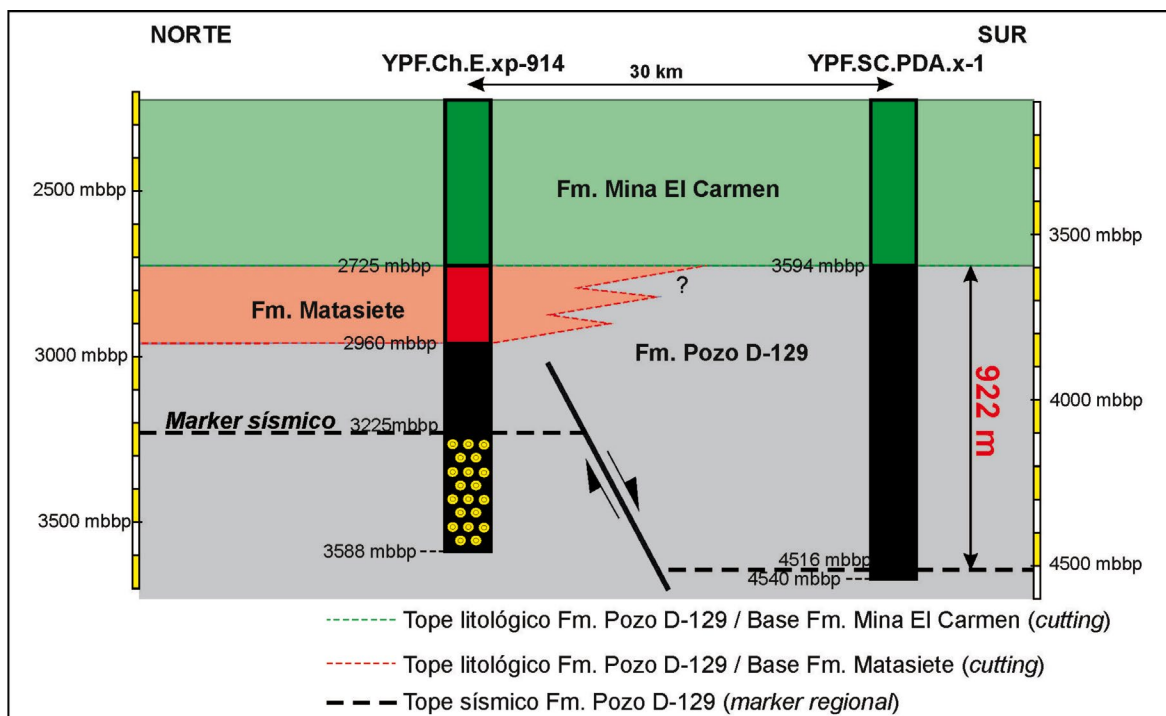


Figura 14. Esquema estratigráfico simplificado mostrando las relaciones entre las formaciones Pozo D-129, Matasiete y Mina El Carmen en el Flanco Norte-Centro de cuenca de la CGSJ a partir de la integración de información sísmica y litológica.

de la cuenca, donde fue posible reconocer el *marker* sísmico por debajo del tope litoestratigráfico. Este desfase entre ambos límites resulta particularmente llamativo, ya que habitualmente se los supone coincidentes o al menos próximos entre sí (Atencio *et al.* 2015).

En términos generales, los reflectores sísmicos son considerados como líneas tiempo para los análisis sismo-estratigráficos y de estratigrafía secuencial, desde los trabajos pioneros de Vail *et al.* (1977) y Mitchum *et al.* (1977) en adelante. Asumiendo que el *marker* sísmico regional representa una línea tiempo, cuando en el ámbito de la Faja Plegada de San Bernardo comenzaba la depositación de la Fm Mina El Carmen (justo por encima del *marker*), en el Centro de Cuenca (ej. YPF.SC.PDA.x-1) permanecía un lago tardío correspondiente a la retracción del sistema lacustre de la Fm. Pozo D-129.

La ausencia de calizas oolíticas en esta secuencia lacustre restringida, podría indicar ciertos cambios en la hidroquímica del cuerpo lacustre en su etapa final. La retracción del lago de Pozo D-129 hacia posiciones de mayor subsidencia (Centro de Cuenca *onshore* y *offshore*) sería un escenario imaginable para esta etapa, requiriendo de sedimentación fluvial y fluvio-deltaica parcialmente coetánea con la Fm. Mina El Carmen (Fig. 15). Este engranaje lateral entre ambas unidades (Pozo D-129 y Mina El Carmen) tendría lugar solo en este sector de la cuenca, donde la tasa de generación de espacio de acomodación fue lo suficientemente elevada como para mantener un cuerpo lacustre por más tiempo.

DISCUSIÓN E IMPORTANCIA PROSPECTIVA

Sistema Pozo D-129/Matasiete

El sistema fluvial-lacustre de las formaciones Matasiete y Pozo D-129 tuvo necesariamente ambientes de transición de tipo litoral-deltaico a lo largo de su historia evolutiva. En particular, estos paleoambientes debieron ser los predominantes durante la colmatación final del lago, tal como lo muestran los escasos afloramientos en la parte cuspidal de la unidad (Hechem *et al.* 1987; Paredes *et al.* 2014; Allard *et al.* 2017) y la información de subsuelo (Iovine *et al.* 2013). Por ello, aunque el uso del “cuello pelítico” depositado durante la máxima expansión del lago de la Fm. Pozo D-129 y su evidente respuesta en secciones sísmicas (*marker*) sea práctico para la definición del tope de Pozo D-129 en la Faja Plegada de San Bernardo (Atencio *et al.* 2015) Los resultados de este trabajo indican que no siempre hay coincidencia con el tope litoestratigráfico, tal como muestra la figura 14, el desfase entre el límite sismoestratigráfico y el litoestratigráfico es superior a los 900 de metros, donde el *marker* de mayor reflectividad queda como un horizonte intra-formacional para Pozo D-129. Posiciones intermedias entre el centro de cuenca y la Faja Plegada de San Bernardo tendrían depósitos litorales en posiciones más cercanas al *marker* sísmico regional.

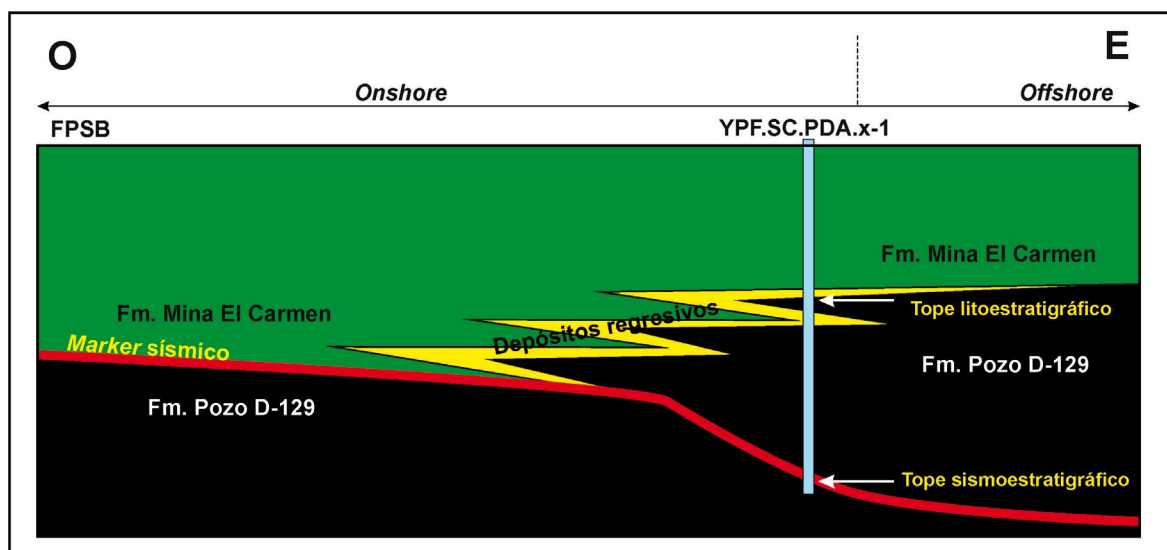


Figura 15. Cuadro de relaciones estratigráficas durante la desecación final del lago de Pozo D-129, con una relación de engranaje lateral entre las formaciones Pozo D-129 y Mina El Carmen en sectores de Centro de Cuenca y Offshore. Sin escalas.

Estos resultados llevan implícita la necesidad de reformular y/o reflexionar sobre algunos aspectos de distinta consideración: 1) desde lo metodológico, se considera necesario revisar sistemáticamente la información de los legajos de pozo en relación al registro de *cutting* al momento de utilizarlos como referencia para futuros proyectos, ya que en algunos casos requieren de un ajuste sustancial. Al mismo tiempo, los límites de legajo pueden estar definidos por criterios geológicos distintos a los aceptados en la actualidad, lo cual agrega confusión y desfase en los mismos (ver Allard *et al.*, 2018), 2) desde lo prospectivo, la diferencia entre el tope sísmico (*marker* regional) y el litoestratigráfico (*cutting*) de la Fm. Pozo D-129 en este sector de la cuenca abre la posibilidad de encontrar depósitos regresivos fluvio-deltaicos y litorales por encima del mencionado *marker*, que en algunos casos revisten características de interés como roca reservorio (Fig. 15), 3) desde el impacto en los sistemas petroleros que tienen a la Fm. Pozo-D-129 como roca madre, el reconocimiento de depósitos lacustres con potencial olegenético (pelitas negras) por encima del *marker* sísmico, implicaría redefinir algunos parámetros ya que la roca madre habría alcanzado menor grado de maduración que el estimado en este sector de la cuenca (menor profundidad) y 4) también se generan nuevos interrogantes, ya que resulta necesario explicar el significado de reflectores de alta impedancia acústica dentro de la Fm. Pozo D-129 (*marker* sísmico); en este sentido resulta interesante hacer notar que en el pozo YPF.Ch.E.xp-914 el *marker* sísmico coincide con fin del registro de calizas oolíticas en la Fm. Pozo D-129 (Fig. 14).

FORMACIÓN MINA EL CARMEN

Los criterios para reconocer las unidades litoestratigráficas del Grupo Chubut en la Faja Plegada de San Bernardo están basados en los trabajos pioneros de Feruglio (1949), Lesta y Ferello (1972) y

Clavijo (1986), entre otros. Los trabajos de Merta (1974), seguidos por Hechem y Strelkov (2002) y Figari *et al.* (1999, 2002) muestran un incremento de la proporción de material volcanoclástico resedimentado en el sector occidental de la cuenca para la Fm. Pozo D-129. Sin embargo, la revisión sistemática del registro de *cutting* en diferentes sectores de la cuenca permitió reconocer una disminución general del contenido tobáceo en el Grupo Chubut hacia sectores de Centro de Cuenca y *Offshore*. Esta variación se hace particularmente notable para la Fm. Mina El Carmen, cuyo equivalente de superficie (Fm. Castillo) constituye la unidad litoestratigráfica del Grupo Chubut con mayor cantidad de depósitos volcanoclásticos en la Faja Plegada de San Bernardo (Paredes *et al.* 2015). Recientemente, se están dando los primeros pasos en la caracterización y correlación de patrones geoquímicos en distintas unidades de la CGSJ (Allard *et al.* 2018).

La escasez de niveles de tobas en la Fm. Mina El Carmen en los pozos de centro de cuenca (ej. YPF.SC.PDA.x-1, YPF.SC.PD.x-1) y *offshore* analizados es tan marcada, que dificulta la definición de su tope litoestratigráfico, ya que composicionalmente no muestra diferencias evidentes con las formaciones Comodoro Rivadavia y Cañadón Seco. En estos casos es necesario recurrir de manera obligatoria a criterios basados en la respuesta de perfiles eléctricos para definir la posición de los límites formacionales. El decrecimiento paulatino del contenido volcanoclástico en la Fm. Mina El Carmen hacia el sector de Centro de Cuenca y *Offshore* podría explicarse de manera lineal con el incremento de la distancia al área fuente (arco magmático andino). Esta interpretación supone que la ceniza volcánica fue transportada exclusivamente en suspensión por los vientos provenientes del oeste y depositada por caída de ceniza en distintos sectores de la cuenca. Sin embargo, también debe considerarse que una parte importante del material volcanoclástico fue incorporado a la cuenca a través de sistemas de transferencia cuyas redes de drenaje se ubicaban preferentemente en zonas más cercanas al arco magmático cretácico (Allard *et al.* 2015).

CONSIDERACIONES FINALES

- Se reconoció la presencia de la Fm. Matasiete en el Flanco Norte de la CGSJ, más específicamente en el Yacimiento El Trébol. Este resultado aporta al entendimiento general del sistema fluvio-lacustre de las formaciones Matasiete/Pozo D-129 y su configuración paleogeográfica regional.
- Se documentó la presencia de la Fm. Pozo D-129 en sectores del centro de cuenca por encima del *marker* sísmico utilizado como referencia de su tope. Este dato supone la existencia de depósitos lacustres profundos, litorales y fluvio-deltaicos dentro del intervalo sísmico basal asignado sísmicamente hasta ahora como Fm. Mina El Carmen.
- Los resultados obtenidos condicionan el uso del *marker* sísmico como límite formacional en la zona de centro de cuenca y revalorizan el uso de información de *cutting*.
- Se considera posible que durante la desecación del lago de Pozo D-129, el sector de mayor

subsistencia ubicado en el Centro de Cuenca, permitió la permanencia de un lago perenne de forma sincrónica con la Fm. Mina El Carmen. La ausencia de calizas oolíticas en este último sistema lacustre podría representar cambios sustanciales en la hidroquímica del cuerpo agua.

- El tope litoestratigráfico de la Fm. Mina El Carmen no es reconocible a partir del análisis de *cutting* en posiciones de Centro de Cuenca y sectores del *Offshore*, ya que su contenido de tobas suele ser muy escaso.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen a la empresa YPF S.A. por permitir difundir los resultados de este estudio interno. Se agradece especialmente al personal de los archivos de km4 (Comodoro Rivadavia) y Avellaneda (Buenos Aires) por la predisposición en la preparación de las muestras durante el trabajo. Se agradece a los revisores del trabajo por sus comentarios y sugerencias que mejoraron sustancialmente la versión original.

REFERENCIAS CITADAS

- Allard, J.O., J.M. Paredes, N. Foix y R.E. Giacosa, 2015, "Conexión cretácica entre las cuencas del Golfo San Jorge y Cañadón Asfalto (Patagonia): paleogeografía, implicancias tectonoestratigráficas y su potencial en la exploración de hidrocarburos". Revista de la Asociación Geológica Argentina, vol. 72 (1): 21-37.
- Allard, J.O., N. Foix y S. Buetti, 2017, "Nuevo hallazgo de la Formación Pozo D-129 en el anticlinal del cerro Kepi (Sierra Silva, cuenca del Golfo San Jorge): paleoambiente, estratigrafía y controles externos". Resúmenes XX Congreso Geológico Argentino, ST1, p. 1-6. San Miguel de Tucumán.
- Allard, J.O., N. Foix, M.L. Ferreira y M. Atencio, 2018, "(Re)visión de secuencias sedimentarias cretácicas en pozos profundos de la cuenca del Golfo San Jorge: litoestratigrafía, quimioestratigrafía y controles estratigráficos externos". Este Congreso.
- Atencio, M., J. Edelvais, Y. Basile, S. Utgé y F. Späth, 2015, "Geomorfología sísmica de la última transgresión lacustre de la Formación Pozo D-129 en la región de la Faja Plegada, cuenca del Golfo San Jorge". Revista de la Asociación Geológica Argentina 72 (1), 136-147.
- Clavijo, R., 1986, "Estratigrafía del cretácico inferior en el sector occidental de la Cuenca Golfo San Jorge". Boletín de Informaciones Petroleras, 9: 15-32. Buenos Aires.
- Feruglio, E., 1949, "Descripción Geológica de la Patagonia". Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Vol. 1, p. 1-334. Buenos Aires.
- Fitzgerald, M.G., R.M. Mitchum, M.A. Uliana y K.T. Biddle, 1990, "Evolution of the San Jorge Basin, Argentina". American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 74 (6): 879-920. Tulsa.

- Figari, E., M. Cid de la Paz y G. Laffitte, 1996, "Modelos de hemigrábenes en el Neocomiano del sector occidental de la Cuenca del Golfo de San Jorge, Argentina: Sistemas petroleros, origen e inversión tectónica". Boletín de Informaciones Petroleras 212 (33), 5-18.
- Figari, E.G., E. Strelkov, G. Laffitte, M.S. Cid de la Paz, S. Courtade, J. Celaya, A. Vottero, S. Lafourcade, R. Martinez y H. Villar, 1999, "Los sistemas petroleros de la Cuenca del Golfo San Jorge: Síntesis estructural, estratigráfica y geoquímica". 4° Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Actas, p. 197-237. Buenos Aires.
- Figari, E.G., E. Strelkov, M.S. Cid de la Paz, J. Celaya, G. Laffitte y H. Villar, 2002, "Cuenca del Golfo San Jorge: Síntesis estructural, estratigráfica y geoquímica". Relatorio XV Congreso Geológico Argentino, III, p. 571-601. El Calafate.
- Fitzgerald, M.G., R.M. Mitchum, M.A. Uliana y K.T. Biddle, 1990, "Evolution of the San Jorge Basin, Argentina". American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 74 (6): 879-920. Tulsa.
- Foix, N., J.O. Allard, M.L. Ferreira y M. Atencio, 2018, "Influencia del basamento igneo-metamórfico en la sedimentación del Grupo Chubut: implicancias en la calidad de sus rocas reservorio en el Flanco Norte y Offshore de la cuenca del Golfo San Jorge". Este Congreso.
- Hechem, J.J. y E.E. Strelkov, 2002, "Secuencia sedimentaria mesozoica del Golfo San Jorge". In: Haller, J.M. (Ed.), Geología y recursos Naturales de Santa Cruz. 15° Congreso Geológico Argentino, vol. 1, pp. 129-147. Buenos Aires.
- Hechem, J.J., E.G. Figari y E.A. Musacchio, 1987, "Hallazgo de la Formación Pozo D-129". Petrotecnia 28 (11), 13-15.
- Hechem, J.J., J.F. Homoc y E.G. Figari, 1990, "Estratigrafía del Chubutiano (Cretácico) en la Sierra de San Bernardo, cuenca del Golfo San Jorge, Argentina". 11° Congreso Geológico Argentino, vol. 3, pp. 173-176. San Juan.
- Iovine, G., M.L. Ferreira, M. Foster y A. Santangelo, 2013, "Nuevas consideraciones paleoambientales de la Formación Pozo D-129, en el área de la provincia de Santa Cruz: integración de datos". Primeras Jornadas Geológicas de la Cuenca del Golfo San Jorge, Resúmenes: 29-30, Comodoro Rivadavia.
- Lesta, P. y R. Ferello, 1972, "Región Extraandina del Chubut y norte de Santa Cruz". En Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, Leanza, A.F. (Ed.): 601-654. Córdoba.
- Merta, J. 1974, "Planos varios de la cuenca del Golfo San Jorge". Informe Yacimientos Petrolíferos Fiscales (inédito), 5 p., Comodoro Rivadavia.
- Mitchum Jr., R.M., P.R. Vail y S. Thompson III, 1977, "Seismic stratigraphy and global changes of sea-level, part 2: the depositional sequence as a basic unit for stratigraphic analysis". En: Payton, C.E. (Ed.), Seismic Stratigraphy - Applications to Hydrocarbon Exploration. Memoir, vol. 26. American Association of Petroleum Geologists, pp. 53-62.
- Rodríguez, J.F.R. y R. Littke, "Petroleum generation and accumulation in the Golfo San Jorge Basin, Argentina: a basin modeling study". Marine and Petroleum Geology 18, 995-1028.
- Paredes, J.M., N. Foix, F. Colombo, A. Nillni y R. Marquillas, 2007, "Volcanic and climatic control on fluvial style in a high energy systems: the Lower Cretaceous Matasiete Formation, Golfo San Jorge basin, Argentina". Sedimentary Geology 202, 96-123.

- Paredes, J.M., J.O. Allard, N. Foix, B. Álvarez y S. Olazábal, 2014, "Sedimentología y perfiles de rayos gamma de la Formación Pozo D-129 (Aptiano) en la Sierra de San Bernardo, Chubut". IX Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, p. 455-479. Mendoza.
- Paredes, J.M., N. Foix, J.O. Allard, F. Colombo y M. Tunik, 2015, "Alluvial architecture of reworked pyroclastic deposits in peri-volcanic basins: Castillo Formation (Albian) in the Golfo San Jorge basin, Argentina". *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 72, p. 42-62.
- Paredes, J.M., N. Foix y J.O. Allard, 2016, "Sedimentology and alluvial architecture of the Bajo Barreal Formation (Upper Cretaceous) in the Golfo San Jorge basin: outcrop analogues of the richest oil-bearing fluvial succession in Argentina". *Marine and Petroleum Geology*, vol. 72, 317-335.
- Paredes, J.M., N. Foix, J.O. Allard, M.N. Valle y S.R. Giordano, 2018, "Complex alluvial architecture, paleohydraulics and controls of a multichannel fluvial system: Bajo Barreal Formation (Upper Cretaceous) in the Cerro Ballena anticline, Golfo San Jorge Basin, Patagonia". *Journal of South American Earth Science* 85, 168-190.
- Ramos, V.A., 2015, "Evolución de la cuenca Golfo San Jorge: su estructuración y régimen tectónico". *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 72 (1), p. 16-24.
- Rodriguez, J.F. y R. Littke, 2001, "Petroleum generation and accumulation in the Golfo San Jorge Basin, Argentina: a basin modeling study". *Marine and Petroleum Geology* 18, 995-1028.
- Sciutto, J.C., 1981, "Geología del codo del río Senguerr, Chubut, Argentina", VIII Congreso Geológico Argentino, Actas 3, 203-219, San Luis, Argentina.
- Sylwan, C.A., 2001, "Geology of the Golfo San Jorge basin, Argentina". *Journal of Iberian Geology*, 27:123-157.
- Sylwan, C., C. Droeven, J. Iñigo, F. Mussel y D. Padva, 2011, "Cuenca del Golfo San Jorge". 8º Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos. Simposio Cuencas Argentinas: visión actual, Actas electrónicas, 46 p., Buenos Aires.
- Umazano, A.M., E.S. Bellosi, G. Visconti y R.N. Melchor, 2012, "Detecting allocyclic signals in volcanoclastic fluvial successions: facies, architecture and stacking pattern from the Cretaceous of central Patagonia, Argentina". *Journal of South American Earth Science* 40, p. 94-115.
- Vail, P.R., R.M. Mitchum Jr. y S. Thompson III, 1977, "Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 3: relative changes of sea level from coastal onlap. En: Payton, C.E. (Ed.), *Seismic Stratigraphy - Applications to Hydrocarbon Exploration*. Memoir, vol. 26. American Association of Petroleum Geologists, pp. 63-81.



**10° CONGRESO DE
EXPLORACIÓN Y
DESARROLLO DE
HIDROCARBUROS**

**Energía y Sociedad
aliados inseparables
Mendoza 2018**