

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

FOTOINTERPRETACIÓN ESTRATIGRÁFICA Y ESTRUCTURAL DE LAS UNIDADES EN SUPERFICIE EN LA REGIÓN DE ZAPALA, CUENCA NEUQUINA, A PARTIR DE IMÁGENES LANDSAT Y SU IMPLICANCIA PETROLERA EN EL SUBSUELO

Gonzalo Fernández¹, Gustavo Vergani², Juan Carlos Gómez³

1: Alumno de Posgrado, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP gonn.fr@gmail.com

2: Pluspetrol SA, gvergani@pluspetrol.net

3: Consultor, juancarlos@geofoto.com.ar

RESUMEN

A partir del procesamiento y análisis de imágenes satelitales Landsat, se realizó un análisis geológico de las unidades aflorantes en la región de Zapala, ámbito occidental de la Cuenca Neuquina y enmarcada entre las coordenadas Gauss Kruger N 5.750.000 N 5.600.000 y E 2.350.000 E 2.450.000, que concentra gran parte de las características estratigráficas y estructurales desarrolladas en diferentes sectores del subsuelo de la Dorsal de Huincul. Siendo este alto uno de los principales rasgos estructurales del relleno jurásico de la cuenca, está ligado a un lineamiento estructural antiguo de escala regional a los 39° latitud Sur, se extiende por más de 270 km con orientación E-O. El mismo estaría relacionado a un límite tectónico acrecional con la placa patagónica (Ramos *et al*, 2011; Mosquera *et al*, 2011; J. Silvestro y M. Zubirí, 2008). En la región de estudio este rasgo se interfiere con la Faja Plegada Andina lo cual implica reconocer características estructurales antiguas del mesozoico con estructuras posteriores de carácter andino superpuestas durante el cenozoico. El desarrollo de esta tectónica compleja fue uno de los principales actores en la distribución de las unidades en este sector, el cual dividió el área de estudio en un sector norte y uno sur, los que comparten una historia tectónica, enmarcando su principal diferencia en el desarrollo estratigráfico (M. Schiuma, *et al*. 2011). De esta manera se pueden analizar diferentes estilos estructurales así como también analizar los cambios de las unidades geológicas presentes, teniendo en cuenta la sobreimposición en algunos sectores.

En este sentido se analizaron y definieron los diferentes elementos y procesos de los sistemas petroleros existentes, observados en superficie a partir de sensores remotos con un control de campo parcial. Con este propósito se utilizaron imágenes satelitales LANDSAT 7, las cuales se procesaron para realizar un mapeo a escala 1:100000. De este procesamiento se obtuvieron como resultado varias imágenes de falso color, entre las cuales se resaltan diferentes características del terreno, una de ellas "RGB 564" resalta la diferencia entre los depósitos actuales, los cursos fluviales importantes, así como también los de origen ígneo; otra "RGB 542" resalta principalmente canales fluviales, sedimentos y rocas ígneas; y una imagen "RGB 432" la cual diferencia la mayor parte de las unidades, principalmente resalta la diferencia entre las unidades de basamento, las unidades carbonáticas, evaporíticas; unidades ígneas tanto intrusivos como volcánicas, entre las últimas se pudo resaltar las diferentes coladas volcánicas basándose en las texturas que se observaban en la imagen; mientras que las diferencias entre las unidades silicoclásticas se basan en características de resistencia, continuidad lateral y en menor medida por la coloración. Además, se generó un modelo de elevación digital de la zona e imágenes de alta definición en sectores particulares, los cuales ayudaron a definir y precisar unidades, contactos, estructuras.

INTRODUCCIÓN

El procesamiento de imágenes satelitales posee un vasto campo de aplicación en la industria hidrocarburífera, los cuales varían según la etapa del proyecto en la nos encontremos. Específicamente el análisis litológico y estructural de un área a través de imágenes satelitales, en cualquier etapa de un proyecto, produce información esencial para el análisis tanto de posibles escenarios geológicos que se puedan desarrollar en el sector, o para el desarrollo de logística de proyecto mismo (Stephen Coulson *et al.*, 2009).

La Cuenca Neuquina, situada en el centro-oeste de la República Argentina, ocupa las Provincias de Neuquén, borde sur de Mendoza, sudoeste de la Pampa y noroeste de Río Negro. La zona de estudio particularmente se ubica en la región centro-sur de Neuquén, comprende las unidades morfoestructurales en parte de la faja plegada y corrida andina, la dorsal de Huincul y el engolfamiento neuquino. Dentro de este ambiente tectónico y con límites las coordenadas Gauss Kruger Faja 2 (Datum Posgar WGS 84) N5.750.000 N5.600.000 y E2.350.000 E2.450.000 (Figura) se ubica el sector en cuestión. En este sector, se observa la interferencia de estructuras asignables a las diferentes unidades morfoestructurales antes nombradas, así como también de gran parte de las unidades estratigráficas de la cuenca.



Figura 1. Mapa de ubicación con provincias geológicas y principales elementos estructurales. Tomado de Naipauer y Ramos 2016. --- Zona de estudio.

MARCO GEOLÓGICO

La apertura de la Cuenca Neuquina ocurre en un contexto extensivo, relacionado al desmembramiento de Pangea, que progresa como cuenca de retroarco en un margen convergente. Sobre un sustrato ígneo-metamórfico compuesto por diferentes unidades de edad Devónica a Triásico Medio (Cingolani *et al.*, 2011; Arregui *et al.* 2011) comienza la sedimentación de la cuenca, la cual se caracteriza por iniciarse con un importante período de vulcanismo, por lo que el relleno en los diferentes depocentros que se fueron abriendo en la cuenca predominan las sedimentitas volcánicas asignadas al Ciclo Precuyano de edad Triásico Medio a Triásico Tardío.

Posteriormente, en el Jurásico Temprano, a medida que la subsidencia se hace regional, se conectan los depocentros y los depósitos los sobrepasaban, se produce la primera ingresión marina de la cuenca la cual culmina con depósitos estuarinos, fluviales y evaporíticos, que representan las distintas unidades del Grupo Cuyo, los cuales abarcan gran parte del Jurásico y finalizan en el Calloviano.

En contacto discordante se superpone el Grupo Lotena, de restringida extensión y representado por sedimentitas fluviales y de plataforma tanto silicoclástica como carbonática culminando con evaporitas, que abarca el intervalo Calloviano Tardío a Oxfordiano.

Sobre la unidad anterior y mediante una discordancia de primer orden (Discordancia Intramálmica) se deposita el Grupo Mendoza. Esta unidad comienza en el Kimmeridgiano con depósitos continentales de la Formación Tordillo y equivalentes. Rápidamente, en el Tithoniano, se cubrieron con los depósitos de la Formación Vaca Muerta que se extendió en casi toda la cuenca con depósitos lutíticos y carbonáticos de la Formación Quintuco, hasta el Valanginiano. Durante el Valanginiano y a través de una discordancia regional, se deposita la Formación Mulichinco, de origen continental en la zona. Sobre esta unidad y en base a las posteriores fluctuaciones del nivel del mar se generaron los depósitos de los miembros de la Formación Agrio, que se caracteriza por presentar un evento de desecación generalizado en el Hauteriviano (Miembro Avilé), que no llega a estar en la zona.

Mediante una discordancia regional, la discordancia Intrabarremiana (Miránica Inicial), la cual marca el retiro del mar precedente, se dan inicio los depósitos continentales y marinos del Grupo Bajada del Agrio caracterizado por sedimentitas evaporíticas y carbonáticas de la Formación Huitrín y Formación Rayoso, marcando una etapa de restricción marina.

Finalmente mediante la discordancia Intracenomaniana (discordancia de primer orden) se depositan los sedimentos designados como Grupo Neuquén, de carácter continental, y pertenecientes al Cretácico Superior. Estos son cubiertos por los depósitos Terciarios y Cuaternarios, los cuales desarrollaron gran cantidad de vulcanismo asociado.

METODOLOGÍA

Mediante el procesamiento de imágenes satelitales Landsat 7, se pudo realizar una diferenciación de las unidades en superficie en base a su coloración, textura, resistencia y expresión en superficie. Lo que sumado a un modelo de elevación digital ayudó al análisis de las estructuras presentes en la zona.

Dicho procesamiento se basó en la combinación RGB (Red Green Blue) de las 12 bandas, obteniendo como producto una variedad de imágenes de falso color, las cuales desatacan además de las características del terreno, las variedades litológicas principales aflorantes en la región, así como también los lineamientos principales.

La resolución espacial de dichas imágenes es de 15 metros, por lo que solo en algunos casos, en los que se consideró necesario, se utilizaron imágenes de color real y de mayor resolución para mejorar la interpretación de los contactos y estructuras observadas.

Adicionalmente el mapeo realizado tuvo un control de campo parcial, complementado con el análisis de las cartas geológicas de Zapala y PicúnLeufú, que en conjunto con información de nuevos trabajos científicos realizados en la zona ayudaron a alcanzar el producto final.

Para el desarrollo de las tareas realizadas se utilizó un *software* de procesamiento ER Mapper y un sistema de información geográfica (SIG)MapInfo, del cual se descargaron las imágenes de alta definición.

ANÁLISIS

La zona de estudio presenta un escenario favorable para el análisis estratigráfico, debido a que se expone en superficie gran parte de la columna estratigráfica de la Cuenca Neuquina. El procesamiento de imágenes realizado fue clave para la diferenciación de las unidades, así como también para el reconocimiento de las principales discordancias y estructuras. La imagen que mejor expresa la geología en conjunto es la “RGB432” (Figura 1), donde se observan una variedad de relaciones estratigráficas que se analizaron en sectores particulares (Figura 2). En cuanto a la estructura se observaron lineamientos de gran escala, relacionados a plegamientos, cuyos ejes presentan una gran variación N-S, NE-SW, NW-SE, E-W. Adicionalmente se analizó la relación de dichos pliegues con los afloramientos de basamento en la zona de estudio.

En base al análisis estratigráfico y estructural de superficie en la zona de estudio, se definieron algunos posibles sistemas petroleros. En el sector norte relacionados con dos rocas madres, Formación Los Molles y Formación Vaca Muerta, los cuales cargan una variedad de reservorios tanto clásticos como carbonáticos entre los más destacados por la bibliografía se encuentran las formaciones, Los Molles, Lajas, Tordillo; Quintuco; en cuanto a los sellos presentes se destacan los evaporíticos como Auquilco y Huitrín en el sector norte. En el sector Sur la principal roca

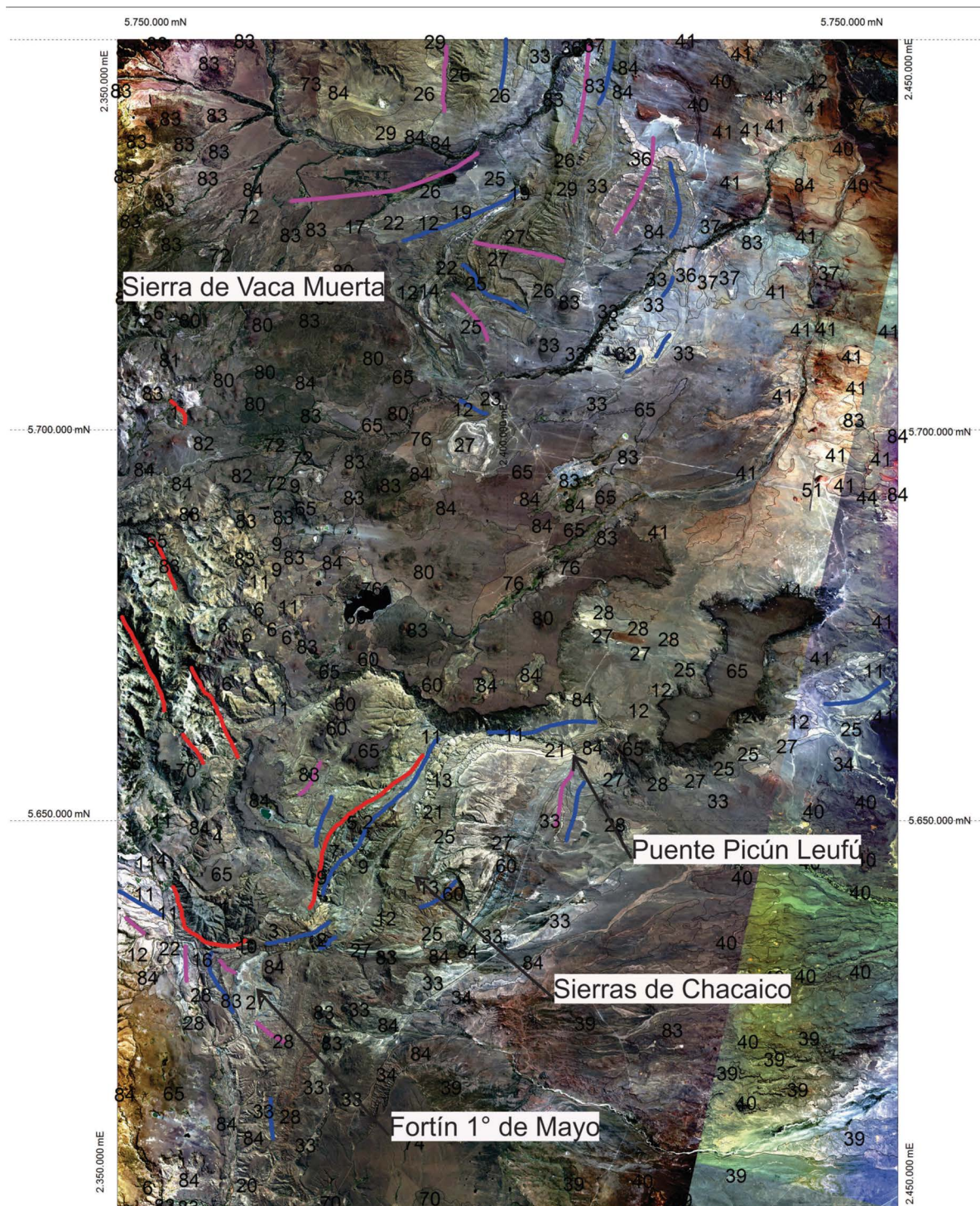


Figura 2. Imagen satelital "RGB432", con sectores de análisis. --- fallas inversas; --- pliegues anticlinales; --- pliegues sinclinales

madre es la Formación Los Molles, que carga reservorios principalmente del Grupo Cuyo, como Formación Los Molles, Formación Lajas, entre otras. Las unidades sello del sector sur son de carácter silicoclástico. En referencia a los posibles entrapamientos en el área de estudio relacionados con estructuras poseen ejes orientados N-S sobreimpuestos sobre otros lineamientos de orientación NE-SW, E-W, NW-SE, además se observaron algunos acunamientos en formaciones de los grupos Cuyo y Mendoza (Vergani, 2011).

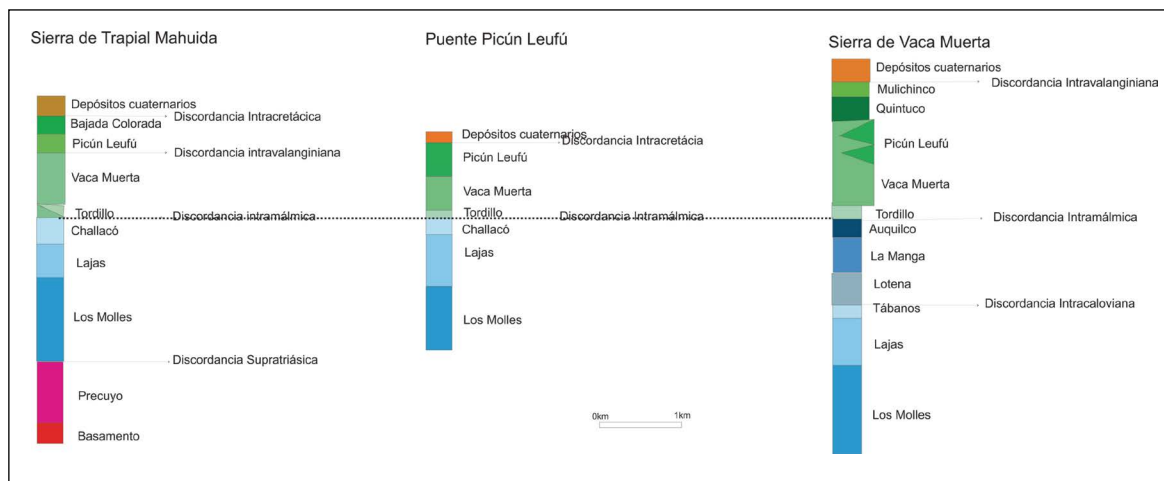


Figura 3. Perfiles estratigráficos. Sector sur (izquierda), sector norte (derecha).

CONCLUSIÓN

En conjunto entre el procesamiento y la comparación de las imágenes obtenidas se pudieron destacar las variedades litológicas principales encontradas en el área.

Regionalmente, las unidades presentan una variación entre el sector Norte y el sector Sur. Esta variación se relacionaría con el rasgo lineal, que atraviesa la zona de E-W.

Principalmente la variación se expresa en el espesor de las unidades, pero también se traduce en las facies que desarrollan las unidades y las relaciones estratigráficas que presentan. Con predominio de carácter clástico y mayor influencia continental en el sector Sur, mientras que en el sector Norte se desatacan las variaciones litológicas relacionadas a un ambiente marino, alternado con estadios de continentalización.

En cuanto a las estructuras observadas, se pudieron observar una variedad de rasgos compresivos. En algunos casos dichos rasgos compresivos son primarios, mientras que en otros casos se interpretó una etapa de inversión que se desarrolló posteriormente a una etapa extensiva.

Desde un punto de vista aplicado, en base al reconocimiento de las unidades estratigráficas y de las estructuras de la zona de estudio, se dividieron los sistemas petroleros en dos sectores uno norte y otro sur.

CITAS

- Cingolani C. A., Zanetti J. C. M., Leanza H. A. 2011. "Basamento Ígneo y Metamórfico". Relatorio del XVIII Congreso Geológico Argentino, Neuquén. (38-44).
- Coulson, S., Grábak, O., Cutts, A., Sweeney, D., Hinsch, R., Schachinger, M., Laake, A., Monk, D.J., Towart, J. "Teledetección satelital: mapeo para los levantamientos de riesgos sísmicos". Oil-field Review 2009. (40-51).
- Mosquera A., Silvestro J., Ramos V. A., Alarcón M., Zubiri M. 2011. "La Estructura de la Dorsal de Huincul". Relatorio del XVIII congreso geológico argentino, Neuquén. (385-397).
- Naipauer, M., Ramos V. A. 2016. "Changes in suorce áreas at Neuquen Basin: Mesozoic evolution and tectonic setting base don U-Pb agesonZircons". Growth of Southern Andes, Springer Earth System Science, Amsterdam. (33-61).
- Ramos V. A., Mosquera A., Folguera A., García Morabito E. 2011. "Evolución Tectónica de los Andes y del Engolfamiento Neuquino Adyacente". Relatorio del XVIII congreso geológico argentino, Neuquén. (335-348).
- Schiuma, M., Saavedra, C., Malone, P., Cevallos, M., Rebori, L., Vergani, G. 2002. "Los reservorios del Grupo Lotena". Rocas Reservorio de las cuencas productivas argentina, V Congreso de Exploración yDesarrollo de Hidrocarburos. Mar del Plata. (303-333).
- Silvestro J., Zubiri M. 2008. "Convergencia Oblicua: Modelo Estructural Alternativo para la Dorsal Neuquina 39°S Neuquén" Revista de la Asociación Geológica Argentina 63. (49-64).
- Vergani G., Arregui, C., Carbone O. 2011. "Sistemas Petroleros y Tipos de Entrampamientos en la Cuenca Neuquina". Relatorio del XVIII Congreso Geológico Argentino, Neuquén. (645-656).