

INTERPRETACIÓN SÍSMICA Y GEOLÓGICA EN RESERVORIOS TIPO TIGHT. CASO DE ESTUDIO: FORMACIÓN POZO D-129. CUENCA DEL GOLFO SAN JORGE, ARGENTINA

Andrea A. Alaimo Flores¹, Matías M. Salvarredy Aranguren^{1,2}, Brahim Aguil Martínez¹,
María Sol Álvarez Lobbe¹, Nahuel Raineri¹, Teresa Santana¹

1: YPF S.A.

2: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

Palabras clave: reservorios tight, Formación Pozo D-129, interpretación sísmica, geocuerpo, descomposición espectral_

ABSTRACT

In the Golfo San Jorge Basin, the fluvio-lacustrine Pozo D-129 Formation is the most important source rock of the basin. In recent years, this formation acquired a significant productive relevance from the tight and hybrid reservoirs from its Upper Section. In the present work, integrated studies help delineate the various reservoir's depositional environment in the western and southern flanks of the CGSJ with a significant contribution from 3D seismic interpretation. Time thickness maps, from the detailed definition of regional horizons associated with the productive levels of the different deposits, assisted in the depositional environment delineation. In this regional interpretation analysis, the productive zone's location is related to the sedimentary corridors proposed by other authors for the different work areas. Frequency and amplitude's seismic attributes allow the identification and extraction of geobodies geometries and dimensions, associated with specific depositional processes. The integration of these seismic studies with well data, such as electrical and mud logs, and cores, permitted the generation of reservoir-scale depositional models for this Formation.

INTRODUCCIÓN

La Cuenca del Golfo San Jorge está ubicada en la Patagonia central, entre las latitudes 44° y 47°S, cubriendo una superficie de aproximadamente 170.000 km². Es una cuenca de tipo intracratónica, predominantemente extensional, y tiene una orientación general E-W desde la Cordillera de los Andes al Océano Atlántico.

Su basamento económico es el Complejo Volcánico Sedimentario (Clavijo R., 1986) e incluye el registro Jurásico de la cuenca (Grupo Bahía Laura o Lonco Trapial), constituyendo el relleno inicial de *sinrift* (Figari E. *et al.* 1999). Luego, comienza el ciclo sedimentario Neocomiano

(Fm. Pozo Anticlinal Aguada Bandera, lacustre, y Fm. Pozo Cerro Guadal, deltaico-estuarino), bajo condiciones de rift tardío, cuyos depósitos se encuentran rellenando sintectónicamente los grábenes y hemigrábenes con sedimentos lacustres y esporádicas transgresiones marinas del Pacífico. El ciclo sedimentario Chubutiano se inicia posteriormente al basculamiento regional del eje principal de la cuenca hacia el Este.

La Formación Pozo D-129 (P. D-129), principalmente de origen fluvio-lacustre, es la roca madre más importante de la cuenca. Su edad Barremiana-Aptiana, se basa en el análisis de palinomorfos y microfósiles de cuttings de pozos.

El foco del presente trabajo se centra en la Sección Superior de la unidad, depositada en un ambiente lacustre con distribución litofacial concéntrica de capas rojas y piroclásticas en los bordes, a depósitos lutíticos oscuros en la parte central de la cuenca. Sobreyaciendo a esta unidad, se depositó un conjunto de sedimentos continentales y con abundante participación piroclástica en condiciones de subsidencia termal generalizada. Estos depósitos contienen los reservorios con las mayores acumulaciones de hidrocarburos de la cuenca. Durante el Cenozoico, se alternan depósitos marinos y continentales (Fig. 1).

La transformación de la materia orgánica en petróleo se inició hace 90 millones de años en la parte central de la cuenca, y entre los 60 y 70 Ma en los flancos. Por lo que la Fm. P. D-129 se encuentra sobremadura en el centro de la cuenca, en ventana de generación en los flancos, y poco madura en los bordes de cuenca, de estar presente.

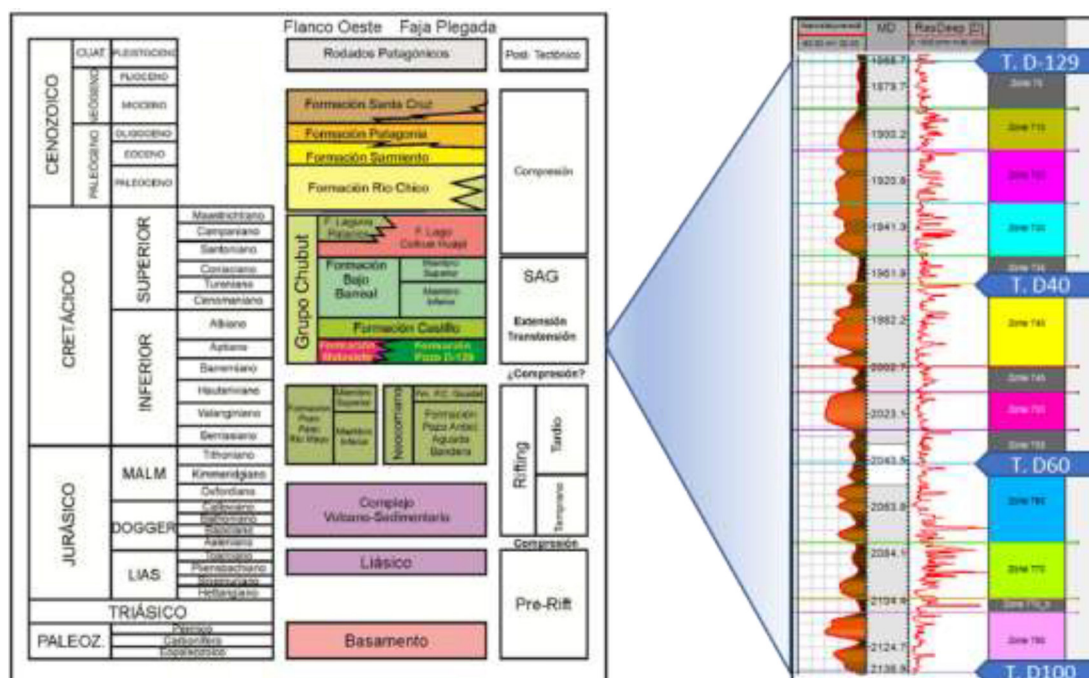


Figura 1. Izquierda: Cuadro estratigráfico de la cuenca del Golfo San Jorge, Flanco Oeste y Faja Plegada. Tomado de Allard, J.O. y N. Foix, 2015. Derecha: Columna estratigráfica del intervalo productivo de la Fm. P. D-129 en el flanco oeste de la CGSJ. Los markers resaltados con flecha tienen respuesta sísmica como horizontes continuos y de amplitud media a alta.

La cuenca sufre inversión tectónica durante el Mioceno, dando origen a la Faja Plegada de San Bernardo (N- S, Homovc J. F. *et al.* 1995). Sin embargo, recientemente se han propuesto teorías alternativas para el origen del espacio de acomodación de la depositación del Grupo Chubut. Algunos autores sostienen que corresponde a una cuenca de antepaís fragmentado relacionada con la orogenia andina (Folguera A. y Ramos V. A., 2011; Gianni G. *et al.* 2014), con desarrollo de depocentros extensionales sinorogénicos al este en una cuenca de tipo impactógeno (Gianni G. *et al.* 2015a y b). El sector occidental de la cuenca sufrió sucesivas reactivaciones extensionales durante el Cenozoico (Figari E. *et al.* 1999; Giacosa R. E. *et al.* 2004; Foix *et al.* 2012a). En el Flanco Oeste, a pesar de su mayor proximidad a la cadena andina, domina un estilo extensional ONO-ESE poco alterado por la compresión cenozoica (Figari E. *et al.* 1999). Sin embargo, trabajos más recientes reconocen una fase de contracción durante el Cretácico Superior en la subcuenca de Río Mayo (Homovc J. F. *et al.* 2011).

METODOLOGÍA

El área de estudio del presente trabajo se encuentra en el flanco Oeste y Sur de la CGSJ (Fig. 2), donde la Fm. P. D-129 produce de los primeros 100 a 150 m de su Sección Superior por debajo de un espeso nivel pelítico. Los reservorios productivos corresponden a areniscas tobáceas y tobas arenosas estimuladas hidráulicamente.

El principal objetivo de este trabajo es compartir el estado actual del entendimiento, en relación con la distribución areal y modelo paleogeográfico de los reservorios de la Fm. P. D-129. Los pozos exploratorios, de avanzada y sus desarrollos, permitieron identificar

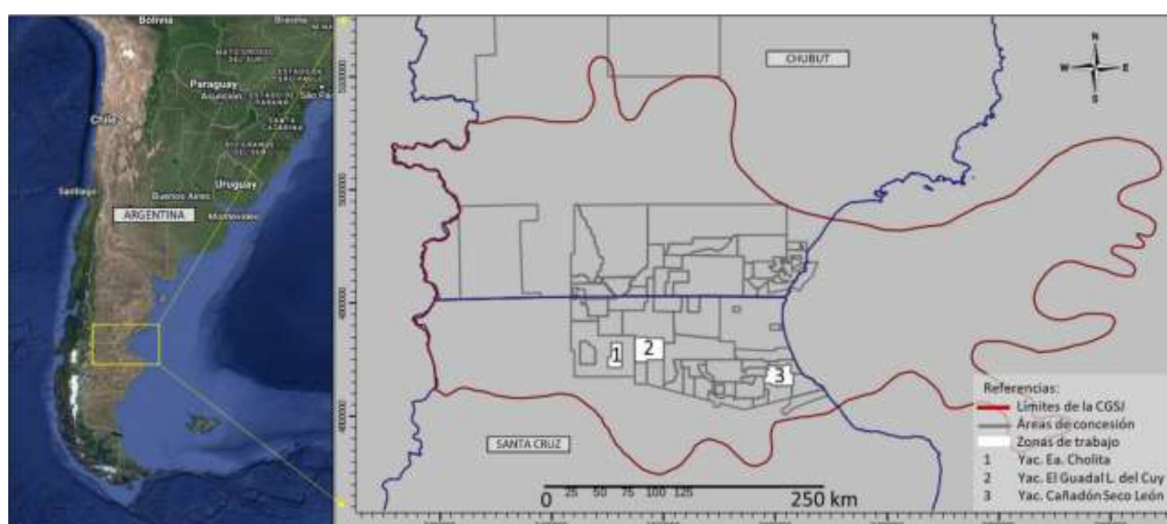


Figura 2. Izquierda: Mapa de ubicación geográfica de la Cuenca del Golfo San Jorge. Derecha: Ubicación de las áreas de este estudio (blanco).

acumulaciones de hidrocarburos, algunos en producción en la actualidad. Sin embargo, extender estos hallazgos, en muchos casos, conlleva un elevado riesgo de desarrollo. A los efectos de disminuir ese riesgo de desarrollo, es necesario utilizar el dato sísmico a su máximo potencial durante la interpretación sísmica y el análisis de atributos para identificar patrones, geometrías o geocuerpos que nos permitan generar modelos, críticos para entender la orientación y extensión de los reservorios productivos.

Se presentan diversas metodologías de trabajo a partir del dato sísmico para comprender la posición y distribución de los reservorios de la Fm. P. D-129 en varios yacimientos (Fig. 3). Estas metodologías de trabajo tienen como *input* clave la interpretación de detalle de los reflectores sísmicos dentro del intervalo productivo y de la estructura del yacimiento. Los reflectores sísmicos dentro del intervalo productivo poseen en general amplitudes medias a altas con buena continuidad lateral.

Los niveles pelíticos que separan las distintas secuencias de areniscas/areniscas tobáceas de la zona de interés presentan un espesor menor a la resolución sísmica, en algunos casos próximos a los 4 metros. Por lo tanto, los mapas de espesores en tiempo o isocronopáquicos proporcionan una metodología de trabajo tradicional muy ventajosa en varios yacimientos como una aproximación para relacionar la presencia de reservorios con aumentos en los espesores en tiempo. Los mapas a nivel columna productiva permiten identificar corredores sedimentarios (Allard J. *et al.* 2015) e identificar los principales lineamientos estructurales que los controlan. Los mapas a nivel de secuencias destacan zonas con excelente correspondencia con las correlaciones de pozo.

Los atributos sísmicos de frecuencia como la descomposición espectral, y los de amplitud fueron críticos en la identificación y extracción volumétrica de geoformas, permitiendo relacionarlas con geometrías asociadas a diversas morfologías en las zonas de aporte sedimentario de cuencas lacustres, por ejemplo; geometrías lobuladas con una disposición espacial acorde a

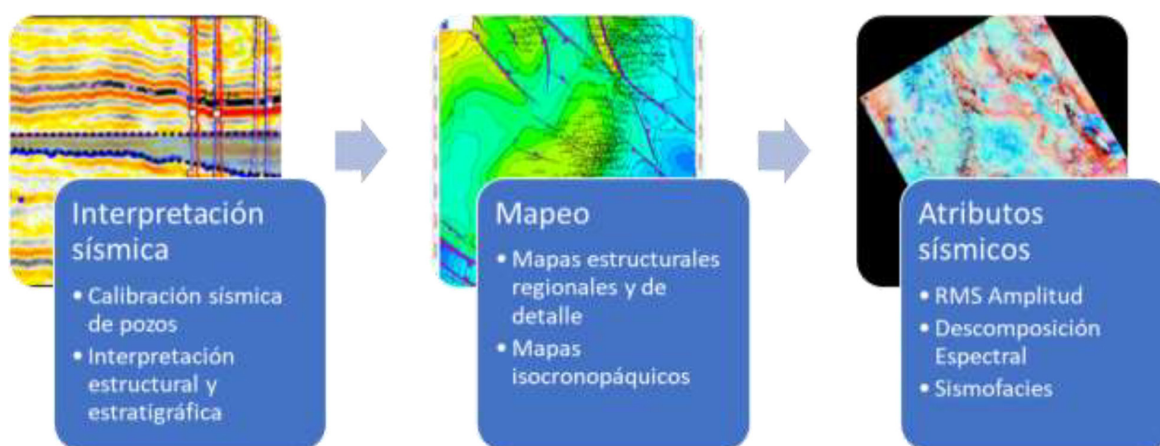


Figura 3. Flujo de trabajo propuesto para la interpretación de la Fm. P. D129 en el flanco oeste y sur de la CGSJ.

las zonas de aporte sedimentario a escala regional y local. Los mapas y volúmenes de atributos sísmicos se extraen y analizan a nivel de secuencias productivas y nos brinda detalles a escala del yacimiento.

RESULTADOS

La extracción de geometrías reconocidas mediante el uso de atributos sísmicos de amplitud y de frecuencia, permite construir modelos geológicos para predecir la distribución de reservorios, para entender el modelo paleogeográfico de la Fm. P. D-129 e integrarlo a los modelos regionales y al modelo estático de cada yacimiento. Se describe el impacto de cada una de las metodologías aplicadas en el presente trabajo.

1: Mapas de espesores en tiempo (isocronopáquicos)

Los mapas de espesores en tiempo se realizan para toda la columna productiva de la Fm. P. D-129 y se integran a los modelos paleogeográficos propuestos para la cuenca (Iovine G. *et al.* 2013; Allard J. *et al.* 2015) por ser una clara evidencia de presencia de corredores sedimentarios, estableciendo zonas preferenciales debido al mayor aporte de sedimentos. Por otro lado, nos permiten identificar cuáles son las fallas que controlan estos corredores sedimentarios y la orientación en que se distribuyen los sedimentos (Fig. 4).

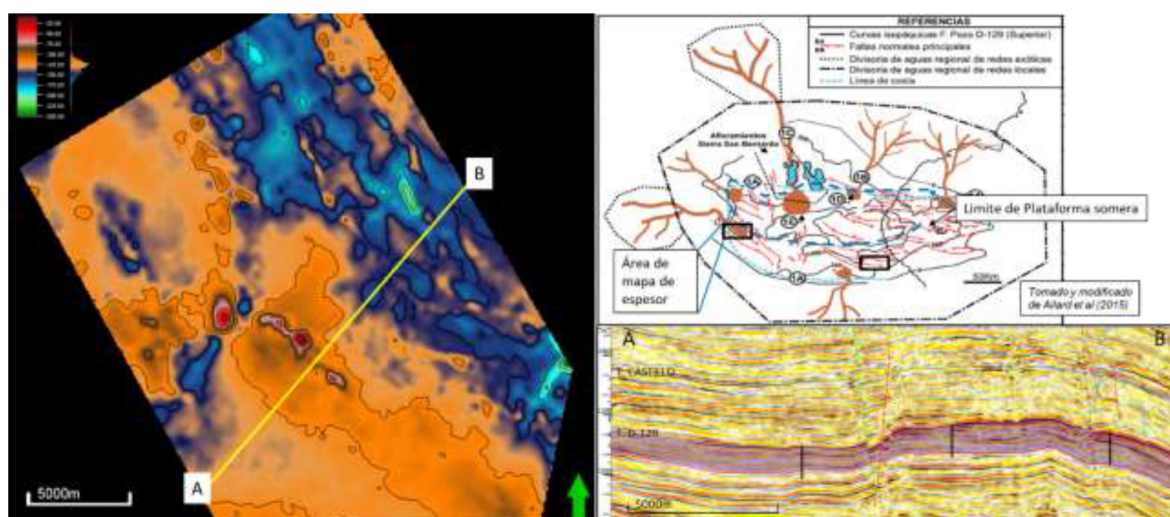


Figura 4. Izquierda: Isocronopáquico del intervalo productivo, Fm. P. D-129. Los tonos azules representan los mayores espesores; marrones, menores espesores. La distribución de los tonos azules está controlada por un tren de fallas NO-SE, con la proveniencia de sedimentos del NO, según estudios regionales. Derecha; arriba: Mapa paleogeográfico regional con ubicación del mapa de espesores, tomado de Raineri N. *et al.* 2022. Abajo: sección sísmica SO-NE donde se evidencian las variaciones de espesores de todo el intervalo productivo.

La Fig. 5 ejemplifica la interpretación sísmica y el modelo geológico de la zona, donde cada horizonte interpretado representa los topes geológicos semi regionales que separan las secuencias productivas, y los isocronopáquicos otorgan detalles locales de variaciones de espesor a nivel secuencia para la Fm. P. D-129. Este detalle permitió ubicar posiciones de pozos nuevos en el yacimiento por conocer la distribución de los espesores.

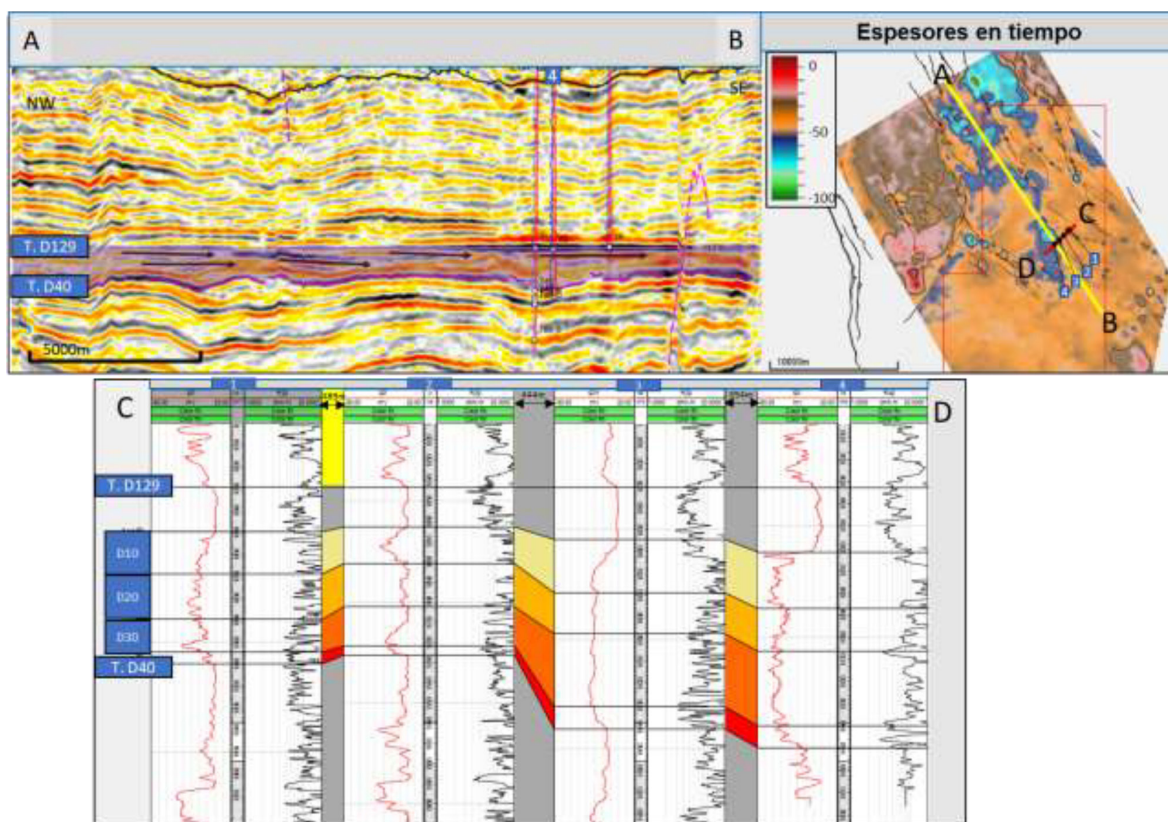


Figura 5. Corte sísmico A-B orientado en la dirección de aporte de los sedimentos; se resalta en color violeta el intervalo de la primera secuencia productiva (D129-D40). Mapa: isocronopáquico intervalo D129-D40 (tonos azules, mayores espesores; marrones, menores). Este mayor espesor tiene una orientación NW-SE y se extiende desde el área de Los Sauces conformando una depresión elongada para tiempos de depositación de la Fm. P. D-129 (Paredes *et al.* 2011). Abajo: Sección orientada perpendicular a la dirección de aporte de sedimentos, los pozos 1 y 2 están sobre los tonos marrones del mapa y los pozos 3 y 4 están sobre la zona azul. Notar la variación de espesor de la secuencia. Tomado de Alaimo A. *et al.* 2018.

2: Atributos sísmicos de amplitud

Los mapas de amplitudes RMS correspondientes al tope y niveles inferiores de la Fm. P. D129 proporcionan la variación local de la posición de la paleolínea regional (Iovine G. *et al.* 2013, Fig. 6) y el límite de la plataforma somera del paleolago (Alvarez Löbbecke M. S. *et al.* 2018, Salvarredy Aranguren M. *et al.* 2018) acoplando esta interpretación sísmica, imágenes de pozo y reexaminación de coronas obtenidas en el área de Las Mesetas. La identificación de una variación del límite de plataforma somero en el tiempo geológico nos permite interpretar límites donde comienza a prevalecer la decantación de material fino.

En el área de trabajo se observa una fluctuación de la posición de este límite (Fig. 6). La secuencia D40 indica una progradación de los procesos tractivos hacia centro de cuenca, mientras que el tope de la Fm. P- D129 se asocia a un evento regresivo de máxima expansión del lago. Esto nos permite identificar cuales son las zonas que podrían estar favorecidas por el aporte de material sedimentario grueso y, por lo tanto, al movernos hacia el sur-este esperamos encontrar principalmente depósitos finos. Esto fue confirmado por la presencia de un pozo exploratorio que contacta la anomalía en el Yacimiento Cerro Guadal Norte (sur-este de Ea. Cholita)

Por otro lado, los mapas de amplitud han mostrado anomalías en los niveles intra-secuencia productiva. En el área Cañadón Seco León se ha identificado una anomalía de amplitud RMS en niveles intermedios de la zona productiva (Fig. 7). La zona de anomalía cuenta con escasos datos de pozos, por lo que, para confirmar su relación con un rasgo geológico o sedimentológico se planteó un modelo análogo al que se tiene en la zona con datos de pozos. Esta analogía se interpretó con bases en la geometría y orientación de la anomalía ya que presentan similares características al modelado de la zona con pozos. Además, se identificaron clinoformas que confirmaron la dirección de aporte sedimentario interpretada en la zona con datos de pozos (Raineri N. *et al.* 2022).

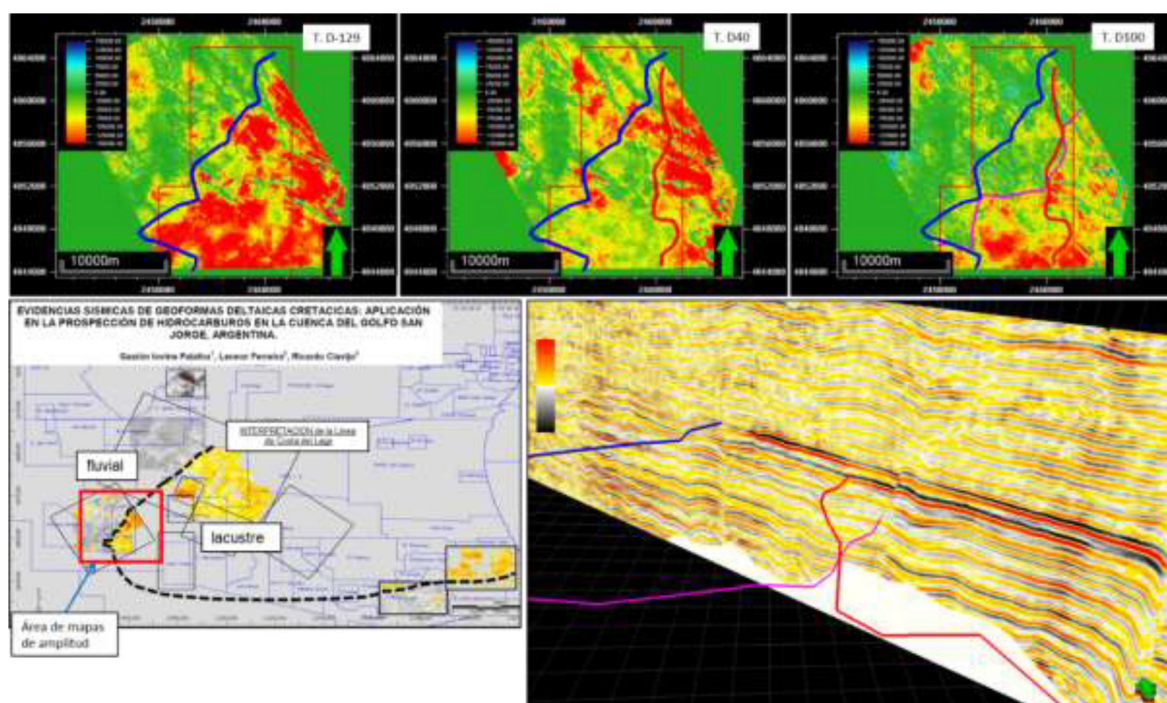


Figura 6. Arriba: mapas de extracción de amplitud RMS al tope de la Fm. P. D-129, al tope del nivel D40 y al tope de D100 (de izquierda a derecha). La línea azul marca la posición del límite que definiera Iovine G. *et al.* 2013, la línea roja y fucsia marcan una variación de amplitudes, similar a la observada al tope, pero en niveles más profundos. Abajo: Sección sísmica vista en 3D con cada una de las líneas que marcan el cambio de amplitudes en los mapas de arriba. Notar el cambio en el carácter de los reflectores hacia el SE.

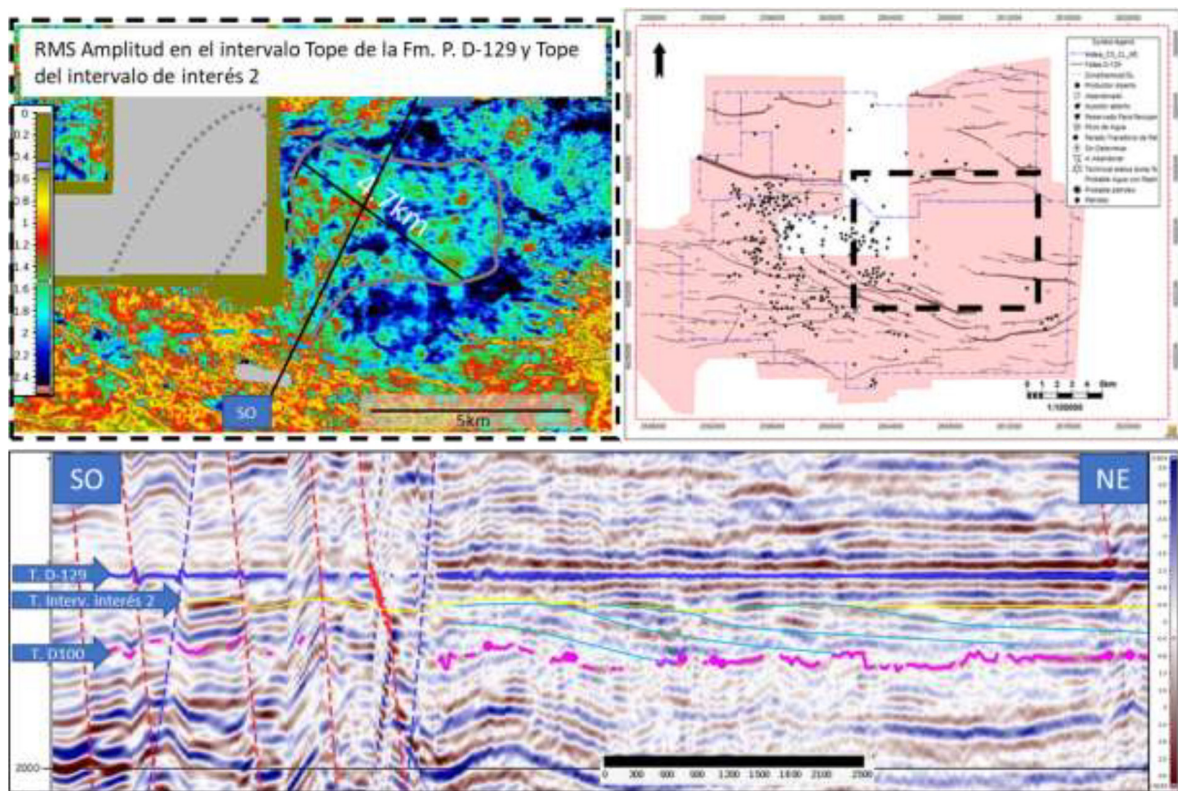


Figura 7. Arriba derecha: mapa de amplitudes RMS del intervalo productivo de la Fm. P. D-129 en el área Cañadón Seco León. Arriba Izquierda: Mapa de ubicación. Abajo: sección sísmica paralela a la dirección de aporte sedimentario, se interpretan clinoformas que confirman la dirección de aporte. Modificado de Raineri N. *et al.* (2022).

3: Atributos sísmicos de frecuencia

Se identificó una geometría elongada en dirección NO-SE en el Yacimiento Estancia Cholita mediante descomposición espectral, limitada lateralmente por las fallas principales del área hacia el NO y con mayor extensión lateral hacia el SE (Fig. 8). Se utilizó un *blend* RGB de las frecuencias 35, 47 y 56 hz para esta detección. Se observa una estrecha relación entre el geocuerpo extraído volumétricamente de la sísmica, y convertido a profundidad, con los marcadores geológicos a nivel secuencia en los pozos. Esto permitió definir los límites laterales de los reservorios, la reinterpretación del modelo estático y comprender los controles estructurales en la distribución de las secuencias productivas del yacimiento. Se confirmó la presencia de reservorios del geocuerpo hacia el SO en el Yac. Cerro Guadal Norte (CGuN) con espesores mucho más reducidos y con predominio de niveles finos. El geocuerpo fue poblado en el modelado estático de los reservorios, evidenciando un marcado control estructural de las fallas NO-SE limitando dicha anomalía.

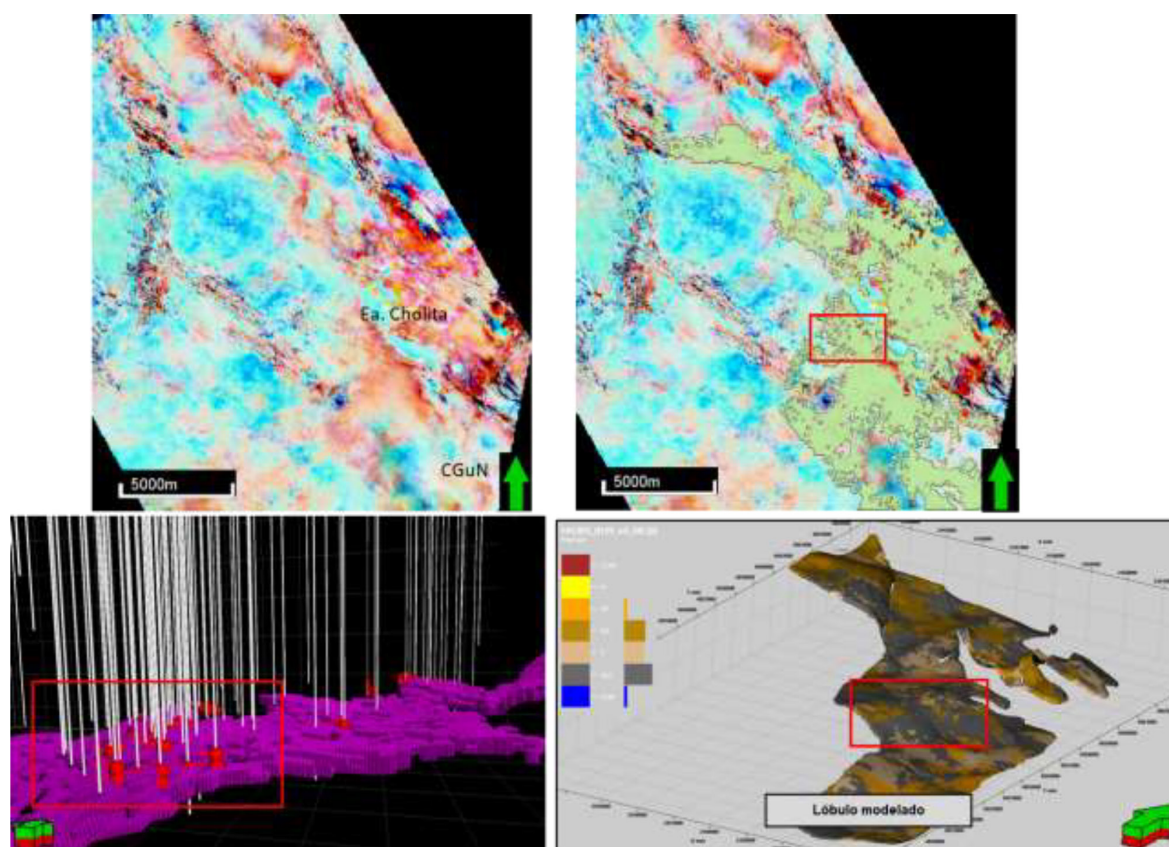


Figura 8. Arriba: Izquierda, descomposición espectral en el intervalo productivo D40-D60, los tonos naranjas representan la anomalía sísmica, Yac. Ea. Cholita. Derecha, en verde se visualiza en planta el geocuerpo extraído, notar que el mismo deja de estar confinado donde el tren de fallas NO-SE termina. Abajo: Izquierda, geocuerpo en profundidad y markers geológicos. Derecha: Modelado geológico del geocuerpo. Los recuadros rojos marcan la zona central del Yac. Ea. Cholita.

4: Mapas de sismofacies

El análisis de la variación de la forma de onda de la sísmica se utiliza como respuesta a la distribución de facies sedimentarias. En el área de estudio, se observa una distribución de facies en el yacimiento El Guadal Sur del Área (Aguil B. y Salvarredy Aranguren M., 2019, Fig. 9), con la presencia de un canal alimentador de orientación SE-NO que al alcanzar la falla extensional de rumbo SO-NE genera una acomodación originando un lóbulo deposicional en facies distales del paleolago. Las facies se tornan más finas a medida que se apartan del canal alimentador lateral y frontalmente, disminuyendo la calidad para reservorios tight, siendo un play de características más híbridas (Salvarredy Aranguren M. *et al.* 2022a) validados con los pozos perforados en el área.

La definición de un modelo estructural a partir de la integración de la sísmica y pozos, y la distribución de facies sísmica calibrada, permite construir modelos numéricos geológicos reduciendo las incertidumbres de subsuelo.

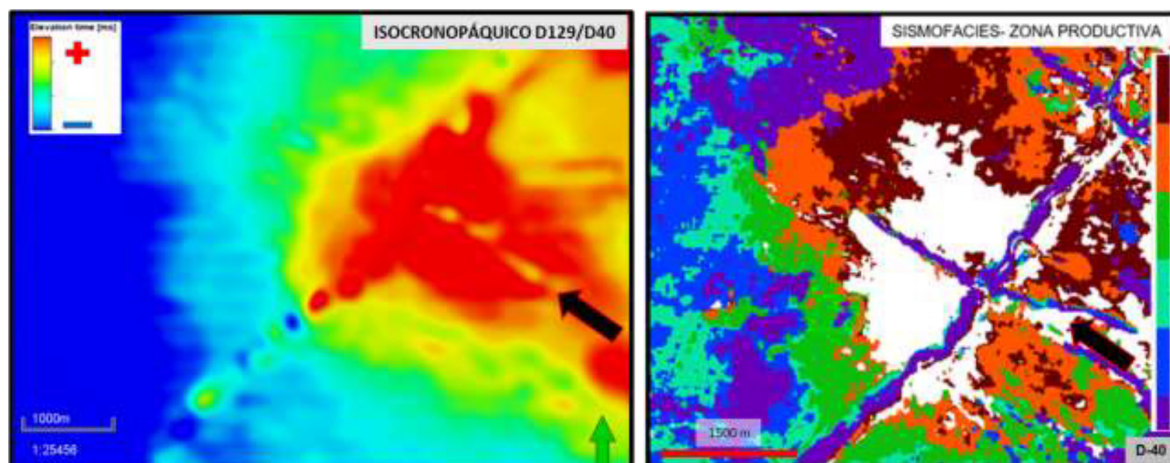


Figura 9. Yacimiento El Guadal Sur. Izquierda: Mapa isocronopáquico D129/D40, se muestra geometría de lóbulo subácueo y dirección de aporte interpretada (flecha negra). Derecha: Mapa de sismofacies para la secuencia D-40, mostrando la geometría de distribución de los mejores reservorios (facies blanca). Se utilizaron 7 facies sísmicas y se definió un intervalo de 30 ms (zona de interés). Los rasgos lineales reflejan la presencia de fallas (Aguil y Salvarredy Aranguren, 2019).

DISCUSIÓN

Los casos de estudios en la provincia de Santa Cruz en la CGSJ nos brindan algunas piezas del inmenso rompecabezas de la paleogeografía compleja de esta cuenca en referencia a potenciales yacimientos *tight* e híbridos vinculados a puntos de ingresos de flujos sedimentarios al paleolago. Estos flujos, una vez depositados, han permitido la presencia de facies más inhabituales en el ámbito de la sedimentación fina lacustre, generando un apilamiento positivo de facies que varían de areniscas medias a areniscas finas a muy finas alternadas con facies típicas del ámbito lacustre, como ser las heterolíticas o pelíticas.

Los depósitos de arenas *tight* en la Sección Superior de la Fm. Pozo D-129 presentan un espesor frecuentemente de pocos centímetros de espesor y excepcionalmente pueden superar los 10 m de espesor, por lo que en todos sus casos están en una escala por debajo de la resolución sísmica lo que dificulta su interpretación. Cuando los reservorios son de carácter híbrido, su respuesta es aún más compleja. Sin embargo, el apilamiento recurrente a lo largo de la columna puede generar secciones productivas de interés. Por lo que se propone recurrir a un flujo de trabajo que conjuga la aplicación de varias metodologías de interpretación sísmica para detectar los rasgos de interés prospectivos.

El emplazamiento de estos depósitos no es casual, y resulta de controles paleoestructurales específicos. En primer término, se necesita del control estructural Neocomiano al que se asocian la mayoría de los paleovalles por los que discurrían los cursos fluviales (corredores sedimentarios) alimentando de sedimentos al paleolago (Fig. 5, Alaimo *et al.* 2018), además de controles estructurales dentro del paleolago con fallamientos extensionales para lograr el acomodamiento y en consecuencia el apilamiento sedimentario focalizado (Fig. 7 y 9). Estos factores paleoestructurales,

asociados a los estudios realizados en testigos coronas revelan frecuentemente registros sedimentarios que se asocian a eventos súbitos de depositación (Salvarredy Aranguren, *et al.* 2016, Raineri *et al.* 2021), producto de la pérdida de carga de flujos densos que ingresaban al paleolago. Estas condiciones de flujo explicarían la generación de depósitos de facies ricas en arenas en posiciones distales del paleolago en todos los flancos de la cuenca (López Angriman *et al.* 2014, Salvarredy Aranguren *et al.* 2018 y 2022a, Salvarredy Aranguren y Coetsee, 2022).

CONCLUSIONES

El flujo de trabajo propuesto que integra distintas metodologías sísmicas, calibradas con pozos, permite establecer factores controlantes en la depositación de facies de arenas, que constituyen potenciales reservorios tight e híbridos para la Sección Superior de la Fm. P. D-129.

La identificación de geoformas y su calibración con la roca proporcionan información crítica para delinear modelos de ambientes sedimentarios y paleogeográficos en la zona de estudio, que permiten la generación de modelos numéricos reduciendo la incertidumbre asociada. El flujo de trabajo descrito en el presente trabajo provee predictibilidad a los planes de desarrollo de los reservorios *tight* e híbridos sirviendo de análogos en zonas sin cobertura sísmica en la misma cuenca.

AGRADECIMIENTOS

A YPF S.A. por permitir la publicación de este trabajo. A la Gerencia de Estudios Tight y Gerencia de Desarrollo Regional Sur por el espacio brindado para generar el trabajo.

REFERENCIAS CITADAS

- Aguil, B. y M. Salvarredy Aranguren, 2019. Informe geofísico para pozos profundos EGS, Cuenca del Golfo San Jorge, Santa Cruz, Informe Interno de YPF.
- Alaimo A., Biurrun M. C., Martín F., Montagna A., 2018. Avances del modelo paleogeográfico de la Fm. Pozo D-129 en el Yacimiento Estancia Cholita, Cuenca del Golfo San Jorge. Reunión Argentina de Sedimentología 2018
- Allard J, Paredes J., Foix, N, y Giacosa R; 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 72 (1): 21 – 37.
- Alvarez Lobbé, M.S., Salvarredy Aranguren, M.M., Andino, R., Aguil, B. y Eckerman, M.L., 2018. Integración de información de subsuelo para la definición paleoambiental de la Sección Superior de la Fm Pozo D-129 en el Yacimiento Las Mesetas (Santa Cruz). Reunión Argentina de Sedimentología, General Roca.

- Clavijo, R., 1986. Estratigrafía del cretácico inferior en el sector occidental de la Cuenca del Golfo San Jorge. *Boletín de Informaciones Petroleras*, 9: 15-32. Buenos Aires.
- Figari, E., Strelkov, E., Laffitte, G., Cid de la Paz, M., Courtade, S., Celaya, J., Vottero, A., Lafourcade, S., Martinez, R. y Villar, H., 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.
- Foix, N., Paredes, J.M., Giacosa, R.E., 2012a. Upper Cretaceous-Paleocene normal reactivation phase in the Golfo San Jorge Basin (Argentina): growth-fault models, paleoseismicity and paleo-stress analysis. *Journal of South American Earth Science*, 33: 110-118.
- Folguera, A., Ramos, V.A. 2011. Repeated eastward shifts of arc magmatism in the Southern Andes: a revision to the long-term pattern of Andean uplift and magmatism. *Journal of South American Earth Sciences* 32: 531- 546.
- Giacosa, R.E., Paredes, J.M., Nillni, A., Ledesma, M., Colombo, F., 2004. Fallas normales de alto ángulo en el Neógeno del margen Atlántico de la Cuenca del Golfo San Jorge (46° S - 67° 30' O, Patagonia Argentina). *Boletín Geológico Minero*, 115 (3): 537-550.
- Gianni, G., Navarrete, C., Orts, D., Tobal, J., Folguera, A., Giménez M., 2014. Cuenca de Chubut: su relación con el antepaís fragmentado y el impactógeno andino. 19° Congreso Geológico Argentino, Actas: 1598-1599, Córdoba.
- Gianni, G., Navarrete, C., Orts, D., Tobal, J., Folguera, A., Giménez, M., 2015a. Patagonian broken foreland and related synorogenic rifting: The origin of the Chubut Group Basin. *Tectonophysics* 649: 81-99.
- Gianni, G.M., Navarrete, C.G., Folguera, A., 2015b. Synorogenic foreland rifts and transtensional basins: A review of Andean imprints on the evolution of the San Jorge Gulf, Salta Group and Taubaté Basins. *Journal of South American Earth Sciences*. En prensa. DOI: 10.1016/j.jsames.2015.08.004.
- Homoc, J., Navarrete, C., Marshall, P., Masquere, S., Cerdan, J., 2011. Inversión tectónica intracretácica de la sub-cuenca de Río Mayo, Chubut, Argentina. En *Actas del XVIII Congreso Geológico Argentino*, Leanza, Franchini, Impiccini, Pettinari, Sigismondi, Pons y Tunik (Eds.), p. 1418-1419. Neuquén.
- Homoc, J.F., Conforto, G.A., Lafourcade, P.A., Chelotti, L.A., 1995. Fold belt in the San Jorge Basin, Argentina: an example of tectonic inversion. En: Buchanan, J.G. y Buchanan, P.G. (Eds.) *Basin Inversion*, Geological Society of London Special Publication 88: 235-248. Londres.
- Iovine, G., Ferreira, L., Foster, M., Santangelo, A., 2013. Nuevas consideraciones paleoambientales de la Formación Pozo D-129, en el área de la Provincia de Santa Cruz: Integración de datos. 1° Jornadas Geológicas de la Cuenca del Golfo San Jorge.
- López Angriman, A., C. Zarpellón, F. Mussel y M. Cohen, 2014, Modelo Paleogeográfico de la Sección Superior de la Formación Pozo D-129. Su aplicación al desarrollo de reservas en la cuenca del Golfo San Jorge. Argentina, *Actas IX Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos*, p. 489-510. Mendoza.
- Raineri, N., Pérez, C., Montagna, A., 2021. Corona de la D-129 en el yacimiento Cañadón León: su aporte a la delineación y caracterización estática del reservorio. *Workshop Sedimentología* (Interno YPF).

- Raineri, N., Alaimo, A., Pérez, C., Montagna, A., 2022. Modelo estratigráfico-sedimentológico de la Formación Pozo D-129 en el área de reserva Seco-León. Esbozo de analogía con la Formación Rayoso de la Cuenca Neuquina. XXI Congreso Geológico Argentino.
- Salvarredy Aranguren, M.M., Martin, F.S., Kamerbeek, Y., Pyczil, D.E., Tennerini, G.A. & Alaimo, A.A., 2016. Reservorios de la Sección Superior de la Fm. Pozo D-129 del Yacimiento Ea. Choluta, Cuenca del Golfo San Jorge, Santa Cruz, Argentina. En: Resúmenes Segundas Jornadas Geológicas de la Cuenca del Golfo San Jorge (Eds. Paredes, J.M., Foix, N. & Allard, J.O.), p. 88-89, Comodoro Rivadavia, Argentina.
- Salvarredy Aranguren, M.M., Álvarez Lobbé, M.S., Alaimo, A.A., Andino, R., Aguil, B. y Eckerman, M.J., 2018. Análisis semiregional de los depósitos lacustres de la Sección Superior de la Fm. Pozo D-129 del Flanco Oeste de la Cuenca del Golfo San Jorge (Provincia de Santa Cruz). Reunión Argentina de Sedimentología, General Roca.
- Salvarredy Aranguren, M. M. y F. J. Coetsse, 2022. Un modelo para arenas Tight productoras de hidrocarburos en medios de facies lacustres finas, Fm. Pozo D-129, Yacimiento El Trébol, Provincia de Chubut. Actas de XXI Congreso Geológico Argentino 1551-1552.
- Salvarredy Aranguren, M.M., Alvarez Lobbé, M. S., Ciapparelli, H., Aguil, B., Blasiyh Nuño, G., Buirrun, M.C. y A. Montagna, 2022a. Génesis de los reservorios tight en la Fm. Pozo D-129 en El Guadal Sur, facies distales lacustres, Provincia de Santa Cruz. Actas XXI Congreso Geológico Argentino, 1549-1550.

