

**SGP**
FUNDADA 1924**Boletín de la Sociedad Geológica del Perú**journal homepage: www.sgp.org.pe

ISSN 0079-1091

Modelo geológico del campo Corvina: Estratigrafía y evolución tectónica de los campos Corvina y Albacora en el Bloque Z1, Norte del Perú

Víctor H. SomerfeldBPZ Energy, Lima, Perú (Victor.Somerfeld@BPZResources.com)**ABSTRACT**

This work is based on a stratigraphic and structural model for the Zorritos Formation in the Corvina and Albacora oil fields and the construction of a 3D geological model for the Corvina field. The Zorritos Formation is the main reservoir in the Corvina and Albacora fields, both located in northern Peru in the offshore area of the Tumbes Basin, in Block Z1.

The antithetic faults associated with listric faulting and the presence of an important erosional unconformity between the Zorritos and Cardalitos Fms have been interpreted as a critical factor for the trapping of hydrocarbons in Corvina.

In the Albacora field, this unconformity is still an important feature, but the lateral extension and the magnitude of the erosive event is much smaller than in Corvina. The main structure is an anticline with a 4-directions closure, which controls the fluid distribution. There are younger deposits near the top of the Zorritos Fm, which are associated to proximal paleo-environments with minor importance as a reservoir rock; these have been eroded in Corvina.

The available information from wells, electrical logs and 2D seismic is used to build a 3D geological model for the Corvina field. A numerical simulation is being carried out to understand and predict the behavior of fluids and pressure in order to find an optimal development plan for the field.

RESUMEN

Este trabajo se basa en un modelo estratigráfico y estructural para la Fm Zorritos en los campos Corvina y Albacora, y la construcción de un modelo geológico en 3D para el campo Corvina.

La Fm Zorritos es el principal reservorio en los campos Corvina y Albacora, ambos situados al norte del Perú en el sector offshore la cuenca de Tumbes, dentro del Bloque Z1.

La fallas antitéticas asociadas al fallamiento lístrico y la presencia de una importante discordancia entre las Fms Zorritos y Cardalitos se interpretan como de importancia fundamental para el entrapamiento de hidrocarburos en el campo Corvina.

Para el caso de Albacora también se interpreta la existencia de una discordancia de menor extensión areal asociada a una fuerte erosión característica de un valle inciso. La principal estructura consiste en un importante anticlinal con cierre en las cuatro direcciones. Se presentan depósitos más jóvenes asociados a ambientes proximales cerca del tope de la formación y de menor importancia como roca reservorio, que en el caso de Corvina habrían sido totalmente borrados por la erosión.

Con toda la información disponible (pozos, perfiles y sísmica 2D) se construye en Corvina un modelo geológico 3D. Se lleva a cabo una simulación numérica para entender y predecir el comportamiento de los fluidos y las presiones para poder encontrar el plan de desarrollo óptimo del campo.

1. Introducción

El bloque Z1 está ubicado en el Norte del Perú, en el sector offshore de la cuenca de Tumbes. La Formación Zorritos (Mioceno Inferior) constituye el intervalo de mayor interés en la zona de estudio por ser el reservorio más importante y mejor productor de petróleo.

Los sedimentos de edad Oligoceno, Mioceno y Plioceno son los más representados en la cuenca. Fueron depositados en al menos cinco secuencias estratigráficas que suprayacen discordantemente a los depósitos del Eoceno (E. Martínez et al., 2005). La potente columna sedimentaria supera los 7000 m de sedimentos, depositados durante aproximadamente 30 My (E. Martínez et al., 2005).

Existe cierta controversia acerca del origen de los depósitos de la Fm Zorritos. Algunos autores (W. Martínez del Olmo et al., 1999; Vega, 2009) han identificado los depósitos de esta formación como parte de depósitos de turbidez, asociados a ambientes marinos más o menos profundos. Aliaga-López (1987) realizó una serie de estudios bioestratigráficos y concluyó en la siguiente asignación paleoambiental para cada uno de los miembros de la Formación Zorritos.

El Miembro Zorritos Inferior, no presente en el área del presente trabajo, fue interpretado como el comienzo del

segundo ciclo transgresivo luego del ciclo Máncora-Heath, en el que el mar avanzó en dirección N-S sobre la superficie de disconformidad post-Heath. Este miembro habría sido depositado en un ambiente nerítico medio a somero (Vegas, 1973).

El Miembro Zorritos Medio habría sido depositado en un frente deltaico, con una fuente de sedimentos desde el NE.

El Miembro Zorritos Superior descansa mediante una discordancia sobre el Miembro Medio, y habría sido depositado en un ambiente deltaico (frente deltaico para la zona de estudio, pozos de 8-X-2 y 8-X3, Albacora), en un área de poca subsidencia con facies de canales distributarios y llanura de inundación. Martínez et al. (2005) también asignan a la Fm Zorritos un ambiente fluvio-deltaico y marino proximal.

El final de la deposición de la Fm Zorritos está marcado por un periodo de abrupta caída del nivel del mar y consiguiente erosión de los depósitos de la Fm Zorritos con la formación de profundos valles incisos que fueron posteriormente rellenados por los depósitos de la Fm Cardalitos, la cual fue depositada luego de una nueva subida del nivel del mar.

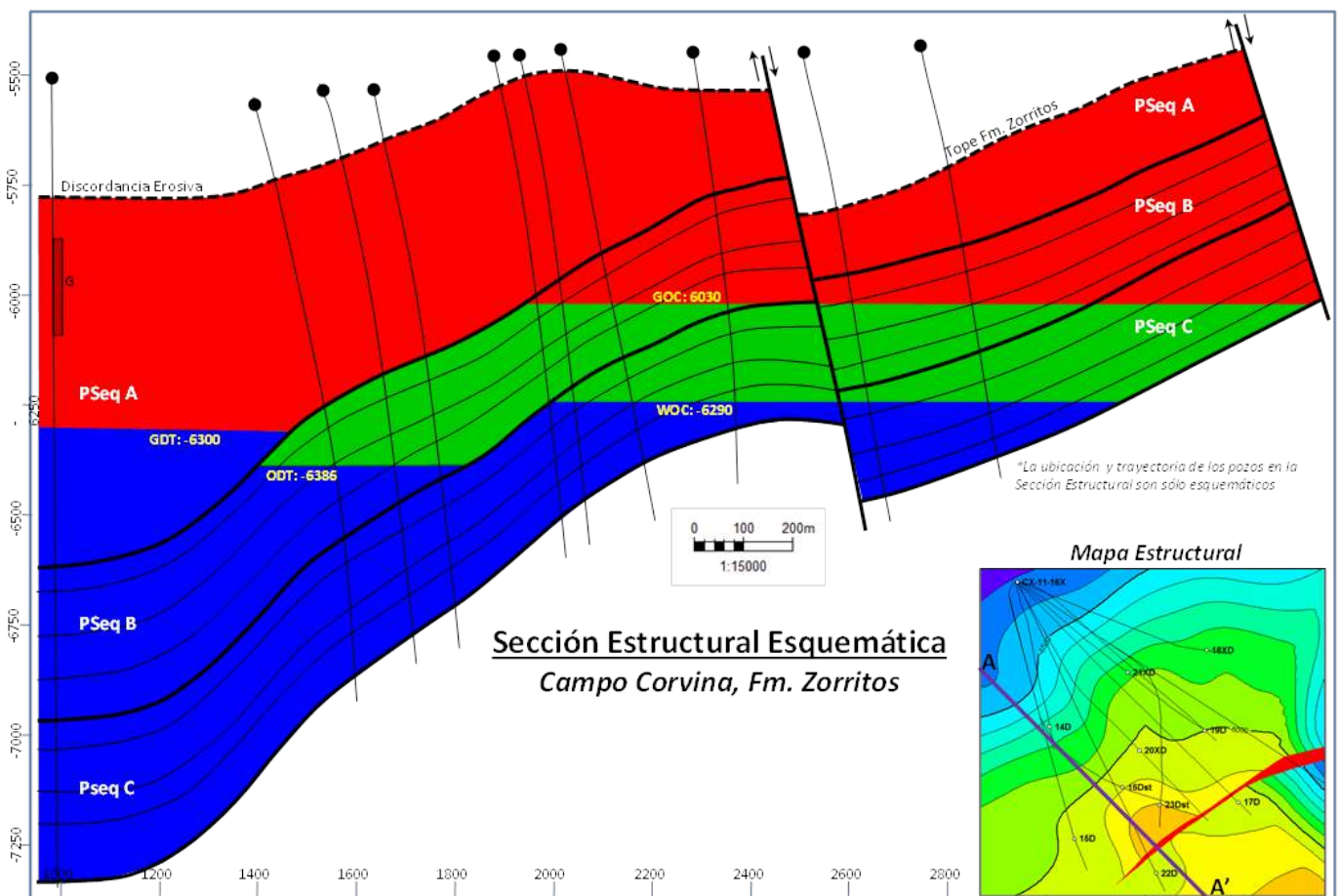


Figura 1. Sección y mapa estructural del campo Corvina.

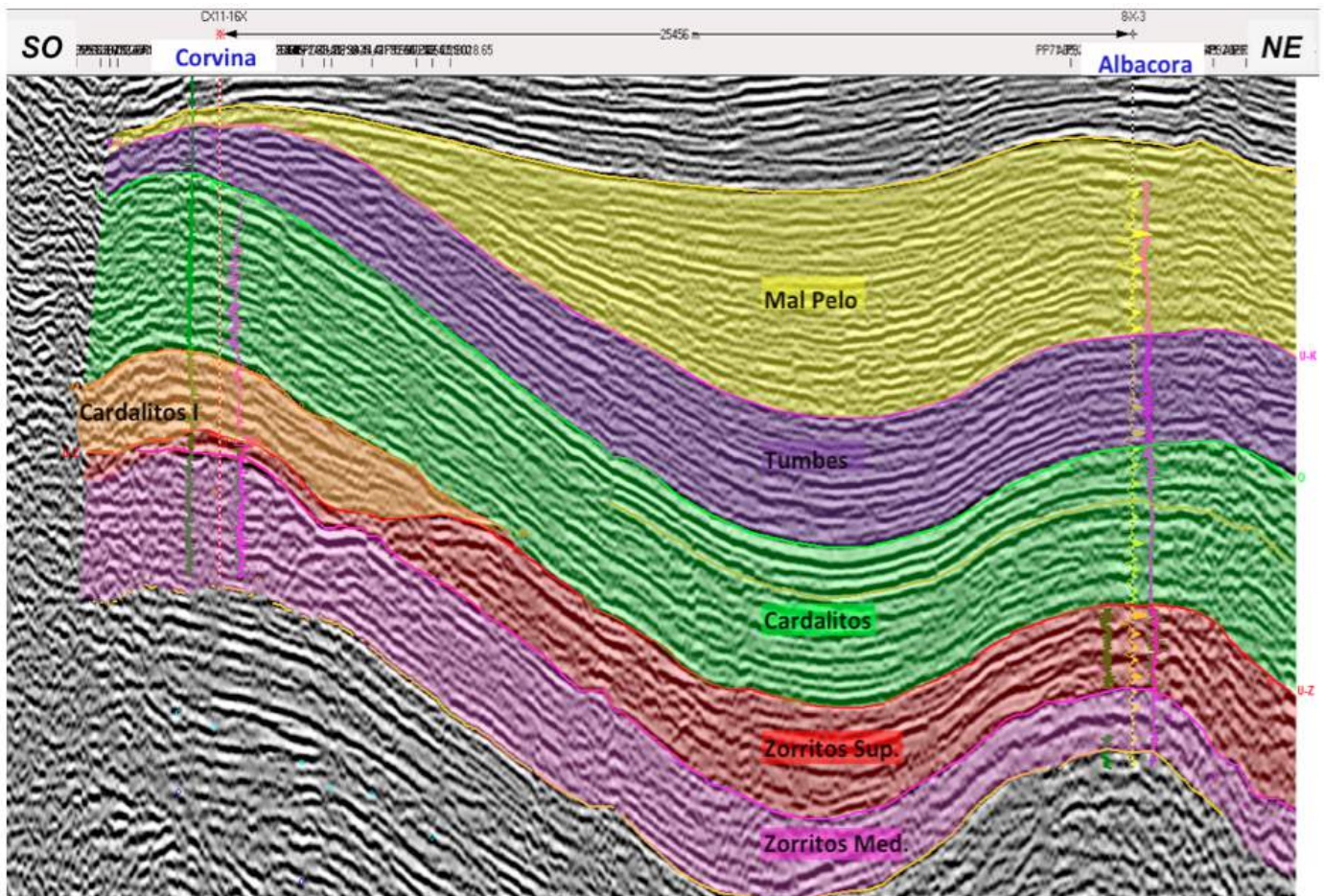


Figura 2. Línea sísmica PP71-M (SO-NE), abarcando los campos Corvina y Albacora.

2. Campo Corvina

El campo Corvina se ubica en el sector offshore de la Cuenca de Tumbes a unos 10 km de la línea de costa, cercano a la localidad de Zorritos en el norte del Perú.

Se han perforado 12 pozos incluyendo pozos exploratorios y de desarrollo, de los cuales actualmente 7 son productores de petróleo y 2 pozos son inyectores de gas en la zona de casquete de gas. La producción diaria de crudo es de aproximadamente 3100 bopd y tiene reservas probadas P1 certificadas a diciembre del 2011 por 27.8 MMBO. La estructura de Corvina está definida por la presencia de una importante falla lítrica que afecta a gran parte del Bloque Z1, con buzamiento hacia el NW y asociada a pliegues de tipo *rollover* y fallas antitéticas. El entrapamiento de Corvina está ubicado sobre el flanco oeste en el bloque alto de una falla antitética que habría actuado de barrera a la migración de hidrocarburos desde los sectores más profundos de la cuenca.

Se ha mapeado en la sísmica 2D una importante discordancia al tope de la Fm Zorritos, vinculada a la presencia de valles incisos que afecta mayormente al sector sur del campo. La posterior inundación de la cuenca, claramente marcada por los depósitos finos pertenecientes a la Fm Cardalitos que rellenan inicialmente los valles incisos y se extienden luego por toda la cuenca, resultó en la depositación del sello vertical de este sistema petrolero.

Siguiendo el contexto paleoambiental para la Fm Zorritos descrito anteriormente, se ha realizado una correlación estratigráfica que explica el comportamiento de los fluidos en los pozos, las presiones y su evolución de acuerdo a la historia de producción.

Se distinguen tres parasecuencias (Fig. 1) aisladas hidráulicamente entre sí por medio de niveles continuos de pelitas que se encuentran intercalados entre los depósitos de areniscas, por lo cual cada una de las parasecuencias posee distintos contactos de gas-petróleo-agua.

En la más joven de ellas, la parasecuencia A (PSec. A), no se ha detectado la presencia de un halo petrolífero: solamente ha encontrado gas seco y se han probado caudales interesantes de producción de gas en los tres pozos que se ensayaron. Esta parasecuencia ha sido la más afectada por la erosión, notándose una notable reducción del espesor llegando a estar prácticamente ausente en algunos sectores del campo.

Las parasecuencias B y C (PSec. B y C) son las más importantes desde el punto de vista económico pues los principales niveles productores corresponden a estas dos unidades. Consisten de capas de hasta 90 pies de espesor de arenas medias a gruesas con ocurrencias conglomerádicas de buena continuidad lateral que aparecen intercaladas con niveles de arcillas. Las arenas son de moderada a pobre selección y presentan ocasionales niveles carbonosos. Se ha encontrado una

zona de petróleo para ambas parasecuencias y además un casquete de gas asociado en al menos la PSec B.

Con este modelo estratigráfico-estructural se construyó un modelo geocelular de detalle usando datos de pozos y sísmica 2D. Se construyó una grilla 3D de 50 x 50 m sobre la cual se hizo el *scale-up* de los perfiles de pozo y posteriormente se realizó la propagación de las propiedades a toda la grilla. Se determinaron tres electrofacies en función de los registros eléctricos y la descripción de control geológico. Para la propagación de las facies se utilizó el modelado por objetos, asumiendo geoformas vinculadas a sistemas deltaicos. Luego se generó una grilla contenido de arcilla (VCL) con un algoritmo probabilístico y luego se calculó la porosidad en función a la distribución de facies y la distribución del VCL. Finalmente se calcularon los contactos y volumetrías utilizando para ello una grilla de saturación de agua generada a partir de los contactos conocidos en el campo.

Este modelo estático se ha tomado como entrada para el modelo dinámico, actualmente en ejecución, para la propuesta de un futuro plan de desarrollo del campo a partir de nuevos pozos productores y la inyección de gas y/o petróleo para recuperación secundaria.

3. Campo Albacora

El campo de Albacora se ubica al norte del Bloque Z1, en el sector offshore muy cercano a la frontera con Ecuador. En este campo se han perforado hasta la fecha 10 pozos de los cuales hay tres productores de petróleo. La producción diaria del campo es de aproximadamente 1000 bod y tiene reservas probadas (P1) a diciembre de 2011 de 6.9 MMBO.

La estructura de Albacora consiste en un anticlinal con cierre en las 4 direcciones. La formación de la estructura estuvo probablemente asociada a la existencia de fallas y esfuerzos transpresivos que se registraron en este sector de la cuenca.

La Fm Zorritos en este campo presenta una litología similar a la descrita para el caso del Corvina, pero se evidencia una clara disminución del espesor de las capas de arena y aparición hacia el tope de niveles con intercalaciones de carbonatos y presencia de carbones y restos vegetales. Se distinguen al menos tres episodios mayores de inundación (*Transgressive System Tracts*) seguidos por depósitos de cortejo de mar alto (*Highstand System Tracts*) donde se ubican las arenas con mejores propiedades petrofísicas como roca reservorio. Hacia el tope de la formación se ha interpretado una somerización

progresiva del ambiente de depositación hasta llegar a un ambiente francamente proximal. Luego se encuentra una fuerte erosión provocada por lo que habría sido un estrecho paleocanal (valle inciso), de dirección NO-SE, que ha erosionado hasta 500 pies de sedimentos en un sector del campo no mayor a 1500 m de extensión lateral.

Es importante señalar que estos niveles más proximales no se encuentran presentes en los pozos de Corvina. Esto es debido a la fuerte erosión que ha sufrido la zona de Corvina, por lo que todos estos depósitos someros habrían sido removidos en ese sector de la cuenca. En la interpretación de la sísmica que une ambos campos se observa claramente la importancia de la erosión en el caso de Corvina (Fig. 2).

Por el gran potencial evidenciado en los pozos de ambos campos, sumado a la gran variedad de trampas estructurales presentes y al escaso número de pozos perforados al día de la fecha, se estima que el potencial hidrocarburífero de la cuenca de Tumbes en general y el Bloque Z1 en particular es realmente importante. Trabajos de prospección sísmica 3D como los actualmente en curso en el Bloque Z1 ayudarán sin duda a entender y explorar exitosamente los recursos del subsuelo en este sector de la cuenca.

Referencias

- Aliaga-López, E. 1987. Bioestratigrafía y geoquímica del Terciario superior, área Zorritos, Tumbes, cuenca Progreso. Tesis de bachiller de Ciencias Geológicas, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Martínez del Olmo, W., García-Mojonero, C., Jiménez, A., Machín-Palacios, J., Martínez-Cabañas, W. 1999. Cuencas sedimentarias del sector centro-norte del Pacífico del Perú. INGEPET '99.
- Martínez, E., Fernández, J., Calderón, Y., Hermoza, W., Galdos, C. 2005. Tumbes and Talara basins hydrocarbon evaluation. Informe Perupetro S.A.
- Vegas, M.F. 1973. Micropaleontología de la sección 300'-1800' del pozo 8-X-2. Informe 10-10 del Depto Técnico de Petróleo, Talara.
- Vega, M. 2009. Arquitectura tectónica y estratigrafía de la cuenca de antearco de Tumbes (Norte del Perú): Consecuencias estratégicas para la exploración de hidrocarburos. Tesis doctoral, Université Paul Sabatier, Toulouse, Francia.