

MODELO SEDIMENTOLÓGICO-ESTRATIGRÁFICO DE LAS UNIDADES BASAL SALINA Y SAN CRISTOBAL EN EL ÁREA DE REVENTONES, PEÑA NEGRA Y TAIMAN, LOTE X, CUENCA TALARA

José Marín – Edwar Bustamante – Kevin Torres

Amador Merino Reyna, 285 Piso 5, San Isidro, Lima, Perú

RESUMEN

Los depósitos de la formación Basal Salina ubicados en los yacimientos Reventones, Peña Negra y Taiman en el Lote X son interpretados como sedimentos de valles incisos, desarrollados durante un periodo de regresión forzada (*Forced regression*) a un periodo de regresión normal de mar bajo (*Lowstand normal regression*). Estos depósitos exhiben geometrías canalizadas con un patrón claramente grano-estrato decreciente y presentan un eje depositacional de dirección este-oeste. Esta unidad es gradualmente transgredida por la formación San Cristóbal hasta un punto de máxima inundación. Posteriormente a este punto, el sistema se vuelve progradante y regresivo, comprendiendo depósitos marinos de plataforma correspondientes a la parte superior de la formación San Cristóbal. El resultado de este trabajo permite lograr un mejor entendimiento del marco sedimentológico-estratigráfico, así como también, conocer la distribución, extensión y continuidad lateral de los cuerpos reservorios dentro del área de estudio.

INTRODUCCIÓN

El área de estudio se ubica a 30 Km al norte de la ciudad de Talara, pertenece al departamento de Piura en el noroeste del Perú. Presenta una superficie aproximada de 50 Km² y abarca los yacimientos Reventones, Peña Negra y Taiman del Lote X de la cuenca Talara. (Figura N°1).

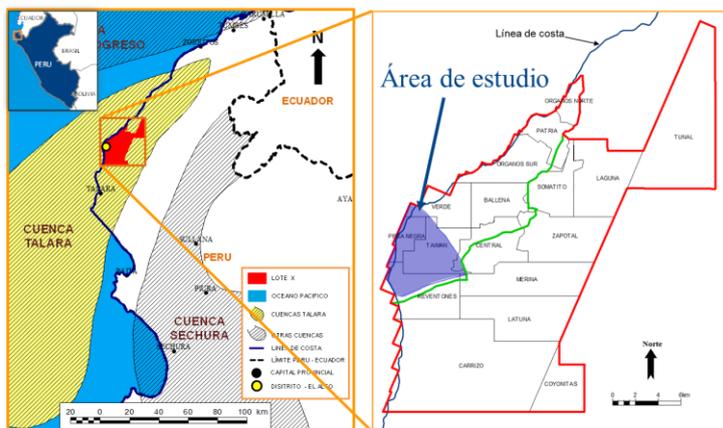


Figura N° 1. Ubicación del lote X en la cuenca Talara (figura izquierda) y ubicación del área de estudio en Lote X (figura derecha).

Geocronología				Litoestratigrafía		Espesor promedio (ft)
ERA	EPOCA	EDAD	Grupo	Formación	Miembro	
Cenozoico	Paleógeno	Eoceno Inferior	Ypresiano	Salinas	Mosollón	1500
					San Cristóbal	Zambo Túnel Negritos Pla. Arenas
	Neógeno	Mioceno Superior	Thanetiano		Balcones	500
					Mesa	
Mesozoico	Cretácico Superior	Senomaniense	Maastrichtiano	Petacas		
				Ancha	300	
	Cretácico Inferior	Cenomaniano	Santoniano	Redondo		
				Tablonces		
Paleógeno	Eoceno Inferior	Ypresiano	Maastrichtiano	Copa Sombrero	900	
				Sherto		
				Pananga	200	
Paleozoico				Amotape		

Figura N° 2. Columna estratigráfica en el área de estudio. Las zonas grises representan discordancias.

Este estudio comprende las unidades Basal Salina y San Cristóbal; siendo la unidad Basal Salina el reservorio productor más importante. Actualmente 67 pozos cortan este reservorio, y de ellos, 45 son productores.

El área se caracteriza por ser de gran complejidad estructural, asociada a fallas del tipo normal que cortan a las unidades estudiadas delimitando diversos bloques estructurales. Así mismo, la ausencia de núcleos en el área para las formaciones estudiadas no permite un buen entendimiento y genera controversia sobre la arquitectura estratigráfica y las propiedades petrofísicas de las rocas reservorio. Ante este hecho, el estudio está enfocado en la conceptualización del modelo sedimentológico y estratigráfico para las formaciones Basal Salina y San Cristóbal, el cual contribuye al conocimiento de los procesos sedimentarios ocurridos y ayudará a comprender la relación con las propiedades petrofísicas.

La información disponible para llevar a cabo este trabajo incluye: perfiles eléctricos, registros litológicos, registros micropaleontológicos y registros de buzamiento del pozo. Así mismo se aplican los conceptos y terminologías de estratigrafía de secuencias propuesta por Catuneanu et al. (2011).

CONSIDERACIONES GEOLÓGICAS

Las Formaciones Basal Salina y San Cristóbal son de época Eocénica y edad Ypresiana (Figura N° 2). La Formación Basal Salina sobreyace discordantemente a unidades pre-Eocénicas, siendo esta discordancia en el área de estudio de carácter angular según estudios desarrollados por Pozo (2012). Así mismo, esta formación infrayace transicionalmente a la Formación San Cristóbal.

Litológicamente la Formación Basal Salina está compuesta por areniscas cuarzosas gris claras a blanquecinas, de grano medio a grueso y conglomerados con alternancias de limolitas y lutitas de color gris; mientras que la Formación San Cristóbal se compone principalmente por lutitas de color gris a gris oscuro y localmente con cuerpos de areniscas de grano fino a medio.

Según Marsaglia & Carozzi (1991) los sedimentos que componen estas formaciones, provienen de rocas del pre-Eoceno que pertenecieron a las montañas Amotape aportando clastos sedimentarios, metamórficos y fragmentos de rocas intrusivas, así como también, granos monominerales. Así mismo y basados en el diagrama de Dickinson (1985), los sedimentos que componen la Fm. Basal Salina provienen de un orógeno reciclado (Marsaglia & Carozzi, 1991; Fildani, 2004).

Estructuralmente, el rasgo más importante en el área es el esquema de horst-graben producido por los diversos sistemas de fallas de carácter normal, las cuales generan rechazos verticales que varían desde 200 hasta 1500 pies. En base a los registros de buzamientos, las capas de las formaciones estudiadas presentan un rumbo promedio N 45°E con buzamiento entre 8° a 12° al noroeste. El reservorio Basal Salina normalmente se encuentra a una profundidad medida desde 8000 hasta 12000 pies.

La interpretación petrofísica para la Fm. Basal Salina muestra que el valor promedio de arena neta es igual a 180 pies, la razón arena neta-arena total (net to gross) es en promedio 70%, y los valores promedios de porosidad y saturación de agua para las rocas reservorio varían de 5% a 6% y entre 55% y 65% respectivamente.

ESTRATIGRAFÍA DE SECUENCIAS Y MODELO DEL DEPÓSITO

Se ha establecido que las formaciones Basal Salina y San Cristóbal, conforman una sucesión de estratos depositados durante un ciclo completo de cambio en acomodación o aporte sedimentario, donde el inicio y el final de la secuencia es marcada por el inicio de la caída del nivel del mar. A esto se le denomina una secuencia según Catuneanu et al. (2009). La formación Basal Salina probablemente se depositó durante periodos de regresión forzada a periodos de regresión normal de mar bajo (Daudt et al., 2010).

La Figura N° 3, muestra el modelo de secuencias propuesto para las unidades Basal Salina y San Cristóbal. La secuencia comienza con una caída en el nivel del mar que genera una gran erosión de depósitos pre-Eocénicos, esto origina la formación de un valle inciso con dirección aproximada este-oeste. A este evento se le conoce como periodo de regresión forzada. La superficie basal que delimita este evento se denominará BA_unc (superficie roja en la Figura N° 3).

Posteriormente, el nivel del mar comienza a subir, lo cual genera un incremento en el espacio de acomodación de sedimentos. Se interpreta que el relleno de canales se generó en esta etapa, denominada periodo de regresión normal de mar bajo. La superficie de regresión máxima, denominada BS_mrs (superficie azul en Figura N° 3), se ubica al tope de estos depósitos de relleno de canal. Los espesores de estos depósitos varían entre 0 y 500 pies. Litoestratigráficamente es posible correlacionar y estimar estos eventos con la ocurrencia de la Formación Basal Salina.

Con la continua subida del nivel del mar, el incremento del espacio de acomodación logra superar el aporte de sedimentos conformando un periodo transgresivo. Este aumento en la acomodación genera en el sistema un aumento en la proporción de lutitas con respecto de las arenas, lo que genera la depositación de canales aislados o poco amalgamados. Estos depósitos constituyen la parte inferior de la unidad San Cristóbal. Este periodo transgresivo está limitado en la base por la superficie de regresión máxima, BS_mrs; y al tope por la superficie de inundación máxima, la cual hemos denominado como SC_NE_mfs (superficie verde en Figura N° 3). La identificación de esta superficie corresponde al punto más arcilloso en toda la sección de la unidad San Cristóbal.

Seguidamente a la identificación de esta superficie, se observó que los espesores del periodo transgresivo aumentan hacia el oeste y noroeste con espesores que varían entre 1000 a 1500 pies en las partes distales, mientras que hacia el este, en su parte más proximal, presenta espesores de 200 a 300 pies.

A partir de este nivel la tasa de sedimentación supera la tasa de acomodación. A esta última etapa en la secuencia depositacional se le interpreta como un periodo de regresión normal de mar alto. Esta etapa se caracteriza por el desarrollo de depósitos plataformales, los cuales están limitados por una discordancia marcada, sobre la cual descansan los depósitos fluvio-deltaicos de la unidad Mogollón. A esta discordancia la hemos denominado como SC_MO_unc (superficie roja en la Figura N° 3).

A partir del modelo de secuencias propuesto, se efectuaron correlaciones electrográficas para identificar las superficies de estratigrafía secuencial en los pozos estudiados y delimitar la extensión y distribución del depósito.

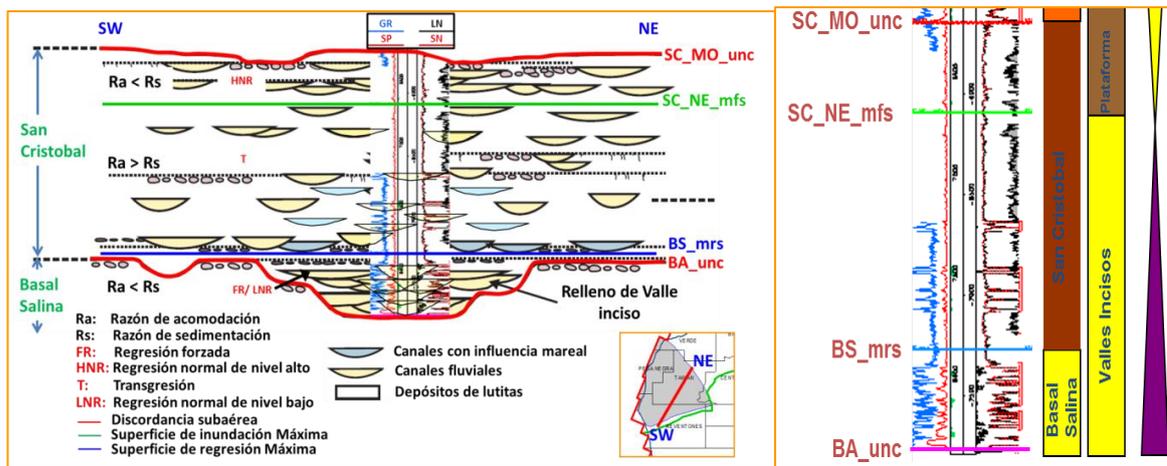


Figura N° 3. Modelo de secuencia depositacional para la unidad Basal Salina y San Cristóbal para el área de estudio (Modificado de Catuneanu et al., 2011) (figura izquierda) y perfil eléctrico tipo con las superficies de estratigrafía secuencial identificadas (figura derecha).

GENERACIÓN Y MAPAS DE ESPESOR DE ELECTROFACIES DEL RESERVORIO

La Formación Basal Salina está compuesta por depósitos cíclicos de relleno de canal de base erosiva y tope transicional como es evidenciado en el perfil de imágenes de la Figura N° 4 (cuarta columna).

Los rellenos de canal corresponden a conglomerados, areniscas y lutitas principalmente. Los conglomerados son del tipo clastosostén con tamaños máximos de 5 cm aproximadamente. Nótese también la presencia de clastos de lutitas dentro de los canales demostrando el carácter erosivo de los mismos.

Basados en esta información, se definieron tres electrofacies, las cuales fueron: Conglomerados (Cgl), areniscas (Sd) y facies no reservorio (NR). En la última columna de la Figura N° 4 se puede apreciar el buen ajuste de estas electrofacies con el perfil de imágenes. A partir de esta calibración se pudieron generar los perfiles de electrofacies para todos los pozos estudiados.

Seguidamente, se generó un mapa de proporción de electrofacies (Figura N° 5) para la unidad productora Basal Salina, donde se puede ver que la proporción de facies conglomerádica nos delimita una zona canalizada de dirección aproximada este-oeste. Adicionalmente, se diseñó un mapa de facies reservorio para esta unidad donde podemos apreciar su distribución y extensión (Figura N° 6).

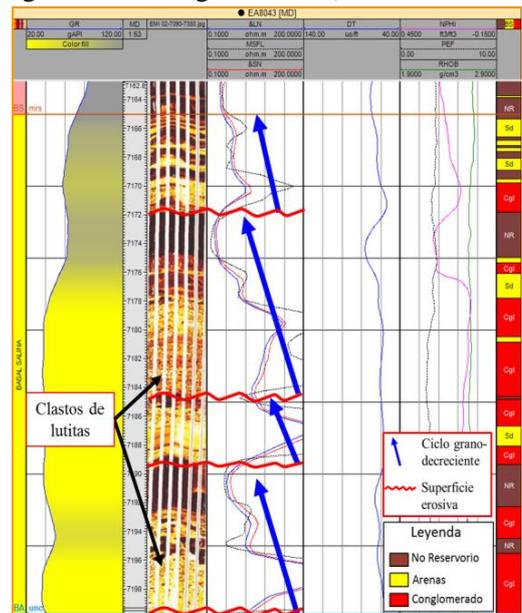


Figura N° 4. Perfil de electrofacies (última columna) calibrado con perfil de imágenes (cuarta columna)

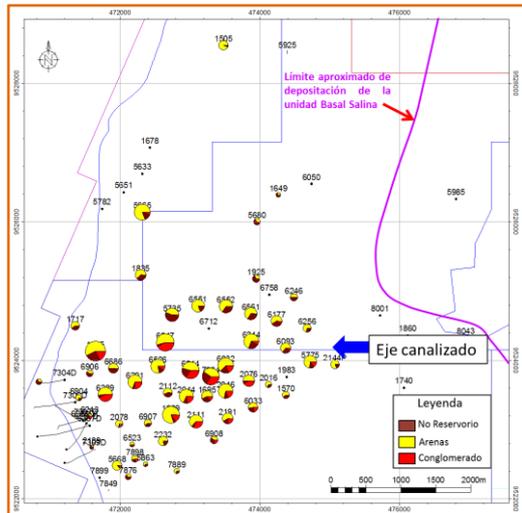


Figura N° 5. Mapa de proporción de electrofacies para todos los pozos estudiados. Nótese que la proporción de conglomerados (facies rojas) permite identificar una zona canalizada de dirección Este-oeste (flecha azul).

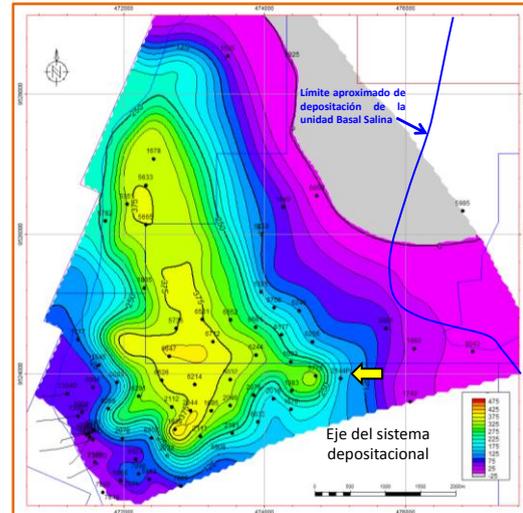


Figura N° 6. Mapa de espesor de facies de reservorios para la unidad Basal Salina que muestra los límites del depósito. La línea azul representa el límite aproximado de la deposición de la unida Basal Salina.

CONCLUSIONES

La unidad Basal Salina, en el área de estudio, está conformada por depósitos fluviales de geometría canalizada que rellenan valles incisos desarrollados durante el Eoceno Inferior cuya dirección de eje depositacional es aproximadamente este-oeste. Se interpreta que estos rellenos se han producido durante periodos de regresión forzada a periodos de regresión normal de mar bajo. Posteriormente a estos eventos, se desarrolla la unidad San Cristóbal durante un periodo transgresivo, caracterizado por depósitos de canales aislados, cambiando a un periodo de regresión normal de mar alto, que conforman depósitos de plataforma.

El modelo basado en estratigrafía de secuencias ayuda a mejorar la predictibilidad de las rocas reservorios vinculadas con su distribución y extensión, lo que contribuye al entendimiento de la arquitectura estratigráfica de las rocas reservorio y su relación con las propiedades petrofísicas y el histórico de producción. Esto permite finalmente identificar las posibilidades de desarrollo en las zonas de estudio.

REFERENCIAS

1. Catuneanu, O., Abreu, V., Bhattacharya, J.P., Blum, M. D., Dalrymple, R.W., Eriksson, P. G., Fielding, C. R., Fisher, W. L., Galloway, W. E., Gibling, M. R., Giles, K. A., Holbrook, J. M., Jordan, R., Kendall, C. G. St. C., Macurda, B., Martinsen, O. J., Miall, A. D., Neal, J. E., Nummedal, D., Pomar, L., Posamentier, H.W., Pratt, B. R., Sarg, J.F., Shanley, K.W., Steel, R. J., Strasser, A., Tucker, M. E., Winker, C., 2009. Towards the standardization of sequence stratigraphy. *Earth-Science Reviews*, vol. 92, pp. 1-33
2. Catuneanu, O., Galloway, W., Kendal, C., Miall, A., Posamentier, H., Strasser, A., Tucker, M., 2011. Sequence Stratigraphy: Methodology and Nomenclature. *Special Issue 44/3. Newsletters on Stratigraphy*, p. 173-245.
3. Daudt, J., Pozo, E., Torres, K., Leyva, J., 2010. Evolução estratigráfica, arcabouço estrutural e potencial remanescente das unidades produtoras da Ba-cia de Talara (noroeste do Perú) na área do Lote X. *Boletim de Geociências da Petrobras* v. 18, p. 69-95.
4. Dickinson, W., 1985. Interpreting Provenance Relations from Detrital Modes of Sandstones. In: G.G.Zuffa (ed), *Provenance of Arenites*, p. 333-361.
5. Fildani, A., 2004. Analysis of Two Arc-Associated Basins and Onset of Their Deep-water stages: Magallanes Basin, Chile, and Talara basin, Peru: Ph.D. dissertation, Stanford University, Stanford, California, p. 325.
6. Marsaglia, K. M. and Carozzi, A.V., 1991. Depositional environment, sand provenance, and diagenesis of the Basal Salina Formation (lower Eoceno), NW Peru. *Journal of South American EarthSciences*, Vol. 3, No. 4, pp. 253-267.
7. Pozo, G., Torres, K., Guevara A., 2012. Revisión Bioestratigráfica de las Unidades del Pre-eoceno, Area de Reventones – Taiman. Reporte Interno Petrobras.