

RELACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA ESTRATIGRAFÍA DE SECUENCIAS COMO ELEMENTO PARA LA COMPARACIÓN REGIONAL EN LA CUENCA SANTIAGO (SECTOR MEDIO Y SUR)

César Chacaltana¹, Waldir Valdivia¹, Daniel Peña¹, Manuel Aldana¹ & Enmanuel Robert²

¹ INGEMMET, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Av. Canadá 1470 San Borja, Lima. E-mail: cchacaltana@ingemmet.gob.pe

² Université Joseph Fourier Maison des Géosciences (bureau 342) BP 53 38041 Grenoble cedex 9 France

INTRODUCCION

La cuenca Santiago es producto de la evolución del continente sudamericano en un margen continental activo, cuya configuración presenta variaciones con un estilo de deformación de cuenca de antepaís. De acuerdo con Ganser (1973), Jordan et al. (1983) y Sánchez et al. (2005), constituye la parte meridional del segmento correspondiente a los Andes Septentrionales, en la zona de transición hacia los Andes Centrales

conocida como Bloque Andino del Norte. Desde el punto de vista morfoestructural (Fig. 1) se encuentra en la Zona Subandina, limitada por el oeste con el borde este de la Cordillera Oriental mediante la falla Almendro-Jumbilla, que es una falla con vergencia al NE (Carlotto et al., 2009) y en el lado este con la falla Borja (Valdivia, et al., 2006), con vergencia al NNO, límite con el llano amazónico.

En los sectores centro y sur de la cuenca, los depósitos cretácicos y cenozoicos constituyen la mayor parte de la cobertura sedimentaria y reflejan los distintos procesos a diversas escalas de espacio y tiempo ocurridos durante la tectogénesis andina y dirección controlada por la Deflexión de Huancabamba. Los afloramientos quedaron principalmente relegados a las cordilleras de dirección NE-SO, de Huaracayo y Campanquiz. El presente trabajo tiene por objeto mostrar la estructura estratigráfica de esos depósitos relacionando los fenómenos geológicos de límites y las líneas de tiempo indicada por sus fósiles característicos, con la estratigrafía de secuencias como metodología útil para la comparación estratigráfica tanto de equivalencia como de correlación regional.

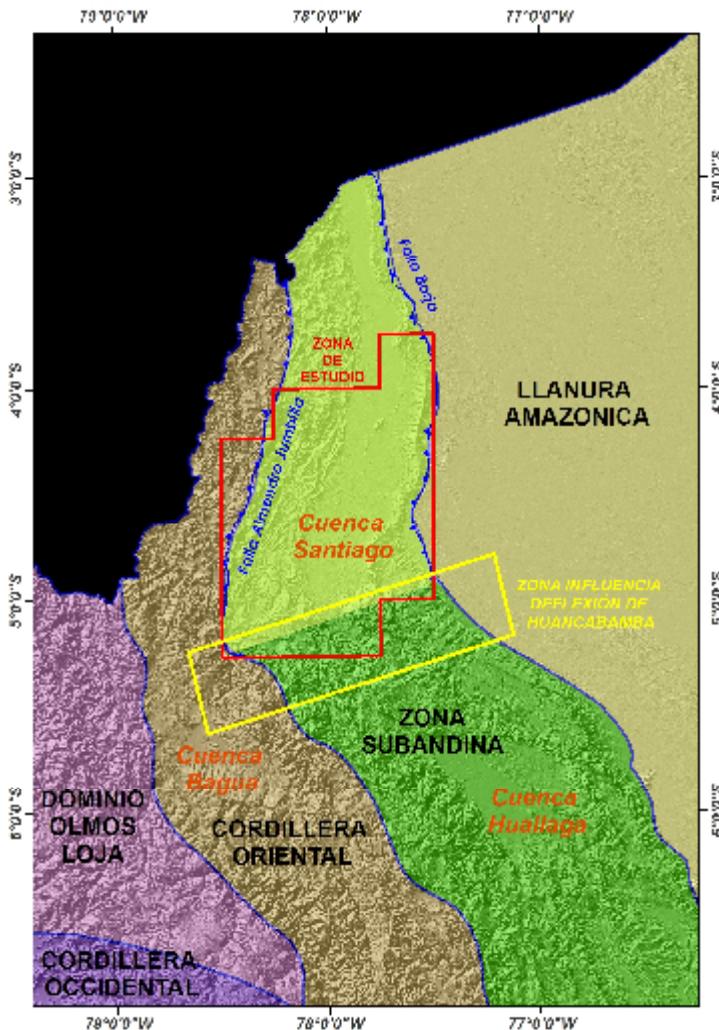


Figura1. Mapa de ubicación

CONCEPTOS BASE EN ESTRATIGRAFÍA

En los sectores estudiados de la cuenca Santiago, las unidades estratigráficas se han organizado en base a su contenido litológico y en base a dos aspectos importantes en la caracterización estratal de los fósiles, la homotaxialidad y el diacronismo (Chacaltana, 2002). Los aspectos de litoestratigrafía privilegian el contenido litológico y sus límites para agrupar y diferenciar superficies en contacto sin significado temporal. Los aspectos de bioestratigrafía se abordan según las asociaciones faunísticas de fósiles de reconocido valor bioestratigráfico a fin de establecer una comparación biozonal y definir líneas de tiempo. Es necesario remarcar que, siendo las unidades cronoestratigráficas consecuencia de la delimitación biozonal en la secuencia de depósito, resulta lógico que puedan encontrarse en diferente posición estratigráfica respecto a las unidades litoestratigráficas.

Para el caso de las comparaciones, las unidades litoestratigráficas tendrán sus límites en fenómenos geológicos que señalen cambios notables en su conjunto litológico pudiéndose asignar un geocrón. Por ello, pueden darse casos de correlación y equivalencia sin que sus límites geocronológicos coincidan con los límites de cambios de litofacies. Por otro lado, los tiempos tendrán sus límites en los límites de las biozonas y definirán su biocrón (Internacional Subcomision of Stratigraphical Classification, 1994). En cuanto a las aplicaciones de la estratigrafía de secuencias, no resulta razonable señalar cierta similitud con algunos criterios de clasificación recomendados por las guías y códigos en estratigrafía en cuanto cada uno tiene sus propias bases conceptuales. Se da el caso con las unidades Alloestratigráficas (North American Commission on Stratigraphic Nomenclature, 2005) que denotan de manera muy indefinida y genérica una unidad cualquiera, y como evidencia de la disparidad, se pueden mencionar las unidades litoestratigráficas, las cuales tienen diferente significado según se utilice el Código Estratigráfico de Norteamérica o la Guía Estratigráfica Internacional (Mendivil, 1984).

ANÁLISIS DE SECUENCIAS ESTRATIGRAFICAS

En el mundo, los estadios cretácicos están caracterizados por los distintos cambios de niveles eustáticos distintivos (Haq et al., 1988), que han dejado registros importantes en los Andes Peruanos (Knechtel et al., 1947). El estudio estratigráfico y análisis de secuencias para el subandino, permite proponer una arquitectura basada en un patrón de tendencias transgresivas y regresivas por variaciones eustáticas (Van Wagoner et al., 1988; Embry, 1995; Catuneanu, 2002). En primer lugar, se han diferenciado superficies concordantes que separan unidades a la base y al tope, evidenciando variaciones bruscas de la línea de costa. En segundo lugar, se registran discontinuidades paralelas con depósitos que reflejan variantes durante la sedimentación de baja energía. De esta manera, las características y la disposición vertical y lateral de las sedimentitas y la relación de éstos con los distintos niveles han permitido desarrollar relaciones de facies e inferir los factores que funcionaron durante la sedimentación. Esta técnica denominada de “Estratigrafía de Secuencias” utiliza los denominados *systems tracts* (o la traducción al castellano cortejo sedimentario, Vera et al. 1989), para subdividir los registros sedimentarios.

En conjunto, la Formación Chonta consiste de una repetición de cortejos transgresivos genéticamente relacionados a sistemas marinos someros e interrumpidos por cortejos de alto nivel del mar. Sus niveles inferiores se inician en contacto concordante con la Formación Raya marcando una evolución hacia un cortejo transgresivo inicial. Esta secuencia representa un ambiente marino de plataforma interna que posteriormente evoluciona a una secuencia clástica registrando un estadio de regresión con variación de facies granocreciente. Así, se considera como un cortejo regresivo, caracterizado por un régimen progradante de lóbulos deltaicos que finaliza con capas de areniscas granocrecientes. La siguiente secuencia corresponde a un decremento abrupto del tamaño de grano y exhibe otra facies importante caracterizada por la ocurrencia de calizas marinas de ambiente de plataforma interna. Así, se interpreta este evento retrogradacional como una fase transgresiva el cual ocurre cuando el nivel de base se eleva y sobrepasa el aporte de sedimentos. Luego, se considera esta secuencia como otro cortejo transgresivo.

De acuerdo a los procesos interpretados, se pueden indicar episodios de acuerdo a la subdivisión de los registros sedimentarios propuesta por Posamentier et al. (1988). En este sentido se han identificado las siguientes pautas genéticas:

Cortejo Transgresivo (Transgressive System Tract, TST).- Es el conjunto de secuencias retrogradacionales desarrolladas durante un ascenso relativo del nivel del mar. Este ciclo está bien ilustrado por TST 2 el cual limita su base sobre el techo de cortejos de bajo nivel por una superficie transgresiva que separa una evolución de depósitos fluviales-mixtos a depósitos marinos. Los depósitos TST 2 representan una secuencia de calizas mudstone producto de un cambio palmario de secuencias de lutitas y calizas de mar somero a una gruesa sucesión carbonática. Hacia el tope la secuencia vuelve a ser una intercalación de lutitas y calizas que definen en su parte superior una superficie de máximo flujo (MFS), que cambia bruscamente a secuencias progradacionales, que permite establecer el cambio a otra sub-unidad litoestratigráfica.

Cortejo de alto nivel del mar (Highstand System Tract, HST).- Es el cortejo desarrollado sobre un ascenso y un descenso relativo del nivel del mar. Sobre la MFS, se han reconocido facies detríticas progradacionales relacionadas con el subsecuente HST. Este sistema está limitado entre lutitas de la base (MFS) que pasan verticalmente a areniscas que correspondiendo a lóbulos deltaicos (SMST). Estas areniscas progradantes pasan a lutitas y posiblemente a través de su MFS. La ciclicidad distintiva TSTHST es interpretada como una alternancia entre tiempos de largo ratio de espacio de acomodo a suministro de sedimento (TST) y largo ratio de suministro de sedimento a espacio de acomodo (HST).

Cortejo de bajo nivel del mar (Lowstand System Tract, LST).- Es el cortejo que marca un cambio eustático cuando la línea de costa se aproxima al borde de la plataforma continental. Sobre la MFS, se han reconocido facies detríticas regresivas, algunas veces sobre la base MFS de lutitas, mostrando una permanencia en las condiciones donde las facies distales se hacen expansivas hacia los bordes. Estas condiciones prevalecen hasta la plataforma interna fosilizadas por cortejos transgresivos (TST).

CORRELACIONES ESTRATIGRÁFICAS

Para graficar las sucesiones de la Formación Chonta en los pongos (Lorocache, Huaracayo y Manseriche) se ha representado una columna estratigráfica para cada sección con información obtenida en base a los límites formacionales y registros paleontológicos. Estos atributos se correlacionan a fin de establecer las relaciones espacio-temporales y apreciar sus variaciones verticales y laterales (Fig. 2).

En la sección del Pongo de Lorocache, la secuencia basal que aflora reposa concordante sobre las secuencias detríticas cretácicas del Grupo Oriente (formaciones Cushabatay y Raya) y constituye una sección carbonatada y detrítica bien estratificada y rica en materia orgánica marcada en tiempos del Cenomaniano-Coniaciano. En la sección del Pongo de Huaracayo, en contacto fallado sobre rocas cenozoicas, yace una secuencia carbonatada y detrítica rica en contenido orgánico (Formación Chonta) con registros que datan el Turoniano hasta el Campaniano, cuyos registros fósiles se pueden comparar con los de la Cordillera de Huaracayo. Sobre esta secuencia se tienen concordantes, los niveles siliciclásticos del Cretácico superior (formaciones Vivian, Cachiyacu y Uchpayacu). En la sección del Pongo de Manseriche afloran rocas cretácicas del Grupo Oriente que pasan concordantes a secuencias bien estratificadas y con alto contenido orgánico (Formación Chonta). Sobre esta unidad se diferencian las rocas siliciclásticas del cretácico superior (iniciando con la Formación Vivian).

Es notable la diferencia de grosores de la Formación Chonta, estando bien desarrollada en el Pongo de Lorocache, a pesar de no haberse obtenido información de su secuencia de límite superior. En el Pongo de Huaracayo, se explican solo los registros de la sub-unidad superior por tener su secuencia de límite inferior interrumpida por la presencia de una falla inversa. En el Pongo de Manseriche se tiene el mejor registro de base y techo en contacto con las unidades infra y suprayacentes. Las variaciones de facies como producto de los cambios eustáticos en la línea de costa, proporcionan elementos para demostrar una baja energía depositacional en la plataforma marina. Asimismo, se puede apreciar progradación de facies clásticas fluviales sobre marino someras por los marcados LST.

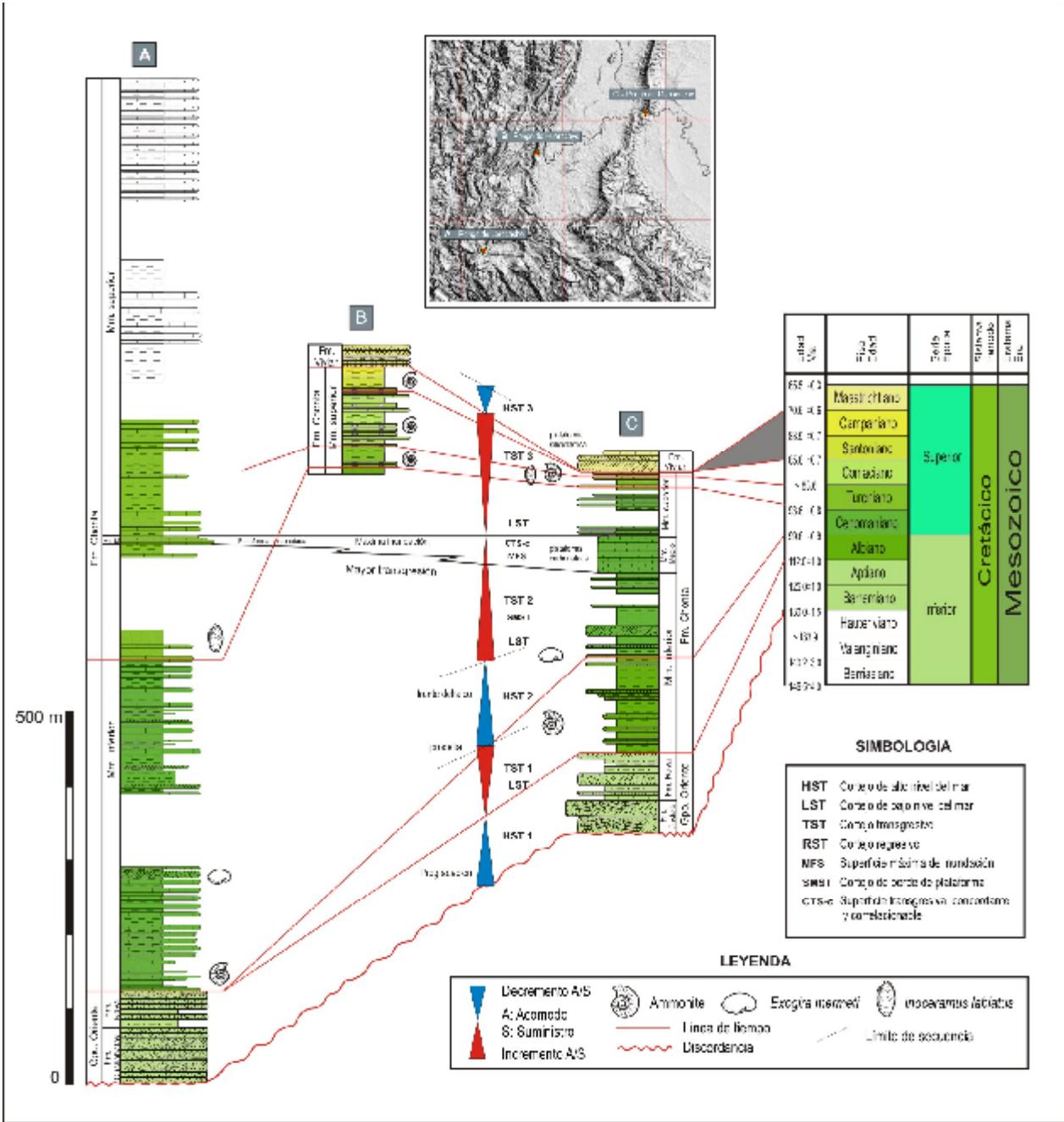


Figura 2. Correlación estratigráfica a partir de los pongos de Lorocache, Huaracayo y Manseriche.

CONCLUSIONES

En general, los episodios que pueden asumirse en función a las series repetitivas demuestran los cambios eustáticos que gobernaron los medios de depósito y regularon la distribución de los medios ecológicos instaurados. La correlación de las caídas del nivel de base con la progradación de litosomas de areniscas se pueden comparar con los fenómenos de límite de las unidades estratigráficas cuya relación temporal se fundamenta en biozonas, lo cual explica ciclos sedimentarios. Estos ciclos se pueden reconocer en las series indicada en las figura 2. La base se inicia con depósitos fluviales de arenisca los cuales evolucionan a medios estuarinos como consecuencia de la subida del nivel de base (LST). Posteriormente se produce la transgresión (TST) cuyos componentes litológicos definirán la máxima inundación (MFS) sean de lutitas carbonosas o calizas. Estos pasan a depósitos de plataforma de calizas masivas correspondiente al prisma de alto nivel (HST). Según se desprende de la figura 2, la máxima inundación en la columna C está marcada entre 99 y 93 Ma y según la líneas de tiempo en la columna A está después de 93 y 88 Ma, por lo que se puede asumir que la máxima inundación vino del este a oeste.

REFERENCIAS

- Carlotto, V., et al. (2009)- Dominios geotectónicos y metalogénesis del Perú. Sociedad Geológica del Perú, 103:1-89.
- Catuneanu, O. (2002) - Sequence stratigraphy of clastics systems: concepts, merits and pitfalls. *Geol.Soc.Afr. Earth Sci.* 35, 43.
- Chacaltana, C. (2002).- “Un Paradigma Bioestratigráfico acerca de la Tipología y la Geocronología”. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, vol. 95, p. 53-58.
- Ganser, A. (1973) - Facts and Theories on the Andes. *Journal of the Geological Society of London.* 129 (2): 93-131.
- Embry, A.F. (1995) - Sequence boundaries and sequence hierarchies: problems and proposals. In: Steel, R.J., Felt, V.L., Johannessen, E.P., Mathieu, C. (Eds.) *Sequences Stratigraphy on the Northwest European Margin.* Norwegian Petroleum Society (NPF) 5 (Special Publication), 11 p
- Haq, B., Hardenbol, J., & Vail, P. (1988) – Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change. En: Wilgus, C., Posamentier, H., Hastings, B., Van Wagoner, J., Ross, C. & Kendall, C., eds, *Sea-level changes – an integrated approach: SEPM Special Publication 42*, p. 71-108.
- Internacional Subcomisión of Stratigraphical Classification (1994).- *International stratigraphic guide*; Ed. Herberg, H.; I. Wiley and Sons; New York, pp. 207.
- Jordan, T.; et al. (1983) - Andean tectonics related to geometry of the subducted Nazca plate. *Geological Society of America, Bulletin*, 94, p. 341-361.
- Knechtel, M., Richards, E & Rathbun, M. (1947) – Mesozoic fossils of the Peruvian Andes. *Studies in Geology 15*; The Johns Hopkins University; Edited by Joseph T. Singewald; 66p.
- Mendivil, S. (1984).- *Criterio de Clasificación Lito-Morfoestructural.* El Ingeniero Geólogo N° 22, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- North American Comission on Stratigraphic Nomenclature (1983).- *North American Stratigraphic Code*; Am. Ass. Petrol. Geol. Bull.; V. 67.
- Posamentier, H., Jervey, M. & Vail, P. (1988).- Eustatic controls on clastic deposition I –conceptual framework. In : *Sea level changes – an integrated approach*; C. Wilgus, B. Hastings, C. Kendal. H. Posamentier, C. Ross & J. Van Wagner, Eds. *SEPM Special Publication*, 42:110-124.
- Valdivia, W.; Chacaltana, C.; Grandez, E. & Baby, P. (2006) - Nuevos aportes en el cartografiado geológico y la deformación de la cordillera de Campanquiz: Cuenca Santiago. En: *Congreso Peruano de Geología*, 13, Lima. *Resúmenes extendidos.* Lima: Sociedad Geológica del Perú, *Publicación Especial*, p. 332-335.
- Van Wagoner, J., Posamentier, H., Mitchum, R., Vail, P., Sarg, J., Loutit, T., & Hardenbol, J. (1988).- An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions. In: Wilgus, C.K., Hastings, B.S., Kendall St., C.G.C., Posamentier, H.W., Ross, C.A., Van Wagoner, J.C. (Eds.), *Sea-Level Changes: an Integrated Approach*, Special Publication, vol. 42. Society of Economic Palaeontologists and Mineralog., Tulsa. p. 39-45.
- Vera, J., Riba, O. & Reguant, S. (1989).- *Glosario de términos relacionados con el análisis de cuencas.* *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 2: 277-297.