

10º Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos
Programa de Estudiantes

ANÁLISIS SISMO ESTRATIGRÁFICO DE LA FORMACIÓN VACA MUERTA, EN EL ÁREA LOMA JARILLOSA ESTE, CUENCA NEUQUINA

Marina Garrone¹

1: Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Ingeniería, marina.garrone@hotmail.com

Palabras clave: Cuenca Neuquina, Fm. Vaca Muerta, análisis sismo-estratigráfico

RESUMEN

Este trabajo está enfocado en la descripción, análisis y comprensión de los procesos geológicos que generaron la variabilidad de facies dentro de la Fm. Vaca Muerta, en el área Loma Jarillosa Este, utilizando como herramientas Interpretación Sísmica y aplicación de los principios de Estratigrafía Secuencial. Para realizar dicho estudio, se contó con un volumen sísmico de amplitud PSTM del área en cuestión y de 4 pozos (incluyendo perfiles registrados), que se encuentran dentro del área. Se realizó una interpretación de los principales rasgos estructurales y estratigráficos, correlación entre los pozos, propagación de los horizontes seleccionados y generación de mapas isócronos, isocronopáquicos y de atributos sísmicos. Además se realizó un análisis detallado de la correlación de pozos haciendo hincapié en las variaciones de la curva de nivel de base (transgresión-regresión). El análisis realizado permitió caracterizar a la Fm Vaca Muerta, dentro del contexto regional de la Cuenca Neuquina y a su vez realizar una caracterización sismo-estratigráfica mediante la integración de los datos sísmicos con los datos de pozo (Gamma Ray, Resistividad, Sónico y SP).

La optimización en el conocimiento de las variaciones laterales y verticales de la Fm. Vaca Muerta permitirá seleccionar el modelo más adecuado de desarrollo con la consiguiente minimización del impacto ambiental.

Este trabajo fue realizado con el apoyo de la Subsecretaría de Minería e Hidrocarburos de la Provincia del Neuquén, quien brindó los datos de sísmica y pozos y de la empresa Halliburton, quien brindó el software Decision Space, por convenio con la Universidad Nacional del Comahue.

ABSTRACT

This study is focused on the description, analysis and understanding of the geological processes that generated the variability of facies within the Fm. Vaca Muerta, in the Loma Jarillosa Este area, using Seismic Interpretation tools and application of the principles of Sequential Stratigraphy. To carry out this study, there was a seismic volume of PSTM amplitude of the area in question and four wells (including well logs), which are located within the area. An interpretation was made of the main structural and stratigraphic features, correlation between the wells, propagation of the selected horizons and generation of isochronous maps, thickness map in time and seismic attributes maps. In addition, a detailed analysis of the correlation of wells was made, emphasizing the variations of the base level curve (transgression-regression).

The analysis made it possible to characterize the Fm. Vaca Muerta, within the regional context of the Neuquén Basin and, simultaneously, it made a seismic-stratigraphy characterization integrating the seismic data with the well data (Gamma Ray, Resistivity and sonic).

The optimization in the knowledge of the lateral and vertical variations of the Fm. Vaca Muerta will

allow selecting the most appropriate model of development with the consequent minimization of the environmental impact.

This work was carried out with the support of the Undersecretary of Mining and Hydrocarbons of the Province of Neuquén, who provided the seismic and well data and of the Halliburton company, who provided the Decision Space software, in agreement with the National University of Comahue.

INTRODUCCIÓN

La Cuenca Neuquina se ubica en el centro oeste Argentino, abarca casi toda la extensión de la provincia de Neuquén, el sector occidental de la provincia de Río Negro y La Pampa y la zona suroccidental de la provincia de Mendoza. Su relleno está constituido por 7000 m de sedimentos Jurásicos y Cretácicos, los cuales conforman una secuencia cíclica de depósitos marinos intercalados con etapas de continentalización. (Arregui *et al* 2011).

En esta cuenca productora de gas y petróleo, en los últimos años se comenzaron a desarrollar yacimientos No Convencionales, con el objetivo de explotar la Fm. Vaca Muerta, roca madre clásica de la cuenca. Esta unidad fue descrita por Weaver (1931) el cual la definió como margas bituminosas del Tithoniano (Jurásico tardío), está compuesta por lutitas bituminosas oscuras, margas y calizas, que fueron depositadas por una ingresión marina proveniente desde el océano paleopacífico entre el Tithoniano temprano hasta el Valanginiano temprano (Legarreta y Uliana, 1991). La formación está ampliamente distribuida ocupando un área de 120000 km² (Leanza *et al.*, 1977; Uliana *et al.*, 1977) y es considerada como la mejor roca madre ya que es la fuente que generó el 75% de los hidrocarburos descubiertos en el país (Uliana *et al.*, 1999).

Marco geológico

La formación de la cubeta que dio lugar a la Cuenca Neuquina está relacionada con la fragmentación de Gondwana durante el Triásico-Jurásico inferior, donde se formaron depocentros aislados que fueron ocupados por sedimentos volcanoclásticos del Ciclo Precuyano. Luego durante el Jurásico- Cretácico inferior se formó un margen convergente al oeste de la cubeta, conformado por la placa oceánica del proto- Océano Pacífico y la placa continental del occidente de Gondwana, a partir de entonces se empezó a formar un arco volcánico y la cubeta entró en un estadio de sag lo que generó espacio que fue ocupado por ciclos que comenzaron con ingresiones marinas procedentes del Océano Pacífico y su posterior continentalización y desecación, éstos ciclos comprenden el Grupo Cuyo, Lotena y Mendoza. En esta etapa la Cuenca Neuquina se puede clasificar como una cuenca de trasarco. A los 100 Ma. la placa de subducción se horizontalizó generando compresión y formando un frente orogénico en el Cenomaniano, el cual desconectó

al engolfamiento neuquino del Océano Pacífico, cuya evidencia reside en los depósitos del Grupo Bajada del Agrio, que constan de depósitos clásticos y evaporíticos. Este frente orogénico a fines del Cretácico conformó la Cordillera de los Andes, lo que generó una pendiente de la cuenca hacia al Este y además aportó sedimentos que luego formaron parte los depósitos fluviales del Grupo Neuquén. Durante el Campaniano – Paleoceno, se depositó el Grupo Malargüe, su depositación estuvo controlada por la tectónica del Cretácico Tardío, la cual generó el cambio de pendiente hacia el este lo que permitió una ingresión marina desde el Océano Atlántico. En esta etapa la Cuenca Neuquina paso de una cuenca de retroarco a una cuenca de antepaís, recibiendo aporte sedimentario mayoritariamente desde el oeste.

Objetivo:

Este trabajo estuvo enfocado en la descripción las variaciones litogenéticas y evolución de la Fm. Vaca Muerta, en el área Loma Jarillosa Este, utilizando como herramientas interpretación sísmica y estratigrafía secuencial, contando con el volumen sísmico de dicha área y cuatro pozos con sus respectivos perfiles, otorgados por la Subsecretaría de Minería e Hidrocarburos de la Provincia del Neuquén

Área de estudio: El área de estudio, llamada Loma Jarillosa Este, se encuentra aproximadamente a 100 km al norte de la ciudad de Neuquén y a 20 km de la localidad San Patricio del Chañar. Abarca un total de 66,1 Km² dentro de la Cuenca Neuquina en el sector oriental del bajo de Añelo y continua en el Flanco oriental del Engolfamiento.(Mapa 1)

Marco estratigráfico:

La Fm. Vaca Muerta fue definida por Weaver (1931) como margas bituminosas del Tithoniano, su denominación actual, fue propuesta por Fosa Mancini *et al.* (1938). Está compuesta por lutitas bituminosas oscuras, margas y calizas, depositadas en respuesta a una transgresión marina rápida y generalizada, proveniente del Océano Pacífico, como consecuencia de una fase tectónica de relajación compresional (Legarreta y Uliana, 1991). Esta unidad forma parte del Grupo Mendoza inferior, el cual está comprendido entre la Discordancia Intramálmica e Intravalanginiana, compuesto por la Fm. Tordillo y equivalentes, Fms. Vaca Muerta, Carrín Curá, Picún Leufú, Bajada Colorada y Quintuco. Mitchum y Uliana (1982,1985), integrando toda la información de subsuelo disponible, distinguieron 8 secuencias depositacionales dentro del Tithoniano – Valanginiano Temprano, en el sentido de Vail *et al.* (1977). La secuencia basal representa la máxima transgresión, sobre la cual se desarrollan progradaciones, desde el sector austral hacia el norte. Gulisano (1984) también describió 8 secuencias depositacionales (A1-A8) para el mismo intervalo de tiempo, las cuales muestran una tendencia progradacional de sur a norte, con migración del margen de

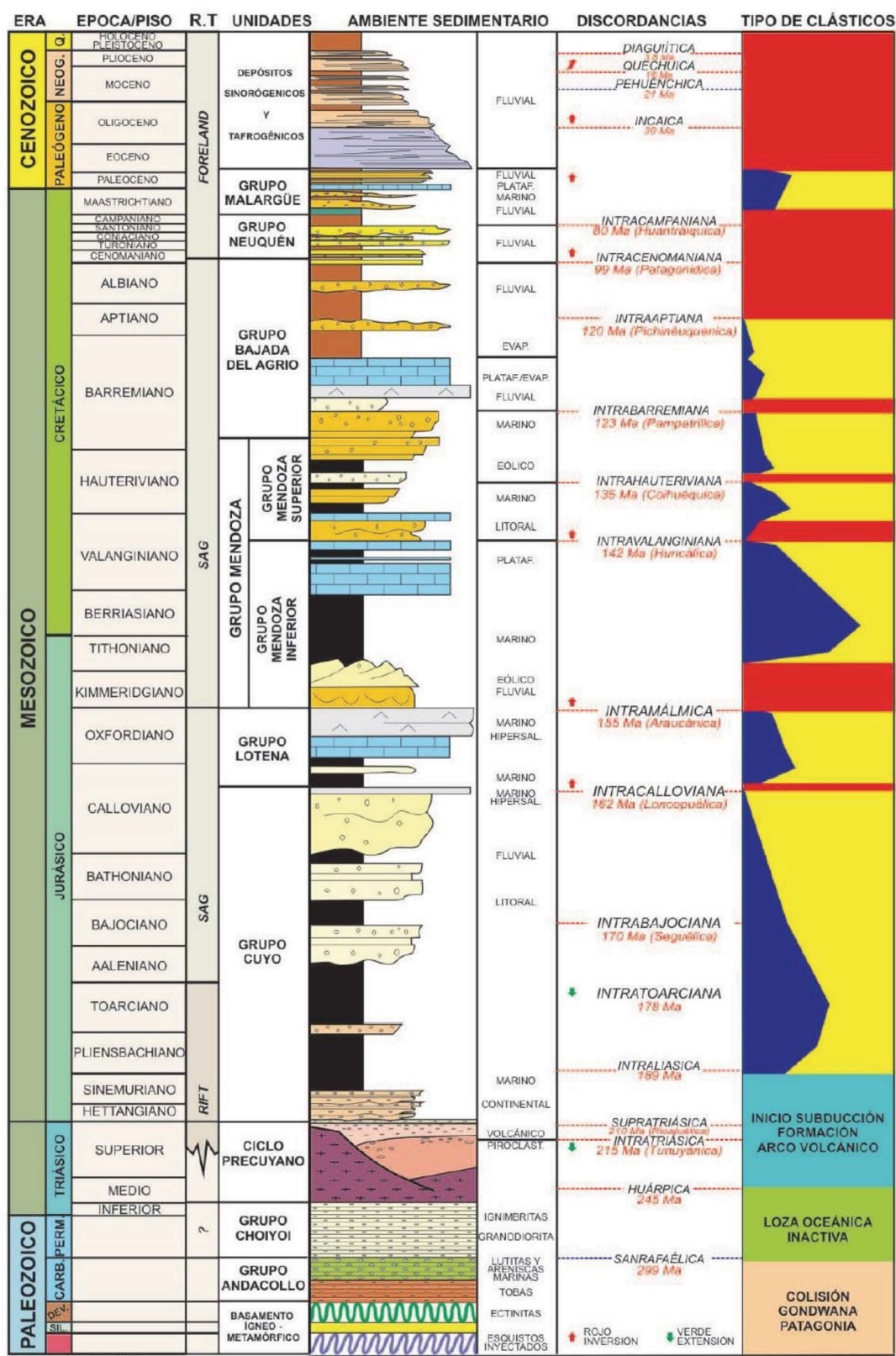
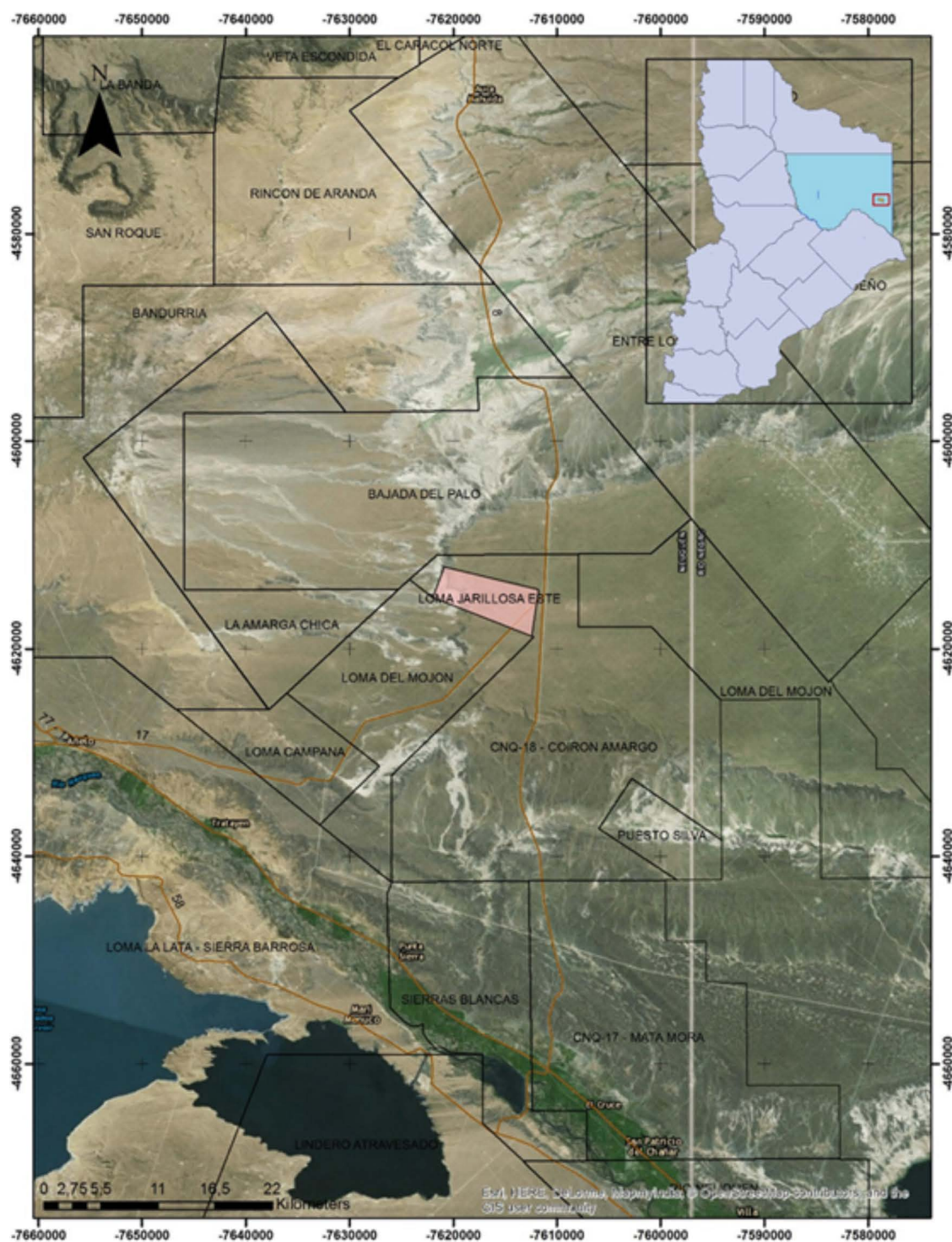


Figura 1. Columna estratigráfica generalizada de la Cuenca Neuquina. Extraída de Arregui et., al 2011.



Mapa 1. Área de estudio, Loma Jarillosa Este.

plataforma hacia el centro de la cuenca, reduciéndose el área de la sedimentación profunda. En un trabajo reciente, llamado Transecta regional de la Fm. Vaca Muerta (González *et al.*, 2016) se construyó un modelo estratigráfico integrado, construido a partir del análisis sísmoestratigráfico

de tres transectas. En este modelo se dividió al intervalo Tithoniano- Valanginiano en 6 unidades sísmicas, subdivididas por horizontes prospectivos, dando como resultados 12 intervalos sísmicos. (Figura 2)

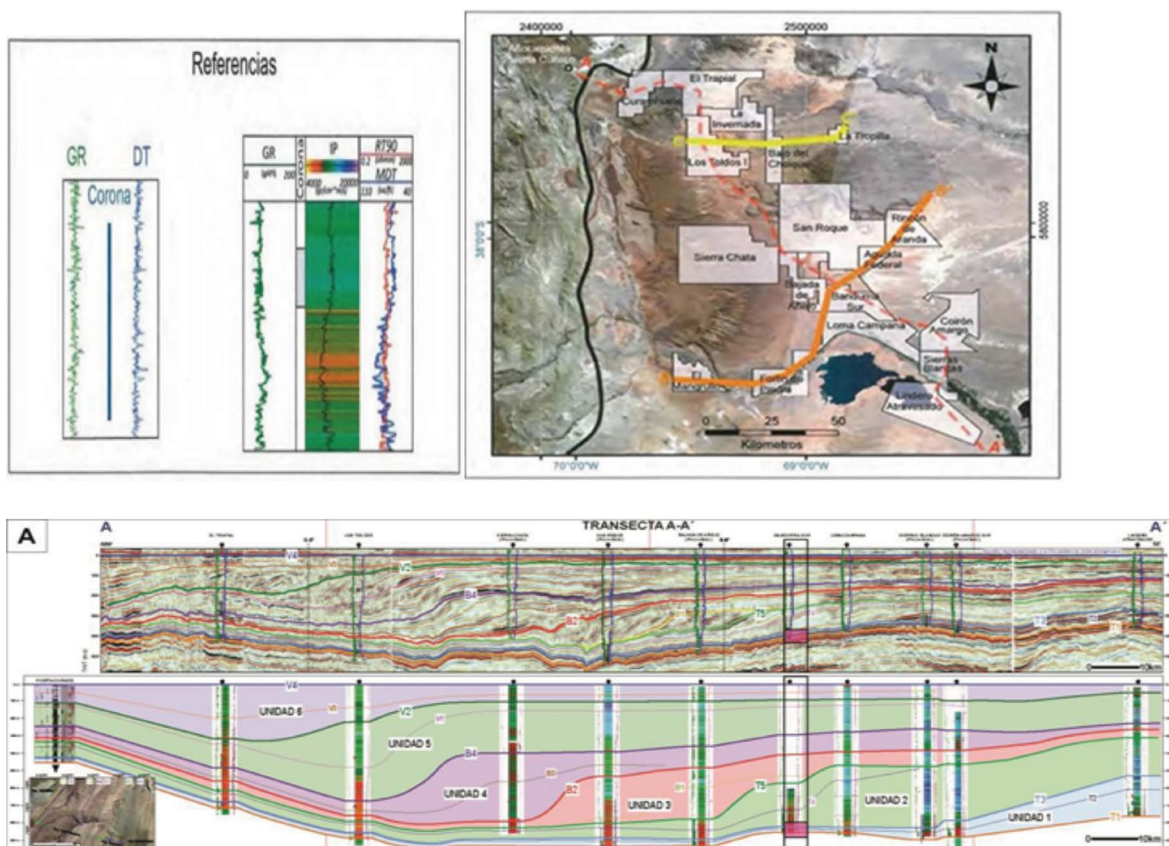


Figura 2. Transecta regional de las Fms. Vaca Muerta y Quintuco. Extraído de González *et al.*, 2016.

Marco estructural

Esta área ha sido caracterizada como un flanco de una cuenca de rift, que luego fue afectada por subsidencia térmica, teniendo como eje al Bajo de Añelo rasgo que controló la subsidencia entre el Jurásico Temprano y al menos el Paleógeno. Se reconocen en la etapa de subsidencia térmica dos etapas, una inicial que abarcó hasta el Jurásico superior (Kimmeridgiense) durante la cual la sedimentación se concentró al sur del río Colorado, y una posterior que se extiende aproximadamente hasta el Paleógeno, ésta subsidencia térmica fue más generalizada y produjo el traslape de los sedimentos hasta el borde de cuenca. De esta forma los sedimentos pre-cretácicos

presentan un fuerte acuñaamiento en la zona del río Colorado en coincidencia con una zona de hinge que divide a la plataforma en dos sectores, uno sudoccidental que posee mayor inclinación de la discordancia rift – sag, y uno nororiental con un gradiente mucho menor. El sector más interno tiene una proporción mucho mayor de sedimentos de sag, mientras que al NE del hinge esta situación se invierte siendo mayor el espesor del relleno de rift en comparación con el de sag (Pangaro 2011). Otros autores proponen al Bajo de Añelo y parte del Flanco Oriental como una cuenca de antepaís (Mosquera & Ramos 2006) que habría evolucionado desde el Cretácico en respuesta al apilamiento tectónico en la faja plegada.

El modelo estructural formado durante el Ciclo Precuyano condicionó y condiciona el modelo estructural actual. Cristallini (2009) definió para la parte oriental de la cuenca dos poblaciones bien marcadas de fallas pertenecientes al Precuyano; una población compuesta por fallas con direcciones azimutales superiores a 130° , en general acomodan grábenes y hemigrábenes profundos y de mayores dimensiones. La segunda población está compuesta por fallas con direcciones azimutales inferiores a los 110° , las cuales generan cuencas más pequeñas y menos profundas. Estas dos direcciones son producto de la extensión en un sistema de rift oblicuo donde el borde del rift está dispuesto oblicuamente a la dirección de extensión. En este caso, los sistemas de fallas noroeste (Entre Lomas, Estancia Vieja) serían paralelos al borde del rift, mientras que los de orientación oeste-noroeste serían ortogonales a la dirección de extensión (Bechis 2009). En la región del engolfamiento, las estructuras precuyanas presentan pequeñas reactivaciones jurásico-cretácicas que implican la propagación de una o varias fallas normales y la proliferación de fracturamiento tensional. Estas reactivaciones se pueden dividir en dos grupos, uno de ellos (reactivación tipo Entre Lomas o paralela) las fallas normales jurásico-cretácicas se desarrollan paralelas a las estructuras precuyanas. Este caso se da sobre fallas precuyanas de orientación noroeste. El otro grupo corresponde a las reactivaciones tipo Bandurria (o en echelón) en el que las fallas jurásico-cretácicas se disponen en echelón sobre las precuyanas que tienen dirección oeste-noroeste. En ambos casos, las fracturas jurásico-cretácicas tienen la misma dirección noroeste. El mecanismo de subsidencia diferencial puede explicar muy bien la disposición en corte de las fallas normales jurásico-cretácicas concentradas sobre las precuyanas. Sin embargo, subsiste un problema en su disposición en planta, especialmente para explicar la geometría escalonada (en echelón) que presentan en algunos casos. Este hecho es explicado por la superposición de un campo de esfuerzos regional durante el Jurásico Superior y Cretácico Inferior, en que el esfuerzo principal máximo (σ_1) estuvo en la vertical, el intermedio (σ_2) en la dirección noroeste y el mínimo (σ_3) en la dirección noreste, y un campo local producido por la subsidencia diferencial. El primero controló las direcciones y el segundo los agrupamientos de fallas. (Cristallini 2009)

METODOLOGÍA

Se realizó una recopilación y revisión bibliográfica de los antecedentes de estudio de la Fm. Vaca Muerta y de la información brindada por subsecretaría.

Utilizando un software se combinó el dato sísmico 3D del área Loma Jarillosa Este con los perfiles de pozos que se encuentran dentro del área. Para atar la sísmica con los pozos se debió rotar la fase del volumen sísmico -70° , de esta manera los pozos quedaron con una diferencia aproximada de $\pm 20^\circ$ con respecto a la sísmica, debido al que el volumen sísmico no contiene fase constante. También se calculó la resolución vertical del dato sísmico en el intervalo de estudio.

Una vez que los pozos se ataron a la sísmica con sus correspondientes perfiles, se interpretaron reflectores sísmicos de importancia, lo cuales fueron: Tope del Mb. Catriel, Tope estimativo de la transición entre la Fm. Vaca Muerta y Quintuco y Tope de la Fm. Quintuco. Luego se comenzó a interpretar diferentes intervalos dentro de la Fm. Vaca Muerta, realizando correlaciones entre pozos con los registros de Gamma Ray, SP, Sónico, Densidad y el cruce de Passey (sónico y resistividad). Los reflectores sísmicos interpretados fueron propagados en el volumen sísmico, con una herramienta con la que cuenta el software, llamada eztracker que realiza una especie de interpolado, teniendo en cuenta el dato sísmico que existe entre los datos interpretados.

Posteriormente se interpretaron las fallas visibles en el cubo, utilizando el atributo de discontinuidad. También se construyeron crossplot entre los datos de GR e Impedancia acústica de cada pozo, con el objetivo de hallar alguna correlación entre ellos. Luego se realizaron mapas isócronos, isocronopáquicos y de amplitud RMS de las secciones importantes y amplitud instantánea de cada intervalo.

Por último se realizó un análisis detallado de la correlación de pozos haciendo hincapié en la curva de nivel de base (transgresión-regresión), relacionando con los mapas de atributos sísmicos.

RESULTADOS

Resolución vertical

Es el espesor mínimo de una capa, en la cual las reflexiones provenientes de su tope y de su base pueden ser distinguidas y que refleja el espesor real de las capas. El criterio de Rayleigh establece que el límite de resolución es de un $\frac{1}{4}$ de la longitud de onda dominante (Sheriff, 1997).

$$RV = \lambda/4 = v / 4F$$

$$RV = \frac{4000 \text{ ms/m}}{4 \cdot 33 \text{ Hz}} = 30.3 \text{ m}$$

$$4 \cdot 33 \text{ Hz}$$

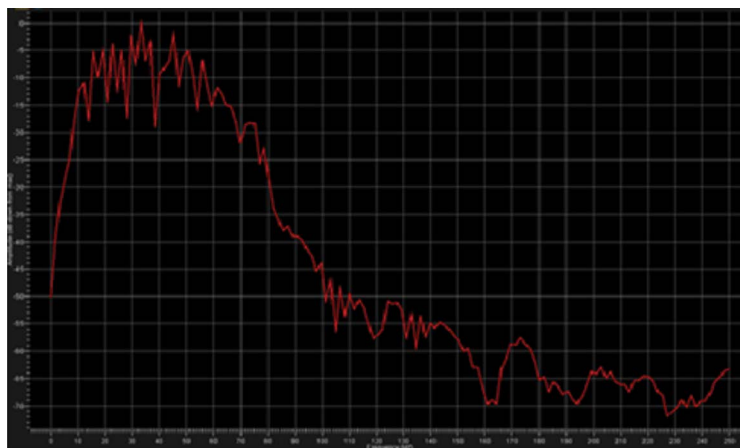
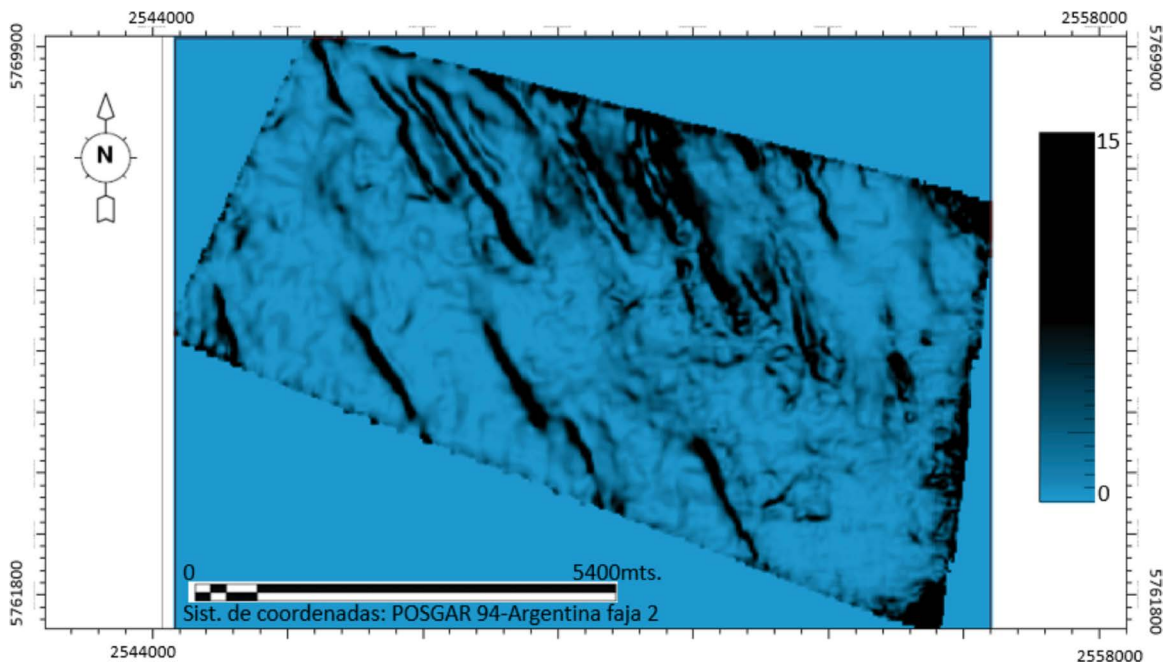


Figura 3. Gráfico de las frecuencias y amplitudes del volumen sísmico.

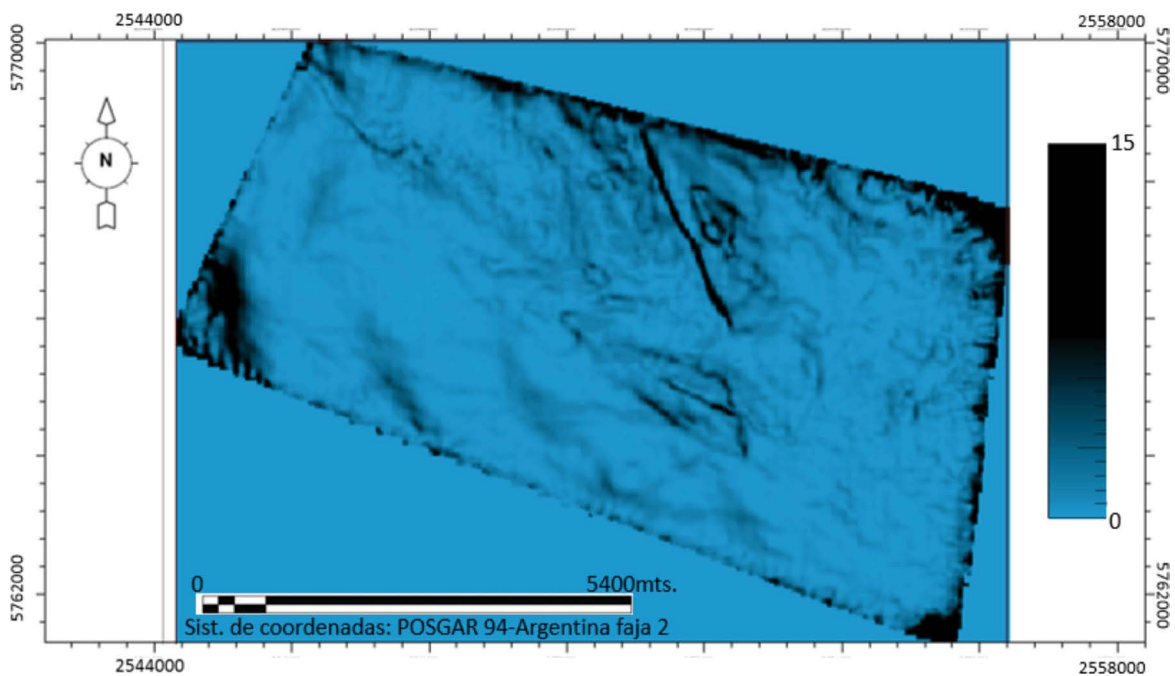
Interpretación estructural

En nuestro intervalo de estudio todas las fallas se presentan con una orientación NO-SE, se pueden agrupar en tres zonas: norte, centro-este y sur del bloque.

En el sector norte las fallas tienen un rumbo NO y son normales, las que se encuentran hacia el suroeste buzcan hacia el NE y las que están hacia el noreste buzcan hacia el SO, formando una estructura en flor negativa, indicativa de un contexto trastensional. En el sector centro-este las fallas son de tipo normales, tiene la misma orientación y todas buzcan hacia el SO, con una disposición casi vertical. En el sector sur se presenta un conjunto de fallas normales de rumbo NO, con buzamiento hacia el NE. La mayoría de las fallas inician en el basamento y se propagan hasta el tope de Mb. Catriel y algunas pocas llegan a afectar el tope de la Fm. Quintuco, por lo que la deformación estructural va cambiando a lo largo del intervalo de estudio de este trabajo. En la base del intervalo, es decir al tope del Mb. Catriel (Mapa 2), la deformación es más fuerte, las fallas presentan un rechazo aproximado de 20 ms en el sector norte y centro-oeste, y de 15 ms en el sector sur. En cambio en el tope del intervalo la deformación es menor (Mapa 3), las fallas más importantes mantienen un rechazo aproximado de 12 ms y el resto de 5 ms.



Mapa 2. Mapa de discontinuidad de la base del intervalo de estudio (Tope Mb. Catriel).



Mapa 3. Mapa de discontinuidad del tope del intervalo de estudio.

Registros de pozo

En el intervalo sísmico de estudio, es decir, desde el tope de Mb. Catriel hasta la transición tentativa entre Fm. Vaca Muerta y Fm. Quintuco, se han interpretado 10 intervalos, separados

por reflectores sísmicos. Cada uno de ellos se diferencia por sus valores en los registros de GR, SP, densidad, sónico y cruce de Passey. Figura 4

Realizando una descripción general, los valores de GR y sónico aumentan hacia la base del intervalo de estudio, la densidad y resistividad disminuyen hacia la base del intervalo de estudio. En cuanto al cruce de Passey (sónico e ILD) hacia la base del intervalo el sónico disminuye y la resistividad aumenta, esta combinación es indicativa de la presencia de una roca con alto contenido de materia orgánica (roca madre), ya que el sónico disminuye por la baja velocidad de la materia orgánica y la resistividad aumenta porque el material orgánico no es conductivo.

Los intervalos 1 y 2 interpretados en este trabajo coinciden con los relectores sísmicos definidos en la Transecta regional de la Fm. Vaca Muerta como T1, T2 y T3.

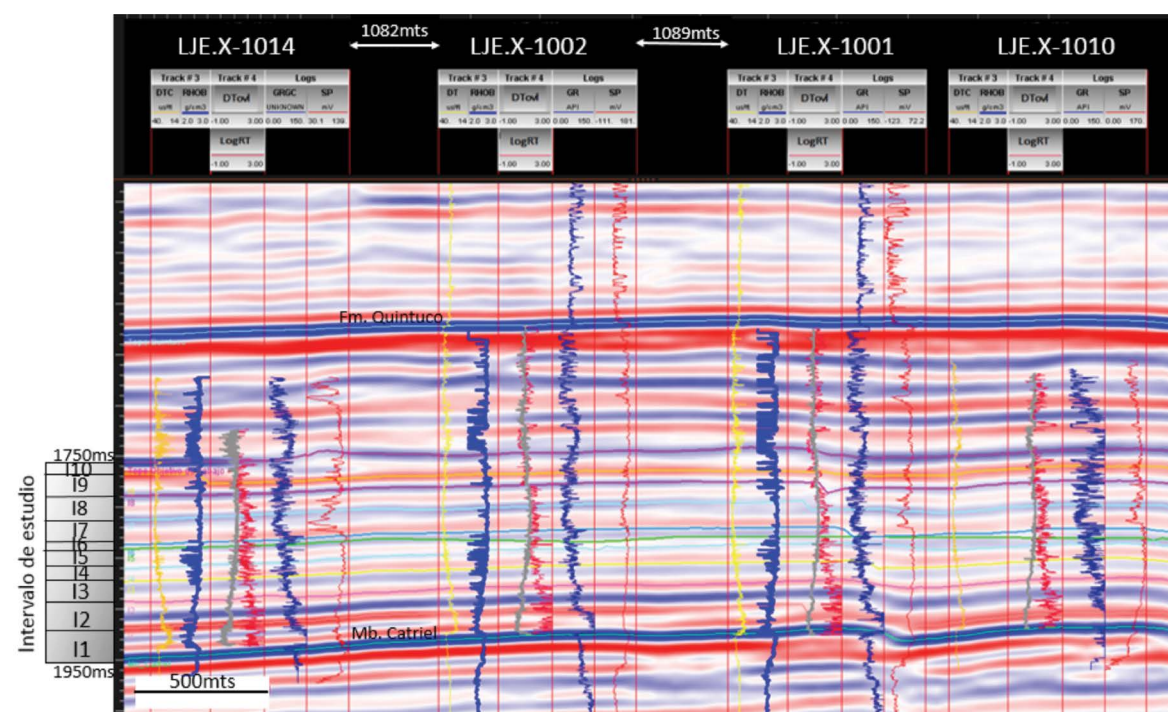


Figura 4. Sección sísmica con los pozos atados y sus respectivos registros de pozo.

Para encontrar relaciones entre los registros de pozos y la variabilidad litológica se realizó una correlación con los datos de GR y valores de impedancia acústica, con los pozos que poseían datos en todo el intervalo de estudio. El resultado de la correlación muestra una relación inversa entre éstos dos parámetros, y que se pueden agrupar los datos en tres grupos distintos. Esto nos permite agrupar los intervalos de acuerdo a sus valores de GR e impedancia acústica y definir tres secciones diferentes. La sección 1 posee valores intermedios y altos de GR pero de muy baja impedancia y abarca al intervalo 1. La sección 2 presenta valores intermedios de GR e impedancia acústica, correspondiéndose con los intervalos I2 e I3. La sección 3 posee bajos valores de GR y altos de impedancia acústica, ésta sección abarca desde el intervalo I4 hasta el tope del intervalo

de estudio. (Figura 5, Figura 6, Figura 7, Figura 8).

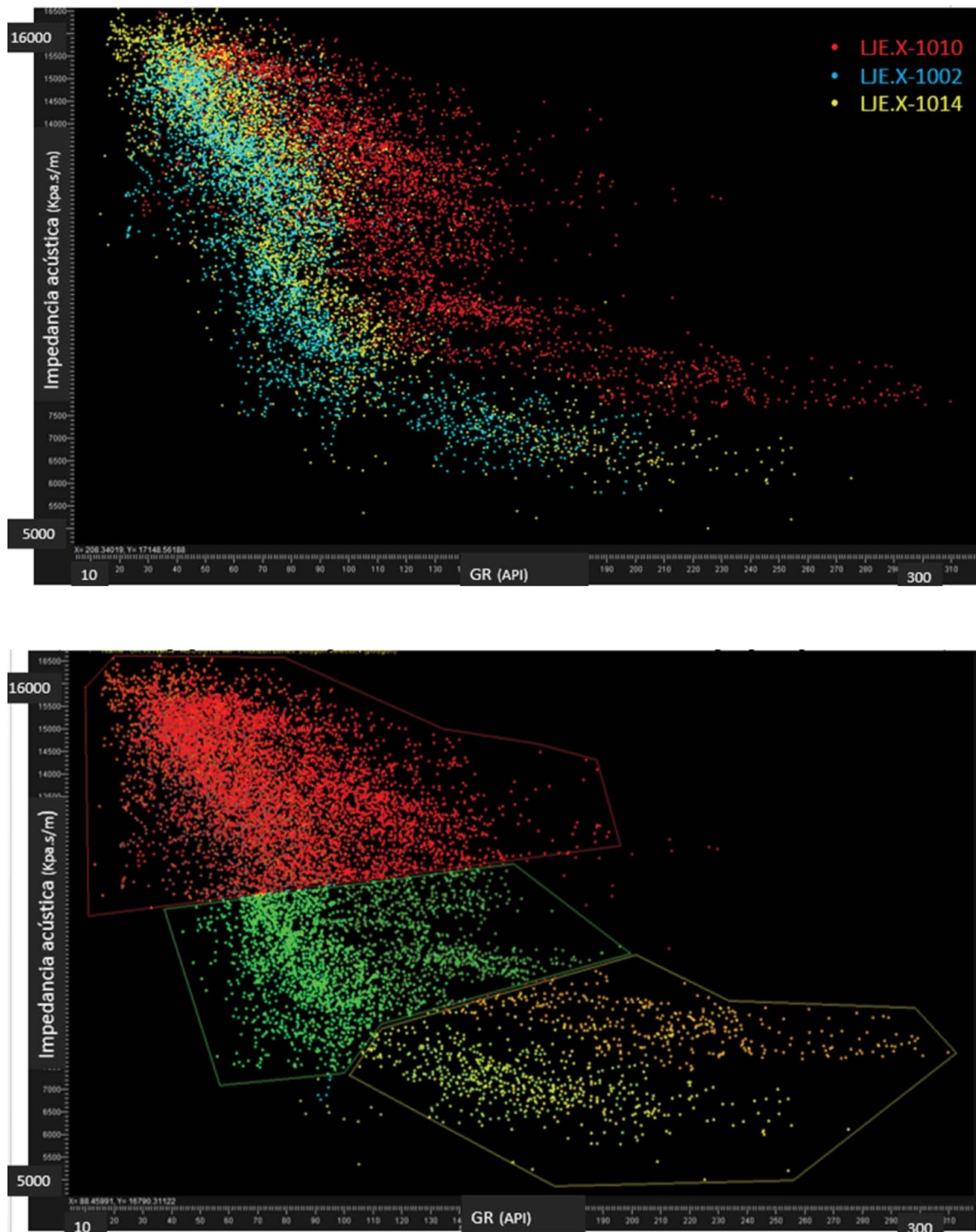


Figura 5. Correlación entre los valores de GR e impedancia acústica de los pozos LJE.X-1002, LJE.X-1010 Y LJE.X-1014. En la imagen inferior se observan los polígonos en los que se pueden agrupar los datos.

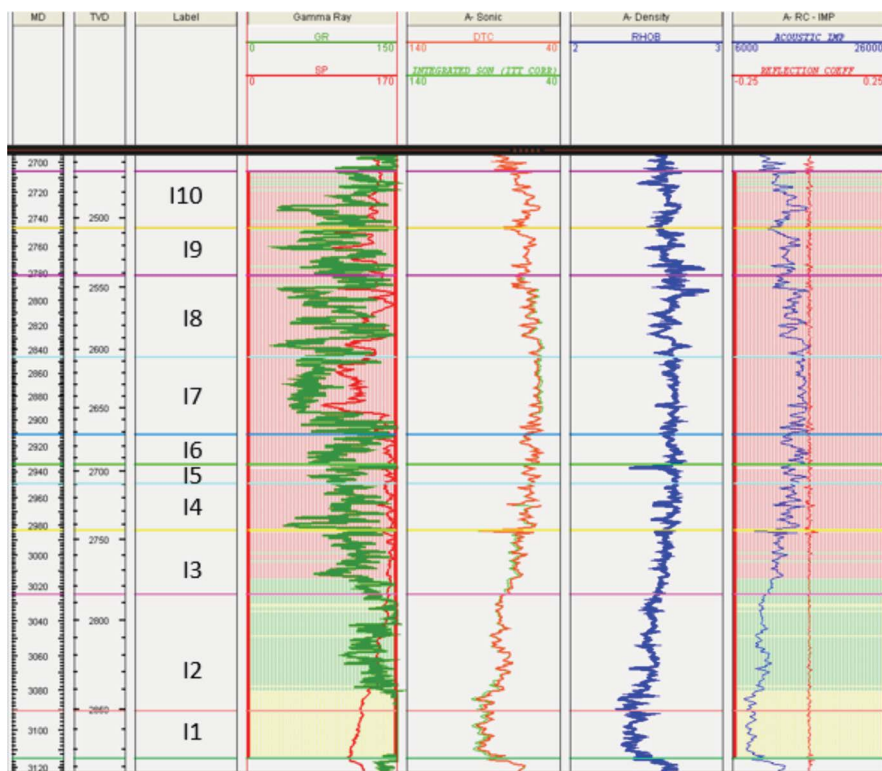


Figura 7. Visualización de la correlación en los registros de pozos del pozo LJE.X-1002.

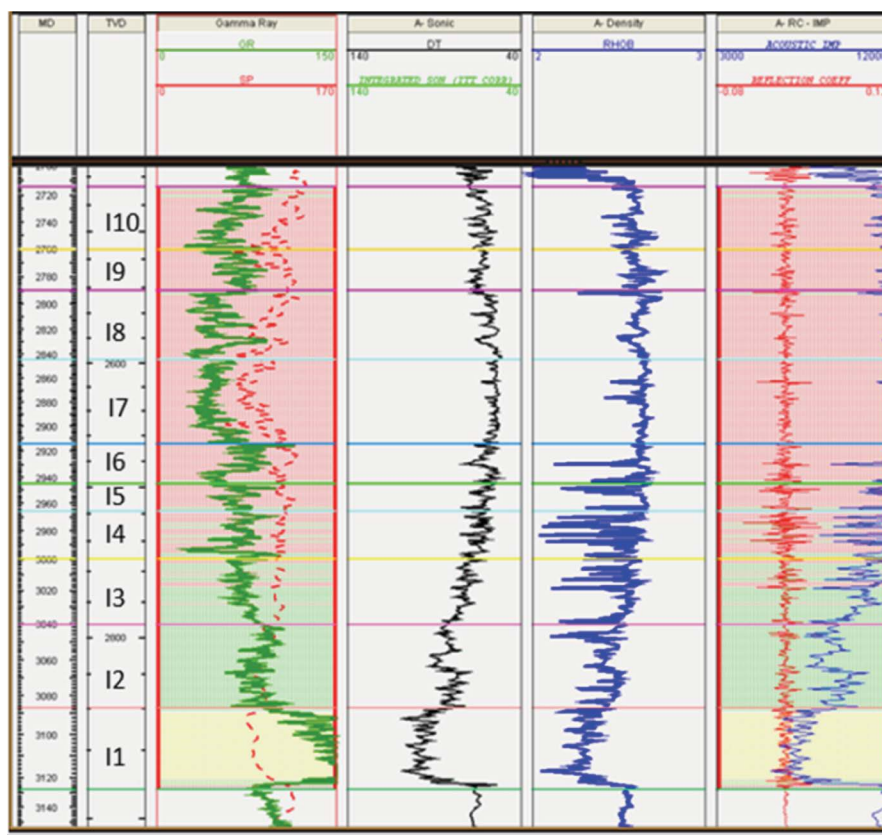


Figura 6 Visualización de la correlación en los registros de pozos del pozo LJE.X-1010.

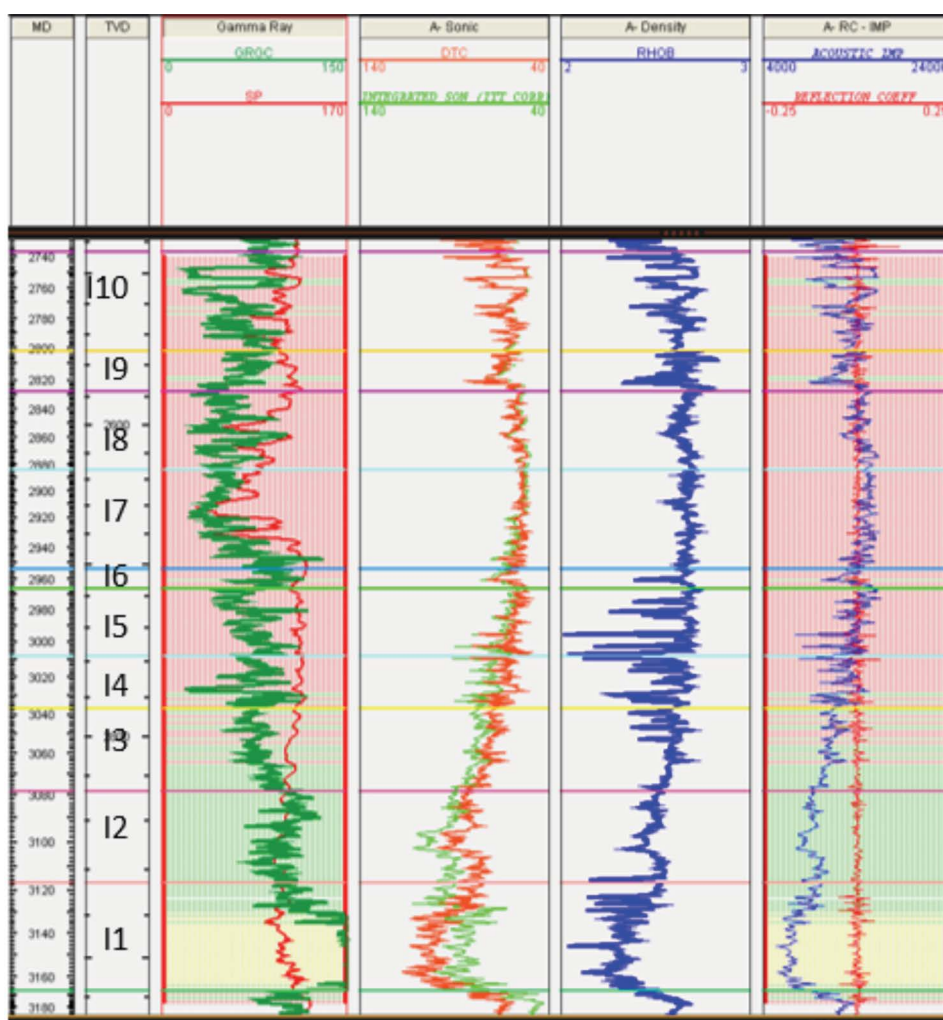
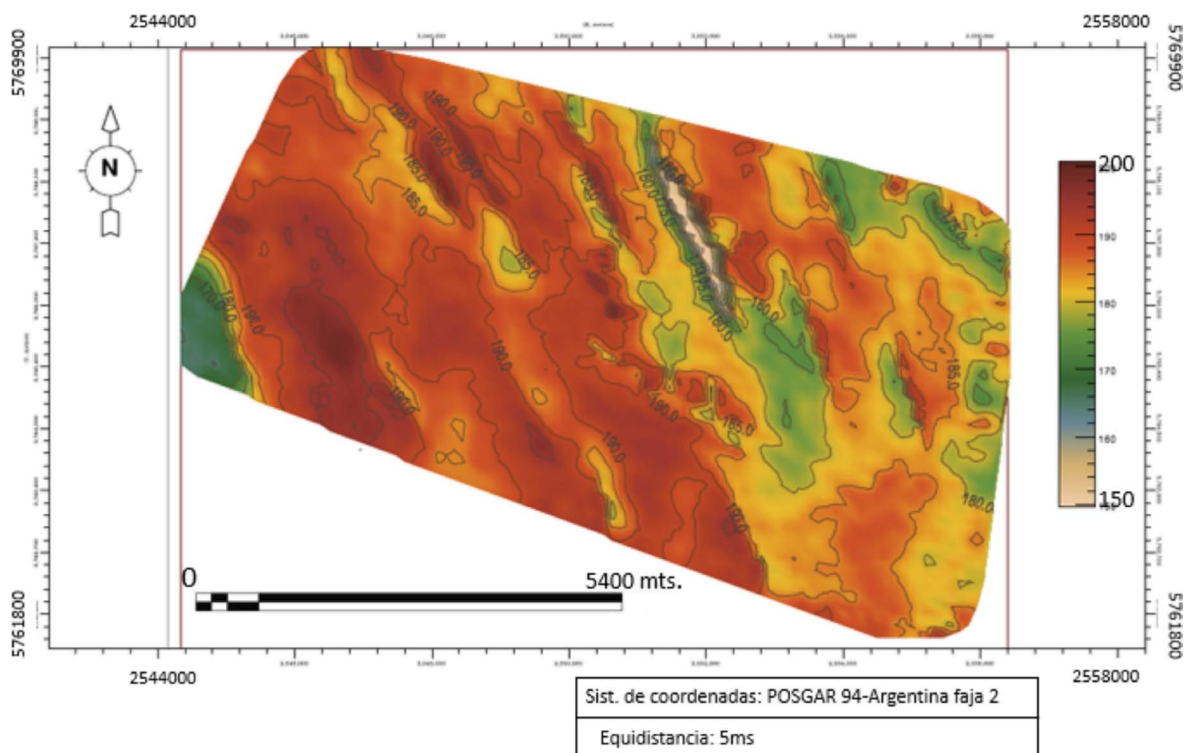


Figura 8 Visualización de la correlación en los registros de pozos del pozo LJE.X-1014.

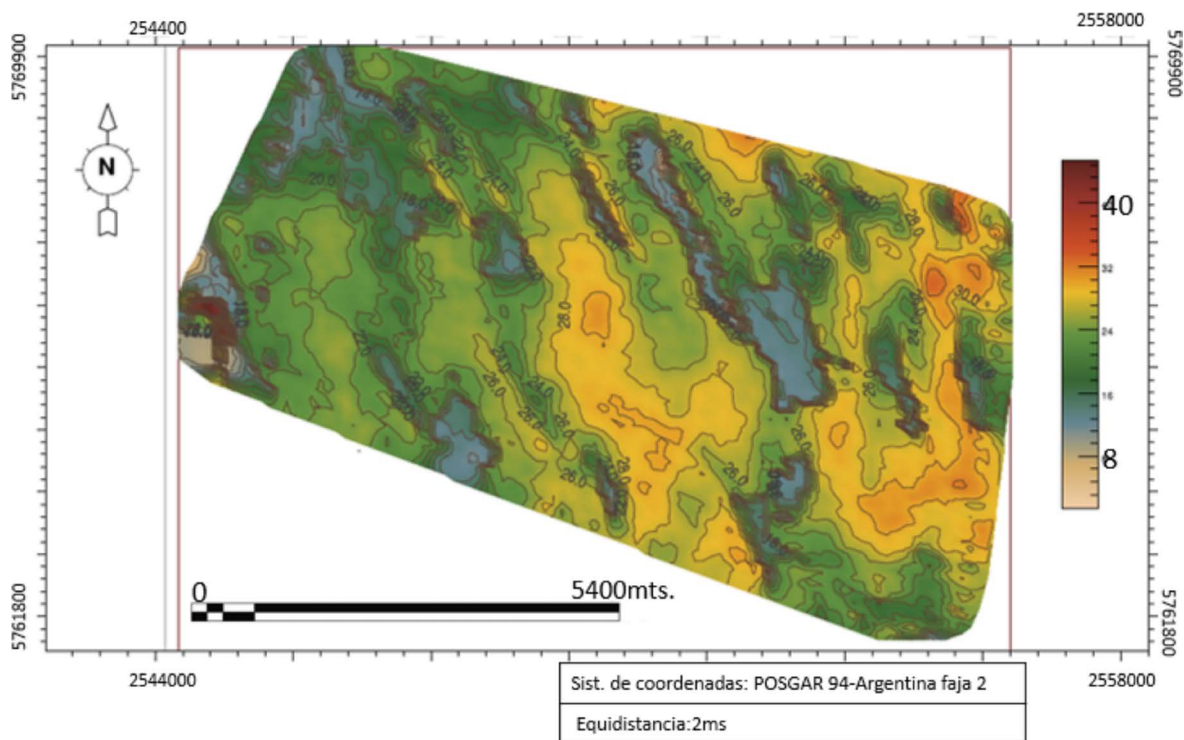
Mapas isocronopáquicos

El espesor en tiempo del intervalo de trabajovaría entre 200 y 150 ms, aumenta desde el NE hacia el SO, en este extremo disminuye nuevamente. Mapa 4

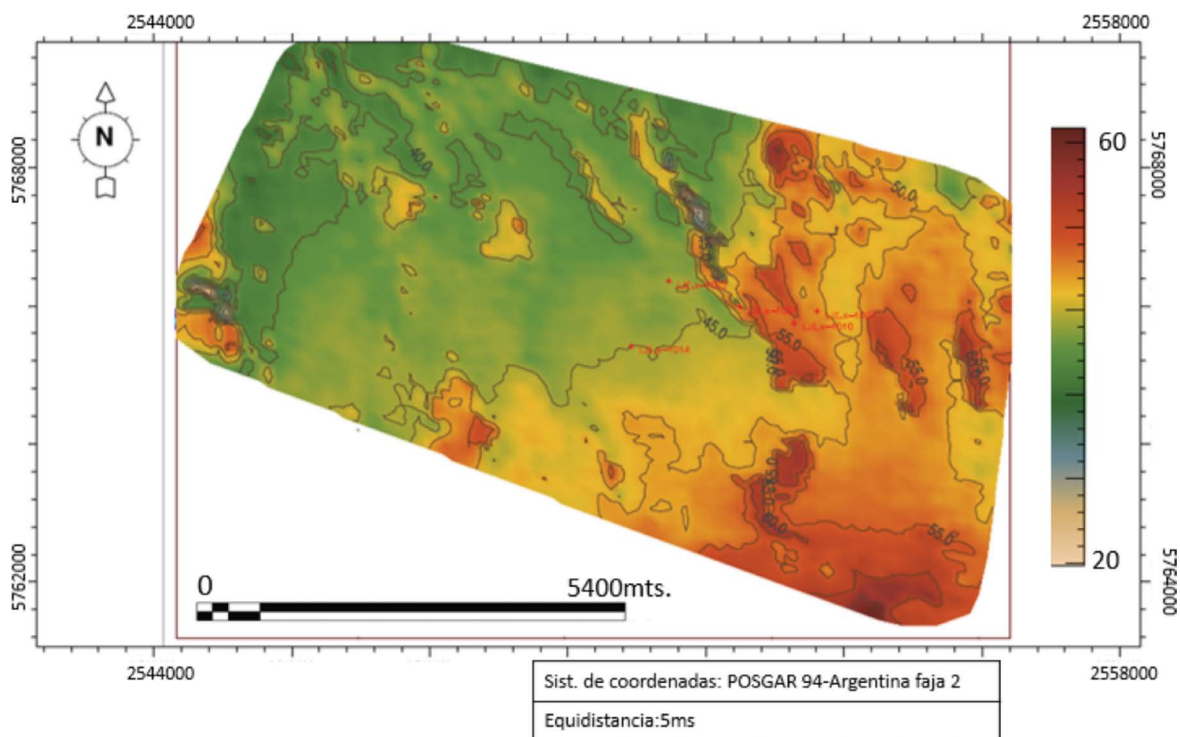
En los mapas isócronos se observa que el espesor en tiempo del intervalo de la sección 1, está fuertemente afectado por fallas normales, las cuales modifican su espesor. En general el espesor aumenta de SE a NO, los espesores mayores toman la forma de cuerpos orientados de NO a SE y los menores espesores se encuentran cercanos a las fallas, (Mapa 5). El espesor del intervalo que corresponde a la sección 2 aumenta desde NO hacia el SE, siendo los límites entre ellos irregulares, con una disminución en las áreas afectadas por las fallas, (Mapa 7). En la sección 3 aumenta gradualmente el espesor en tiempo desde el SE hacia el NO, siendo los límites entre ellos también irregulares, (Mapa 6).



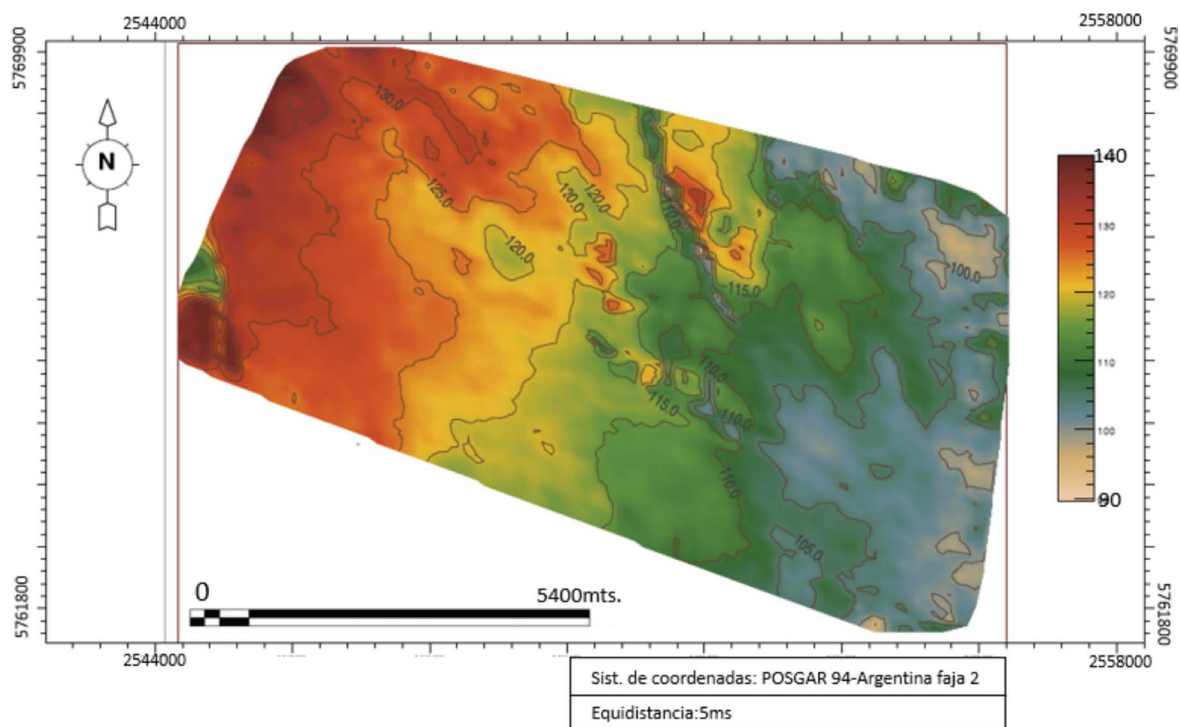
Mapa 4. Mapa isocronopáquico del intervalo de estudio.



Mapa 5. Mapa isocronopáquico de la sección 1.



Mapa 7. Mapa isocronopáquico de la sección 2.



Mapa 6. Mapa isocronopáquico de la sección 3.

Mapas de atributos

Como se mencionó en la metodología, se realizaron mapas de atributos de amplitud. Debido a que no estos mapas no fueron relacionados con los datos de pozos en este trabajo, no se pudo llegar a resultados significativos.

Análisis estratigráfico

En secciones del cubo sísmico se pudo interpretar, un cortejo transgresivo, compuesto por reflectores horizontales continuos, interrumpidos solamente por fallas, formando un apilamiento retrogradacional- agradacional. Estos reflectores pertenecen a la base de la Fm. Vaca y abarcan la sección 1 y 2, mencionadas en este trabajo anteriormente. Por encima de esta transgresión y de la superficie de máxima inundación se comienzan a presentar reflectores en terminaciones de toplap, la cuales provienen desde el NO Y se extienden hasta el centro del área, mostrando un patrón de apilamiento progradacional. Hacia el SE del mismo intervalo, se observaron reflectores con geometrías poco definidas en la totalidad del volumen sísmico, los cuales pueden interpretarse como reflectores en terminación downlap hacia el NO y luego detoplap hacia el SE, esta interpretación coincide con el contexto estratigráfico de la Fm. Vaca Muerta debido a que inicia con apilamiento retrogradacional-agradacional y luego evoluciona a un apilamiento progradacional. Otra interpretación es que la forma que poseen estos reflectores se debe a la combinación de

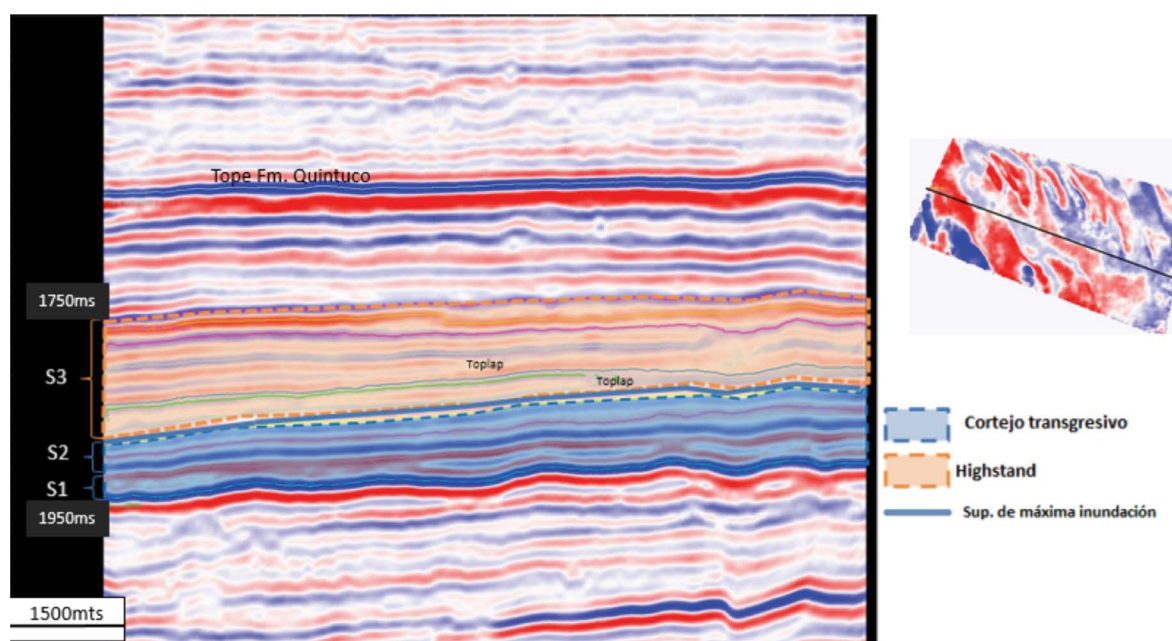


Figura 9. Sección general del volumen sísmico, en la cual puede visualizarse los cortejos interpretados y las secciones que lo componen.

resolución vertical grande e influencia del contexto estructural. Luego los reflectores son continuos hasta el tope del intervalo de estudio. En conjunto estos reflectores comprenden la sección 3 y son representativos de un cortejo de alto nivel (highstand systems tract). Figura 9.

CONCLUSIONES

- La deformación estructural trastensional afecta más a la base del intervalo que al tope del mismo.
- De acuerdo a los registros de pozo (GR, SP, Sónico, Densidad y cruce de Passey) se observaron en la Fm. Vaca muerta 10 intervalos.
- Estos intervalos pueden agruparse en tres secciones de acuerdo a la correlación entre los valores de GR e impedancia acústica. Sección 1: Valores altos de GR. y bajos de Impedancia Acústica; Sección 2: Valores intermedios de GR. E Impedancia Acústica. Sección 3: Valores intermedios y bajos de GR y altos de Impedancia Acústica.
- En las secciones de todo el volumen sísmico se pudo interpretar un cortejo transgresivo (sección 1y2) y un cortejo de highstand (sección 3).
- La sección 1 posee cuerpos de mayor espesor que tienen orientación NO-SE, esto se debe a que ésta sección rellena el paleo relieve de la Fm Catriel. A su vez esta sección, con respecto a los registros de pozo y el cruce de Passey, se la puede identificar como una unidad de depósitos finos rica en hidrocarburos, ya que muestra bajas velocidades, debido a la baja velocidad y densidad del kerógeno y altas resistividades, porque los fluidos de hidrocarburos no son conductivos. Por lo que estos cuerpos de mayor espesor y amplitud serían los más redituables para la explotación No Convencional de los recursos de hidrocarburos. También llamada “cocina”.
- En cuanto a la sección 2, ésta también posee características de una unidad rica en hidrocarburos, pero con composición litológica distinta, ya que posee menor contenido de material clástico, y mayor aporte carbonático, con respecto a la sección 1. Por lo que también podría ser un intervalo de interés para la explotación, teniendo en cuenta el contenido orgánico y que el comportamiento de las rocas será más frágil debido al menor contenido de material fino.
- La sección 3 no presenta características de una unidad rica en hidrocarburos, solo en su base puede contener contenido orgánico y es la sección más carbonática del intervalo.
- Para obtener mayor detalle de la distribución de las secciones correspondientes a la Fm. Vaca Muerta se debería realizar correlaciones entre los mapas de amplitud y los datos de pozos.

AGRADECIMIENTOS

- La autora de este trabajo agradece a la Lic. Sheyla Elian Iglesias y al Lic. Carlos Arregui, los cuales dirigieron este trabajo y brindaron sus conocimientos y buena predisposición.
- A la Universidad Nacional del Comahue, Subsecretaría de Minería e Hidrocarburos de la Provincia del Neuquén, quien brindó los datos de sísmica y pozos.
- A la empresa Halliburton, quien brindó el software Decision Space.

REFERENCIAS CITADAS

- González, G., Desjardins, P., Vallejo, M.D., González Tomassini, F., Kietzmann, D., Gómez Rivarola, L., Marchal, D., Domínguez, R.F., Fantín, M. (eds.) 2016. Transecta Regional de la Formación Vaca Muerta: Integración de sísmica, registros de pozos, coronas y afloramientos. Instituto Argentino del Petróleo y el Gas. Asociación Geológica Argentina, 244 pp., Buenos Aires
- Leanza, H. A., Marchese, H. G., Riggi, J.C., 1977. Estratigrafía del Grupo Mendoza con especial referencia a la Formación Vaca Muerta entre los Paralelos 35° y 40° l.s. Cuenca Neuquina-Mendoza. Revista de la Asociación Geológica Argentina 32, 190–208.
- Uliana, M. A., Dellape, D. A., Pando, G. A., 1977. Análisis estratigráfico y evaluación del potencial petrolífero de las Formaciones Mulichinco, Chachao y Agrio, Cretácico Inferior de las Provincias de Neuquén y Mendoza. Petrotecnia 1–2, 41–46.
- Uliana, M. A., Legarreta, L., Laffite, G. A., Villar, H. J., 1999. Estratigrafía y geoquímica de las facies generadoras de hidrocarburos en las cuencas petrolíferas de Argentina. IV Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, Actas, 1, 1–61.
- Weaver, C., 1931. Paleontology of the Jurassic and Cretaceous of West Central Argentine. Memoir, University of Washington (469 pp.).
- Arregui, C., Carbone, O., Leanza, H.A., 2011. Contexto tectosedimentario. XVIII Congreso Geológico Argentino. Relatorio:29-35, Neuquén 2011.
- Fossa Mancini, E., Feruglio, E., Yusen de Campana, J.C. 1938. Una reunión de geólogos de YPF y el problema de la terminología estratigráfica. Boletín de Informaciones Petroleras 15(171):1–67. Buenos Aires.
- Legarreta, L., Uliana, M.A. 1991. Jurassic / Cretaceous marine oscillations and geometry of a back-arc basin fill, central Argentine Andes. En: McDonald, D.I.M.(Ed.): Sedimentation, Tectonics and Eustasy. I.A.S. Special Publication 12: 429–450. London.
- Mitchum, R.M., Uliana, M.A. 1982. Estratigrafía sísmica de las Formaciones Loma Montosa, Quintuco y Vaca Muerta, Jurásico Superior y Cretácico Inferior de la Cuenca Neuquina, Argentina, 1º Congreso Nacional de Hidrocarburos, Petróleo y Gas, Actas 439–484. Buenos Aires.
- Mitchum, R.M., Uliana, M.A. 1985. Seismic stratigraphy of carbonated depositional sequences. Upper Jurassic / Lower Cretaceous. Neuquén Basin, Argentina. En: Berg B.R. & Woolverton,

- D.G.(Eds.): Seismic stratigraphy, II. An integrated approach to hydrocarbon analysis. A.A.P.G. Mem. 39: 255-274. Tulsa.
- Gulisano, C.A., Gutiérrez Pleimling, A., Digregorio, R.E. 1984. Análisis estratigráfico del intervalo Tithoniano - Valanginiano (Formaciones Vaca Muerta - Quintuco y Mulichinco) en el suroeste de la provincia del Neuquén. IX Congreso Geológico Argentino, Actas 1: 221-235. Buenos Aires.
 - Pángaro, F., Martínez, R., Sattler, F., Bettini, F.H., 2011. El flanco oriental. XVIII Congreso Geológico Argentino. Relatorio: 407-418.
 - Mosquera, A., Ramos, V.A. 2006. Intraplate deformation in the Neuquén Embayment. En: Kay, S.M., Ramos, V.A. (Eds.): Evolution of an Andean margin: A tectonic and magmatic view from the Andes to the Neuquén Basin (35°-39° S latitude), Geological Society of America Special Paper 407: 97-123.
 - Cristallini, E., Tomezzoli, R., Pando, G., Gazzera, C., Martínez, J.M., Quiroga, J., Buhler, M., Bechis, F., Barredo, S., Zambrano, O., 2009. Controles precuycanos en la estructura de la Cuenca Neuquina. Revista de la Asociación Geológica Argentina 65 (2): 248-264.
 - Bechis, F. 2009. Deformación transtensiva de la cuenca Neuquina: análisis a partir de ejemplos de campo y modelos análogos. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires (inédita), 250 p., Buenos Aires.
 - Vail, P.R., Mitchum, R.M., Thomson, S. 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea level. Part 4. Global cycles of relative changes of sea level. American Association of Petroleum Geologists Memoir, 26: 83-97. Tulsa