

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

INTERPRETACIÓN SÍSMICA INTEGRAL

Micaela Maugeri²

1: Micaela Maugeri, Especialización en Geociencias de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos,
FCNyM, maugeri.micaela@gmail.com

Keywords: Fm. Los Molles, Mb. Cutral Có, Interpretación, RMS

ABSTRACT

The aim of this work was to characterize the most favorable zones to behave as reservoirs of the permeable levels of Mb. Cutral Có, belonging to the Fm. The Molles. For the study, the 3D seismic cube information and the data provided by the exploratory surveys carried out in the area (geological control and well profiles) were used.

The methodology used consisted of the generation of an isochronous plane at the top of the Mb. Cutral Có. Subsequently and based on the generation of velocity models in each well, isovelocity maps were made that allowed to convert the maps in time to depth. Different seismic attributes were extracted that, combined with the interpretation of profiles and production data, allowed the correlation of the same.

The interpretation of the results permitted to delimit two zones of interest, where the levels of greater useful thickness coincided with the highest zone of the structure evidencing, a trapping with strong structural behavior. While superimposed on the previous ones, a distribution of attributes was determined that showed a trapping with a strong stratigraphic behavior.

In conclusion, the results obtained with the root mean square (RMS) amplitude attribute showed a good correlation with espesor útil ranges.

INTRODUCCIÓN

El área de estudio se encuentra ubicada en el ámbito de la Dorsal de Huincul, al sur de la Cuenca Neuquina (Fig 1). La Dorsal de Huincul es un rasgo morfo-estructural sobresaliente que se extiende por 250 km con una orientación general E-O. Está constituida por un tren de estructuras anticlinales de orientación preferencial E-O fuertemente asimétricas con vergencia predominantemente sur, que involucra desde el basamento Paleozoico hasta los sedimentos del Cretácico Superior según estudios realizados por Orchuela (1981) y Ploszkiewicz (1984), entre otros autores.

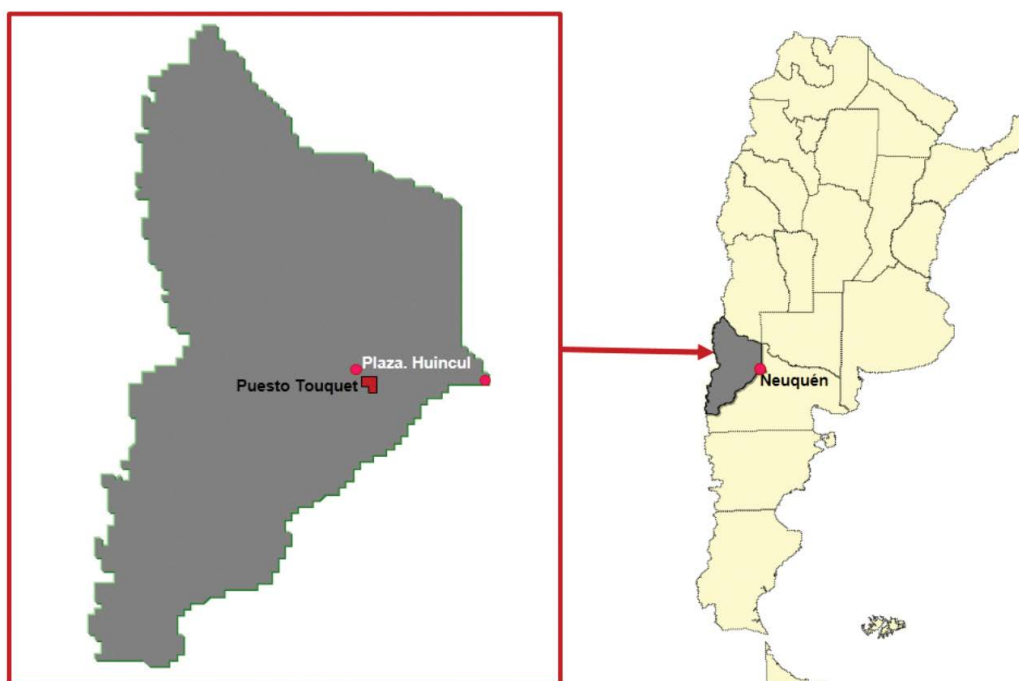


Figura 1: área de estudio. Yacimiento Pto. Touquet, Cuenca Neuquina, Argentina

De acuerdo con Pángaro (2009), la configuración que presenta actualmente es debida a un sistema compresivo que actuó durante el Jurásico Superior hasta el Cretácico con un relleno de entre 1500 a 5000 metros de depósitos del Triásico Superior al Jurásico Inferior [237 – 174 m.a.]. Al igual que otras zonas de la cuenca, la dorsal es un área de gran interés científico y exploratorio por presentar un gran potencial energético.

La estructura principal donde se encuentra la zona de mayor producción del Yacimiento Puesto Touquet es un anticlinal elongado en dirección SO-NE generado por la inversión tectónica que afectó a la zona Dorsal de Huincul (Allo *et al.*, 2014), de orientación aproximadamente E-O, y con fallas normales de dirección N-S. Esta estructura es la responsable de generar el entrapamiento tanto para las unidades más someras del Mb. Cutral Có, con una profundidad media de 600 mbbp, como también para los reservorios profundos del Gr Precuyo, con profundidad media de 1200 mbbp.

En el año 1983, la compañía YPF perforó el pozo exploratorio PTu.x-1, descubridor del yacimiento gasífero Puesto Touquet. En 1994, la compañía Pluspetrol realizó el desarrollo del área comenzando su puesta en producción en el año 1996.

Los datos utilizados para el trabajo están conformados por un cubo sísmico 3D que incluye la información de tres proyectos sísmicos ubicados en la zona denominada Puesto Touquet - El Porvenir. Estos proyectos presentaban el solapamiento suficiente que permitió que fueran

procesados como un solo cubo (procesamiento merge pre stack) los tres cubos adquiridos de manera independiente entre sí por diferentes compañías.

El plano de referencia final se fijó en 300 m y la velocidad de reemplazo en 3200 m/s.

METODOLOGÍA

De acuerdo a la información suministrada anteriormente el flujo de trabajo seguido, desde la verificación de los datos sísmicos hasta la obtención de atributos sísmicos estratigráficos, se detalla en la Fig 2.

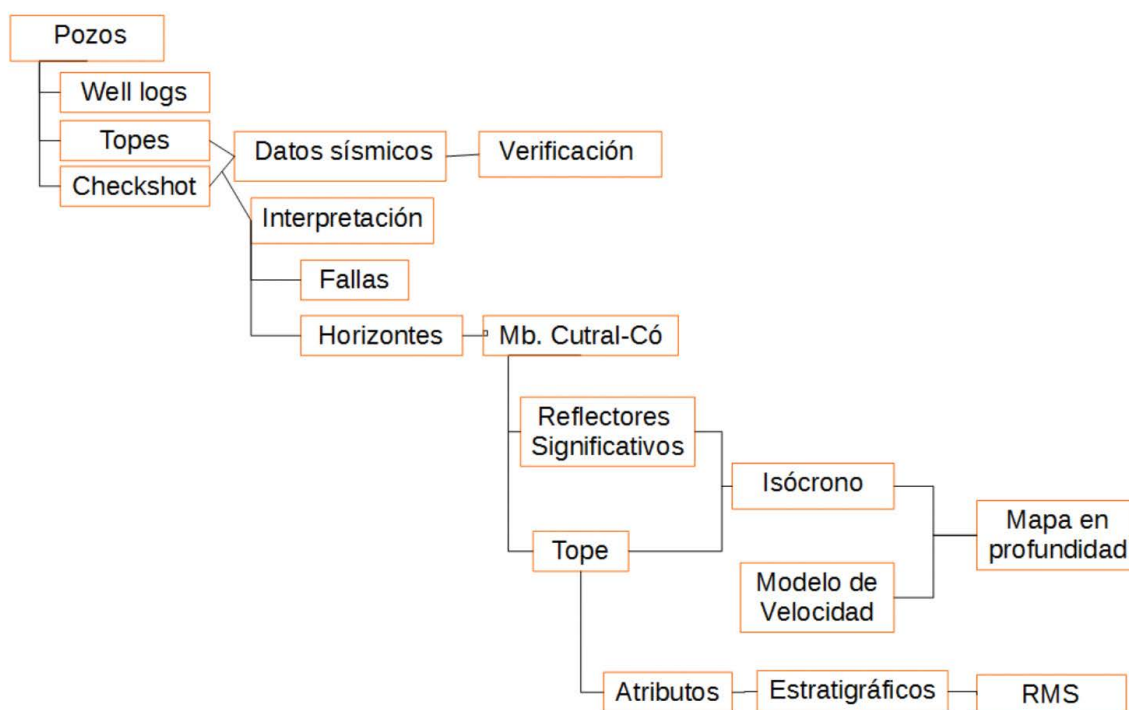


Figura 2: flujo de trabajo.

Se realizó una interpretación detallada (con una densidad de 5 líneas/paso) del horizonte asociado al tope del Mb.Cutral Có. Asimismo se interpretaron reflectores significativos correspondientes al pase Mb. Cutral Có - Mb. Pelítico inferior (Fig 3), con el fin de obtener un modelo estructural.

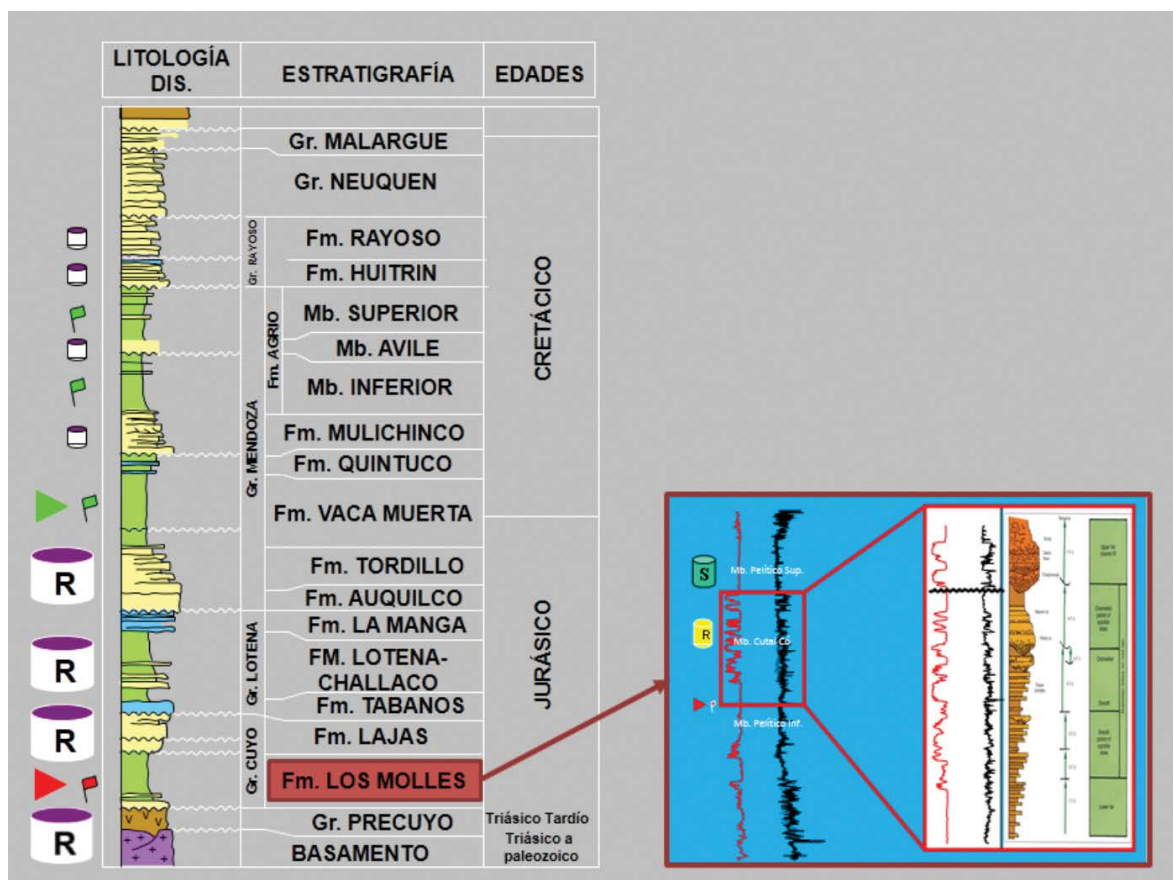


Figura 3: columna estratigráfica detallando la zona de interés.

Al mismo tiempo en que se realizó la interpretación del tope del Mb. Cutral Có, se procedió a realizar el análisis de las fallas que afectaban los horizontes de interés. Se agruparon las fallas según su geometría y su jerarquía, según correspondiera en: falla principal SO-NE, fallas transversales a la falla principal, fallas paralelas a la falla principal, de menor jerarquía y otras fallas aisladas.

Una vez realizada la interpretación de horizontes y fallas se realizaron los mapas en tiempo (isócrono) de cada horizonte de interés, poniendo un mayor énfasis en el horizonte asociado al tope del Mb. Cutral Có (Fig 4), para poder utilizar la superficie en el proceso de atributos.

Se procedió a convertir a profundidad los horizontes. El pasaje a profundidad de los mismos se realizó utilizando los datos de topes de pozos, guiados con la tendencia del mapa en tiempo. Se encontró una ley teórica de velocidad que nos proporcionó un mejor ajuste a los datos observados. Se eligió, para este trabajo, una relación lineal de la velocidad con la profundidad, ya que ésta presenta buenos resultados en el caso de tener alternancia de lutitas y areniscas. Esta función está basada en la suposición de un incremento lineal de la velocidad con la profundidad, es decir V

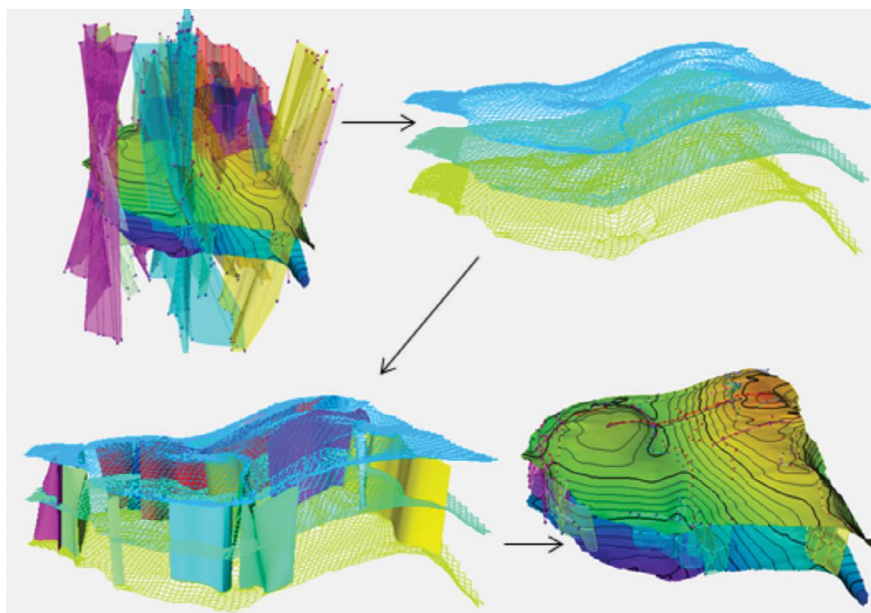


Figura 4: construcción del modelo estructural.

(z), donde se toma la velocidad como función de la profundidad. La ecuación está representada como:

$$V(z) = V_0 + Kz, \quad (1)$$

donde, V: velocidad a la profundidad z, z: profundidad desde el nivel de referencia, V₀: velocidad inicial y K: razón del incremento velocidad-profundidad.

Al notar que los errores obtenidos eran menores a la decena de metros y aceptables de acuerdo a la complejidad de la región de estudio, se realizó un modelo, corrigiendo además con los datos de los pozos que definen el eje del anticlinal del área correspondiente a Pto. Touquet. Como los resultados fueron alentadores se procedió a realizar un modelo definitivo corregido por los pozos del área.

En la zona donde se realizó el estudio el horizonte de interés es muy superficial. Por ese motivo, al no poseer horizontes interpretados suprayacentes, se obtuvo un modelo de velocidad asociado solo a la superficie correspondiente al tope del Mb. Cutral Có. Una vez obtenido el modelo de velocidad, se procedió a convertir a profundidad los mapas isócronos.

Análisis de atributos

Se realizó un análisis de atributos sísmicos orientando a la búsqueda de trampas con un fuerte componente estratigráfico. Para ello, se buscó identificar los resultados de estos análisis con características estratigráficas compatibles con las definidas en zonas con registro de hidrocarburos.

El atributo elegido para el análisis fue amplitud media cuadrática (RMS) que está relacionado con la energía de la traza. Como puede apreciarse en la ecuación (2), cada valor de amplitud es elevado al cuadrado antes de realizar el promedio, de ello resulta que tiende a enfatizar las anomalías de amplitud mejor que otros atributos. Se define como la raíz cuadrada de la traza sísmica, como se muestra en la ecuación citada a continuación:

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_1^n (a_i)^2}{n}}, \quad (2)$$

siendo a_i un valor instantáneo de amplitud y n el número de muestras.

Para el cálculo de los atributos se realizó una extracción del cubo sísmico original, sin filtro y sin ganancia, que tuvo como objetivo prospectivo enfocar nuestra atención en el horizonte de interés. A continuación se muestra una línea compuesta ubicada en el eje del anticlinal y el resultado obtenido con el atributo RMS (Fig 5).

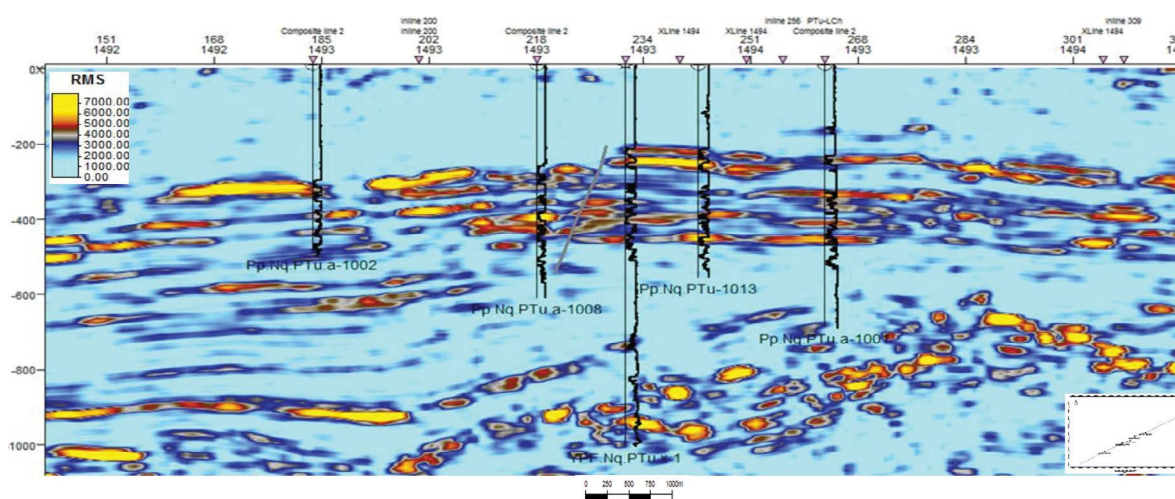


Figura 5: resultado obtenido con atributo RMS. Línea compuesta ubicada en el eje del anticlinal del área correspondiente a Pto Touquet sobre el plano isócrono del tope del Mb. Cutra Có.

A medida que se realizaron los estudios de atributos se observó un rasgo que podría vincularse a un alto contraste de impedancia acústica, sobre el tope del Mb. Cutral Có, que también se

procedió a estudiar con mayor detalle (Fig 6). Este rasgo observado coincide con el Canal Rojo, descrito por Allo *et al.* (2014) como un cañón submarino vinculado a un ambiente de plataforma distal a talud asociado a variaciones relativas del nivel del mar. El mismo se encuentra inciso en el Mb. Pelítico Superior, de la Formación Los Molles, con una orientación SSO-NNE.

En el registro sísmico el Canal Rojo es un rasgo conspicuo, de carácter erosivo y con forma de un gran valle, presentando fuertes contrastes de impedancia acústica que corresponderían al relleno del canal donde los pozos que la atravesaron ensayaron gas.

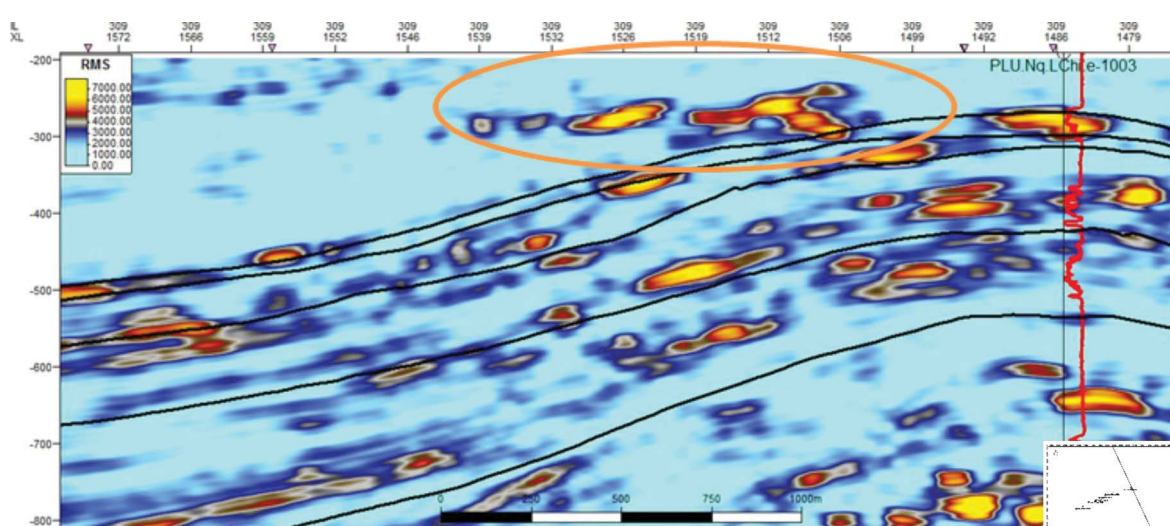


Figura 6: resultado para el atributo RMS donde se detalla los fuertes contrastes de impedancia acústica asociados al canal, inline 309.

Se obtuvo la amplitud media cuadrática (RMS) para ventanas que se deslizan sobre la traza sísmica (del orden de 20 ms a 30 ms) y de esta manera lograr resaltar los contrastes de impedancia acústica presentes en la sísmica. A partir de los estudios petrofísicos realizados en los pozos que se encuentran sobre el eje del anticlinal de Puesto Touquet, se observaron dos niveles arenosos por debajo del tope del Mb. Cutral Có, asociados con altos contrastes de impedancia acústica obtenida con los atributos.

A continuación se muestran los resultados obtenidos, tomando una ventana de 20 ms desde el tope interpretado (Fig 7) y sumando 20 ms al horizonte anterior se extrajo el mismo atributo con una ventana de 40 ms (Fig 8).

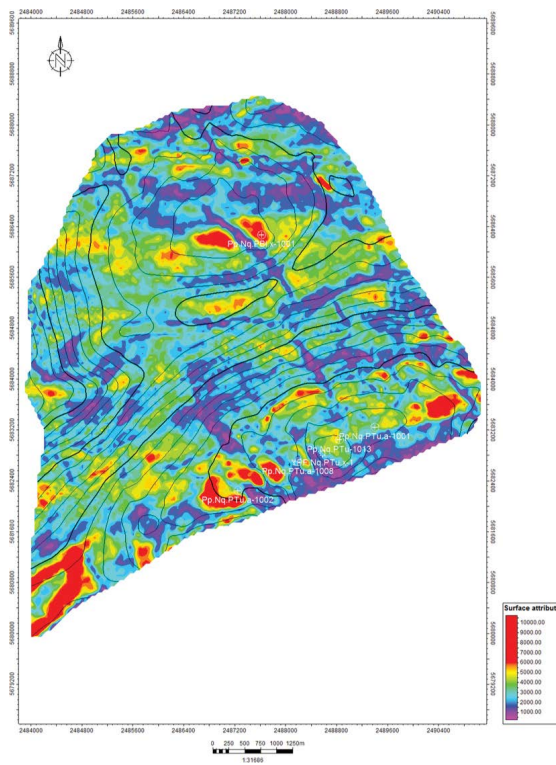


Figura 7: resultado del atributo RMS para una ventana de 20 ms desde el tope interpretado.

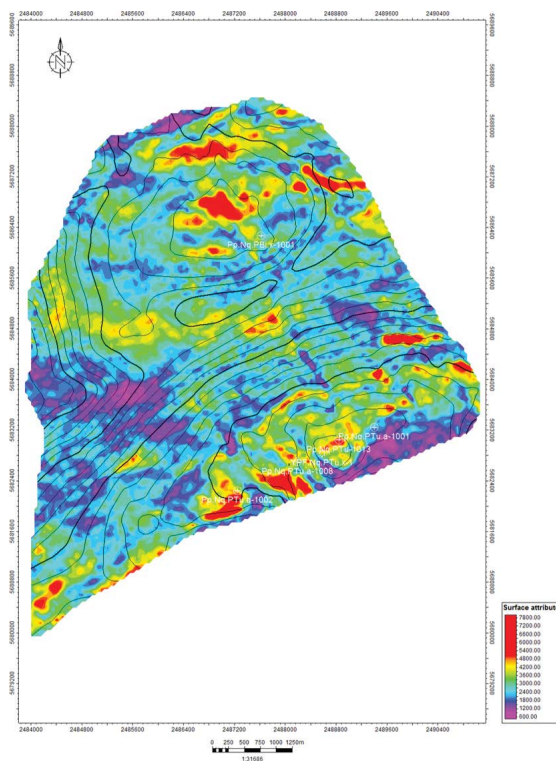


Figura 8: resultado del atributo RMS para una ventana de 40 ms a 20 ms del tope interpretado.

También se muestran los resultados obtenidos con el atributo RMS donde se evidenció la existencia del canal antes descripto, restando 50 ms al tope interpretado, con una ventana de 30 ms (Fig 9).

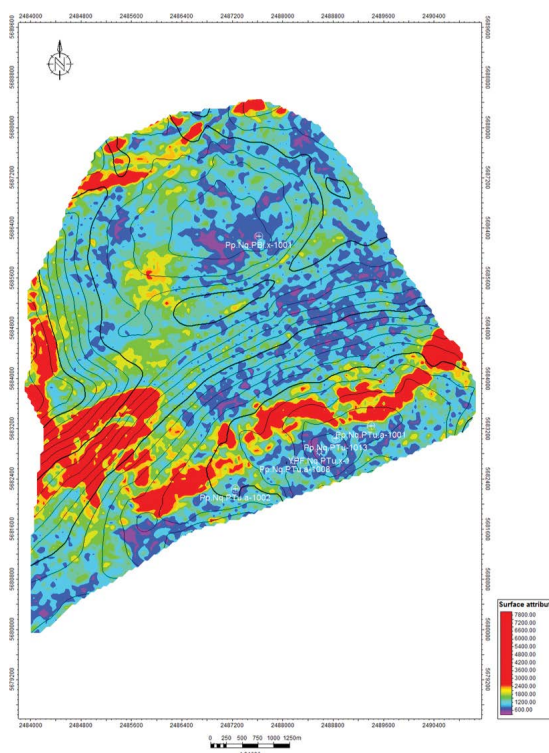


Figura 9: resultado del atributo RMS para el canal rojo en donde se tomó una ventana de 30 ms a 50 ms por encima del tope interpretado.

ANÁLISIS DEL RESULTADO DE ATRIBUTOS

A partir de la comparación del resultado de atributos con la información de pozos disponible se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Para la extracción de atributos correspondientes a los niveles inferiores del horizonte interpretados, se observó, una buena correlación entre los rangos de espesor útil y los rangos obtenidos por el atributo RMS tanto para los cinco pozos analizados en base a perfiles (Figura 10 y 11 representados en blanco) como para otros pozos del área de estudio obtenidos a posteriori del estudio realizado (Figura 10 y 11 representados en negro), siendo estos últimos valores de referencia estimativos para arribar a la conclusión.

Para el canal, que se halla por encima del tope interpretado, contar con la información de los pozos a posteriori del análisis, (Figura 12 representados en negro) fue importante ya que estos

atravesaban esta anomalía observada con el estudio de atributos y nos permitió establecer una correlación razonable entre el rango de espesor útil y el rango arrojado por el atributo.

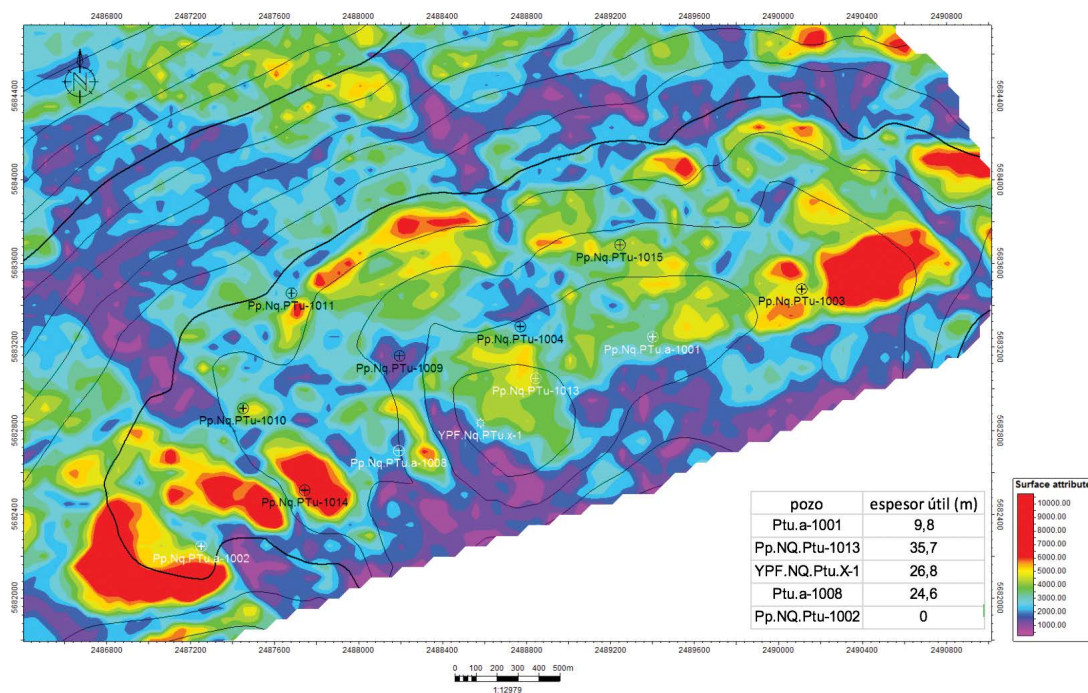


Figura 10: resultado del atributo RMS para el paquete 1. Pozos analizados en base a los perfiles (representados en blanco) y pozos obtenidos luego del análisis (representados en negro).

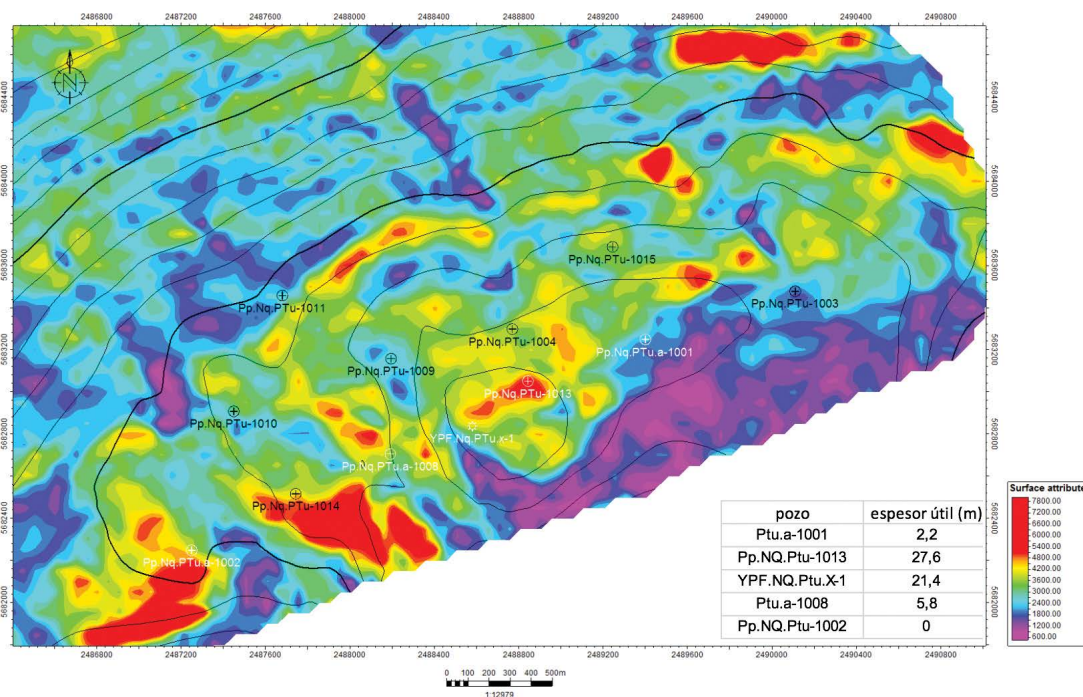


Figura 11: resultado del atributo RMS para el paquete 2. Pozos analizados en base a los perfiles (representados en blanco) y pozos obtenidos luego del análisis (representados en negro).

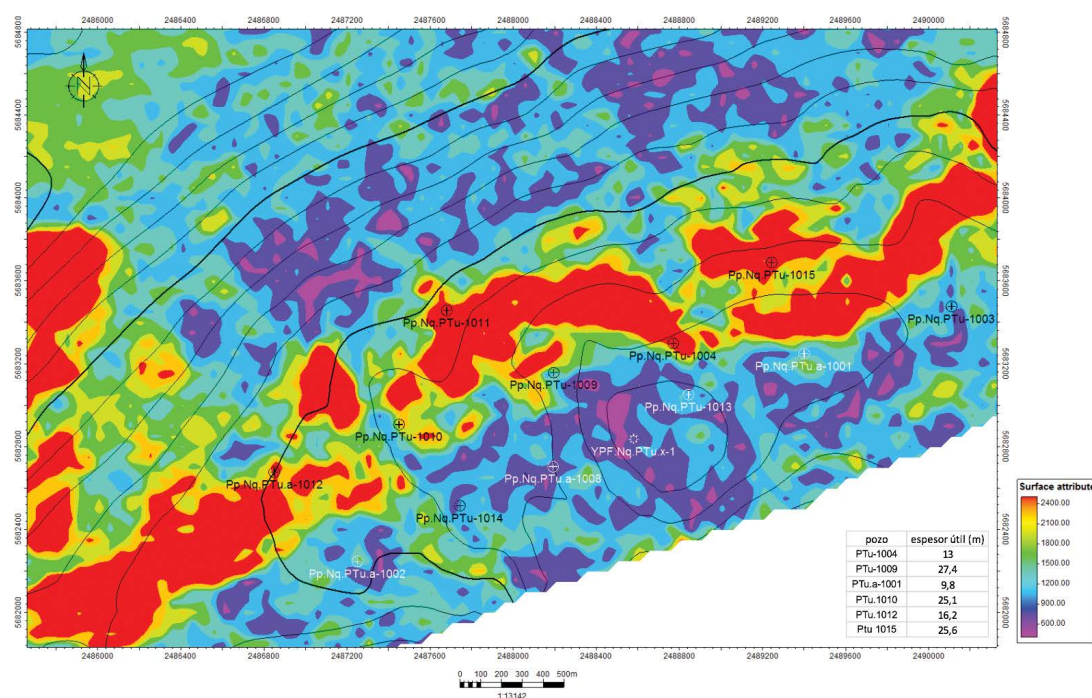


Figura 12: resultado del atributo RMS para el canal. Pozos analizados en base a los perfiles (representados en blanco) y pozos obtenidos luego del análisis (representados en negro).

CONCLUSIONES

A partir de la integración de los antecedentes geológicos del área, los resultados obtenidos con la extracción de atributos sísmicos y su correlación con los datos de las perforaciones, se obtuvo una interpretación para los niveles cercanos al tope del Mb. Cutral Có. Se planteó la existencia de dos zonas de interés que: una inferior al horizonte de interés, donde se observaron cuerpos arenosos rodeados de pelitas con forma de lóbulos que coinciden estructuralmente con eje del anticlinal correspondiente a Puesto Touquet. Y suprayaciendo a la anterior se localizó un cuerpo de geometría canalizada. En este último se detectaron fuertes contrastes de impedancia acústica correspondientes al relleno de un canal mineralizado con gas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los profesores que forman parte de la Especialización en Geociencias de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, que contribuyeron en mi formación como especialista.

REFERENCIAS CITADAS

- Allo, M., Mas Cattapan, F., María, S., 2014. Modelado estático de un yacimiento maduro de gas Puesto Touquet. Cuenca Neuquina. Argentina. IX Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, IAPG, Trabajos Técnicos (tomo I) 475 p., Mendoza, Argentina.
- Gomez Omil, R., R. Schmithalter, A. Cangini, L. Albariño y A. Corsi, 2002, El Grupo Cuyo en la Dorsal de Huincul, consideraciones estratigráficas, tectónicas y petroleras.
- Orchuela, I., J. C. Vaillard, V. Ploszkiewicz, y R. Viñes, 1981. Reinterpretación Estructural de la denominada "Dorsal Neuquina", VIII Congreso Geológico Argentino, San Luis, Actas III: pág. 281-293.
- Pángaro F., Pereira D. M., Micucci E., 2009. El sinrift de la Dorsal de Huincul, Cuenca Neuquina: Evolución y control sobre la estratigrafía y estructura del área.
- Ploszkiewicz, V., I. Orchuela, J. C. Vaillard y R. Viñes, 1984. Compresión y desplazamiento Lateral en la zona de la Falla de Huincul, estructuras asociadas, Provincia del Neuquén, IX Congreso Geológico Argentino, SC de Bariloche, Actas II pág. 163-169.