

LA FORMACIÓN PUENTE: PERIODO DE ACELERACIÓN DE LA SUBSIDENCIA DE LA CUENCA MESOZOICA SUR PERUANA

Yucra Cuadros, Breyson M.*, García Zúñiga, Fredy F.*, CoaquiraCayllahua, Yudith S.*, Chávez Machaca, César A.*, Quispe Coaguila, Leonel Y.*, KanaHuamani, César J.*, Vilca Revilla, Julio E.*

breysonmyucracuadros@hotmail.com., fredyga@hotmail.com., yudyc@hotmail.com., ccchavezmac@gmail.com., leonel_07_20110725@hotmail.com., geo.kanac@hotmail.com., vilca20_21@hotmail.com.
*Universidad Nacional de San Agustín – Facultad de Geología, Geofísica y Minas

INTRODUCCIÓN

La cuenca mesozoica de Arequipa, localizada a 35 km al NW de la ciudad Arequipa, fue inicialmente definida por 5 miembros (Jenks, 1948; Benavides, 1962), posteriormente por su extensión regional, estas se elevaron al rango de formaciones (Vargas, 1970; León, 1981; Vicente, 1981; 2006; Vicente et al., 1982). En la actualidad (Sempere et al., 2002, 2004) a esta secuencia marina silicoclástica se adicionan en la base a las Formaciones Chocolate y Socosani, y en el tope a Murco y Arcurquina, de tal manera que en su conjunto de 4.5 a 6 km de espesor, muestra continuidad con cambios graduales entre sus formaciones que evoluciona de cuenca marina marginal con rocas volcanoclásticas de trasarco (Formación Chocolate), cubiertas por carbonatos marinos someros (Formación Socosani), para pasar luego a un hundimiento pronunciado de la cuenca con depósitos turbidíticos (Formación Puente), y seguidamente a depósitos marinos profundos con fuerte inestabilidad en la cuenca (Formación Cachíos), para ser rellenada por areniscas deltaicas, patchreef, y depósitos litorales someros (Formación Labra, Gramadal y Hualhuani), llegando a un máximo regresivo en el cretáceo inferior (Formación Murco), para pasar finalmente a una plataforma carbonatada (Formación Arcurquina) (León, 1981; Vicente, 1981; Vicente et al., 1982; Vicente, 1989; Sempere et al., 2002; 2004).

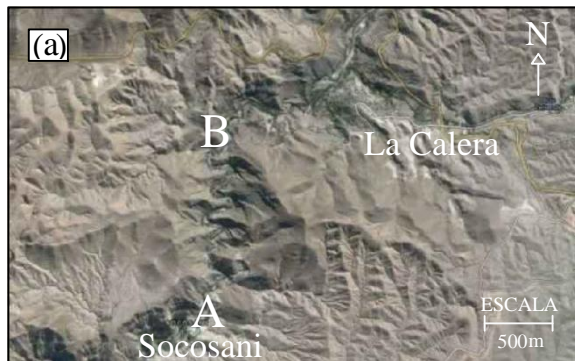


Figura 1. Localización de la zona de estudio y trazo A-B de la sección estudiada. (a). Valle del río Yuraque descendiendo de norte a sur. (b). Vista en 3D de la sección tipo al norte de la localidad de Socosani, los estratos se encuentran en posición monoclinial con buzamiento hacia el norte ($090 - 110^{\circ}/35 - 45^{\circ}NE$). (Imágenes Google Earth).



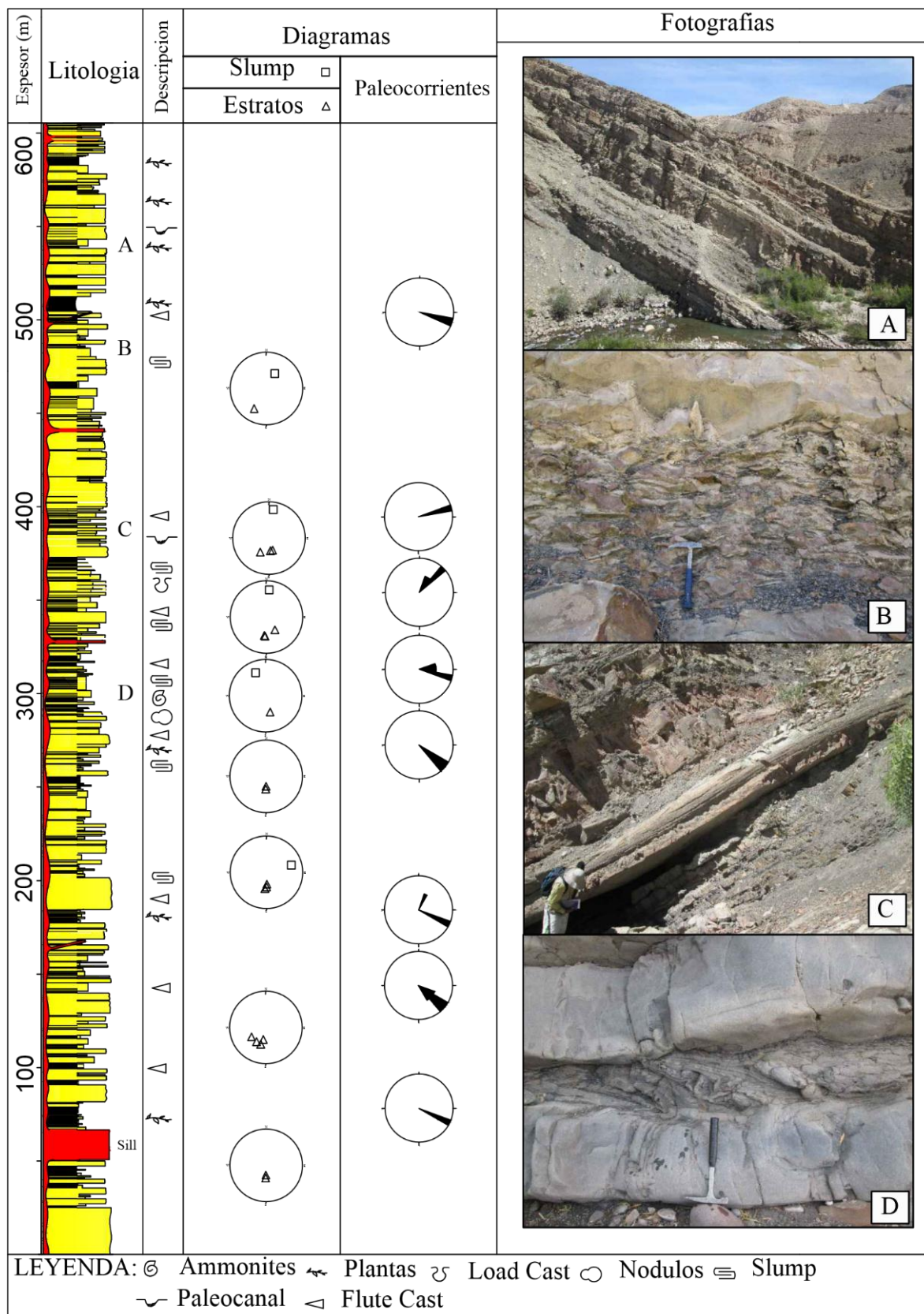


Figura. 2: Columna estratigráfica de la Formación Puente en el Valle de Yura, entre la localidad de Socosani y la quebrada Cachíos (Figura 1). A: paleocanales amplios en la parte superior de la formación. B: Estratificación deformada por cizallamiento entre estratos de areniscas, producidas por desestabilización. C: Borde de charnela de un slump. D: Estratificación deformada por cizallamiento con vergencia al SE.

En este trabajo mostramos los resultados del análisis de la Formación Puente que tiene 605 m de espesor, medidos en su afloramiento tipo en la margen derecha del valle de Yura, entre las localidades de Socosani y la quebrada Cachíos, dispuesto en un homoclinal buzante al norte ($090 - 110^{\circ}/35 - 45^{\circ}\text{NE}$), (Fig. 1; Fig. 2). En la región, el Bathoniano marca un periodo de aceleración del hundimiento de la cuenca, y también es tratado como un periodo de alto aporte de sedimentos turbidíticos densos, que varían en composición de grauvacas sub-angulosas a sub-redondeadas de color gris oscuro a claro, areniscas de cuarzo y menor proporción de lutitas; por lo cual, es necesario analizar esta formación desde el punto de vista de la relación sedimentación - hundimiento, ya que ella solo ha sido tratada desde el punto de vista sedimentológico y no son conocidas las estructuras desarrolladas por la inestabilidad de la cuenca.

ANTECEDENTES

Al concluir los depósitos de plataforma carbonatada de la Formación Socosani durante el Toarciano – Bajociano superior, se acelera el hundimiento de la cuenca con depósitos turbidíticos de la Formación Puente durante el Bathoniano en la zona de Arequipa y llega al Oxfordiano en la zona de Tacna (Westermann et al., 1980; Vicente, 2006); para luego acentuar el hundimiento de la cuenca con depósitos profundos y de prodelta con la Formación Cachíos en el Caloviano (Sempere et al., 2004; Vicente, 2006). La Formación Puente consta de una intercalación de lutitas y areniscas depositadas en un sistema turbidítico de alta densidad resedimentados en periodos catastróficos, por corrientes de alta y baja densidad, formando conos submarinos (León, 1981; Vicente et al., 1982; Jacay, 2005), y de acuerdo a los análisis de la dirección de slumps se determinó direcciones de paleopendientes de 090°NE y paleocorrientes de 100°NE (León, 1981; Vicente et al., 1982; Vicente, 2006).

Esta formación en su conjunto muestra mayor proporción de areniscas que lutitas y en sus arreglos presentan secuencias estrato crecientes y estrato decrecientes de 3 a 5 m, suelen mostrar de la base al techo estratificación oblicua, masiva, o laminar de alta energía y estratificación plana o convoluta sellada por laminaciones de areniscas y lutitas. Estas estructuras indican la posición media o proximal de una cuenca con abundante aporte clástico desarrollando flujos densos, es decir cargados de sedimentos, que serían producidos a expensas de aportes de material volcánico (León, 1981; Vicente, 1982, 2006; Jacay, 2005; Sempere et al., 2004).

RESULTADOS

Los análisis estratigráficos, sedimentológicos y de estructuras de inestabilidad medidos en los estratos de la Formación Puente, muestran que esta parte de la cuenca se hundía, aumentando sus pendientes y de esta manera se originaron numerosas estructuras como fallas sinsedimentarias, slumps, estratificación deformada, y micropliegues con intensa deformación plástica (Fig. 2: B, C y D). El análisis de los diagramas de rosas de paleocorrientes, medidas sobre flute-casts indica que las direcciones varían de la base al techo de la siguiente manera: en la parte inferior predominan paleocorrientes hacia el SE, luego cambian a E-NE en la parte media y vuelven nuevamente al SE en la parte superior de la formación (Fig. 2). La comparación entre las medidas de polos de estratificación con los planos axiales de charnelas de slumps (Fig. 2), muestran que estos datos son concordantes, indicando que los desplazamientos por inestabilidad son hacia el norte y noreste y que los estratos funcionan como estructuras de cizallamiento. Las medidas de fallas normales sinsedimentarias de 0.5 a 1 m de desplazamiento vertical, $004^{\circ}/68^{\circ}\text{SEE}$, $011^{\circ}/80^{\circ}\text{SEE}$, $015^{\circ}/90^{\circ}\text{SEE}$, $175^{\circ}/59^{\circ}\text{NE}$, $023^{\circ}/86^{\circ}\text{SE}$ y $040^{\circ}/66^{\circ}\text{SE}$, nos muestran una extensión general E – W; y la intrusión de diques guardan la misma orientación y buzamiento de las fallas.

CONCLUSIONES

Los límites progresivos de la base y techo de la Formación Puente nos impiden calcular una tasa efectiva de sedimentación; sin embargo, de acuerdo a la edad del piso Bathoniano de 168.3 – 166.1Ma, tenemos para un periodo de 2.2Ma, aproximadamente una tasa de sedimentación mayor a 200 m/Ma en que se depositaron los 605 m de espesor correspondientes a la medida realizada en dicha formación.

La litoestratigrafía muestra que la mayor proporción de lutitas se encuentra en la parte media y se reduce en la base y techo de la formación; las medidas de paleocorrientes muestran concordancia con las medidas realizadas anteriormente por otros autores. Mientras que las estructuras de inestabilidad se

presentan con mayor frecuencia en la parte superior de la formación; los slumps indican desplazamientos al N y NE y las fallas sinsedimentarias tienen una extensión predominante E-W, lo cual indicaría que a partir de la parte superior de la Formación Puente se esboza una aceleración en el hundimiento de la cuenca Mesozoica sur peruana.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los revisores anónimos de este trabajo por sus valiosos aportes en la corrección y mejoramiento del manuscrito. También, al Dr. Thierry Sempere por sus valiosas sugerencias y críticas.

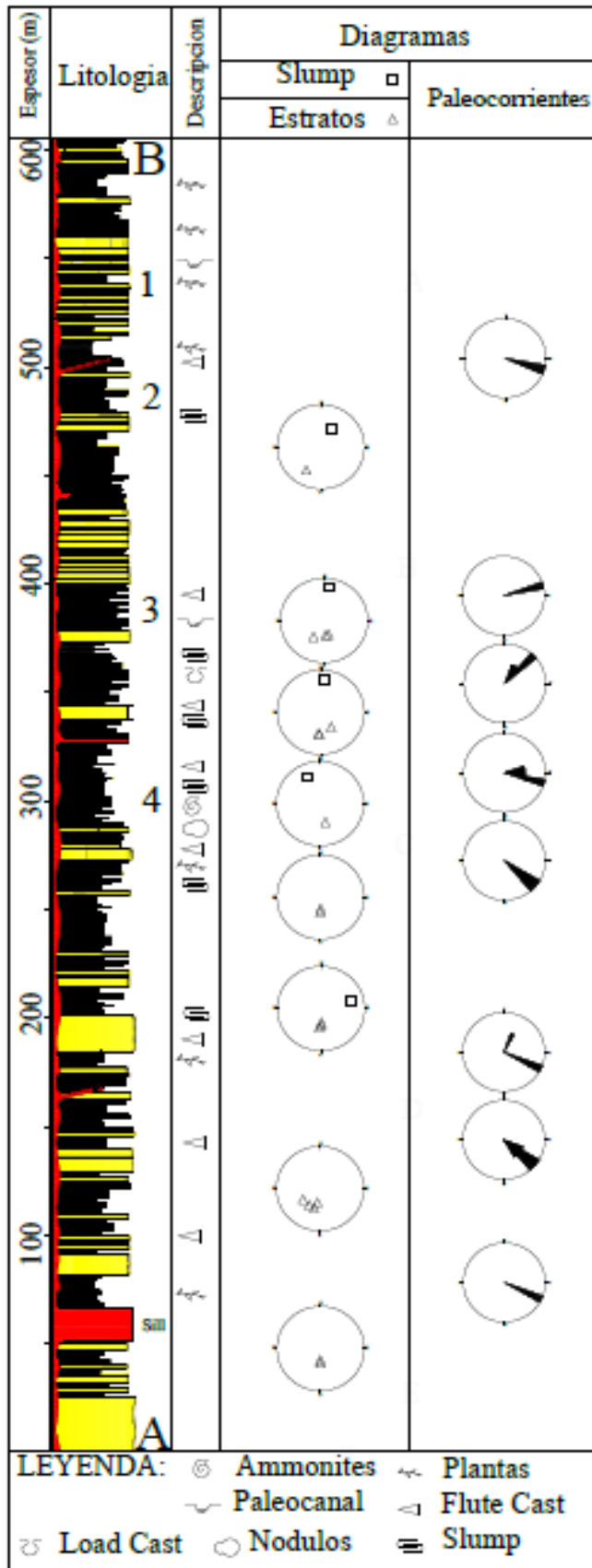
REFERENCIAS

1. Benavides, V., (1962). Estratigrafía Preterciaria de la Región de Arequipa. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú. 38, 5-63. (p. 16-20)
2. Jacay, J. (2005).- Análisis de los depósitos de corrientes de alta densidad de la Formación Puente (cuenca de Arequipa), Sur del Perú. Revista del Instituto de Investigación FIGMMG, UNMSM. Vol. 8, N° 16; p. 51-56. (p. 51-55)
3. Jenks, W. (1948). La geología de la región Arequipa y sus alrededores. Informaciones y Memorias de la Sociedad de Ingenieros del Perú, Vol. 46, N° 9; 104 p. (p. 24-26)
4. León I. (1981).- Antecedentes sedimentológicos del Jurásico Cretácico Inferior en la Zona de Yura. Tesis Bachiller UNSA, 91 p. (p. 35-53)
5. Sempere, T., Carlier, G., Soler, P., Fornari, M., Carlotto, V., Jacay, J., (2002).- Late Permian Middle Jurassic lithospheric thinning in Peru and Bolivia, and its bearing on Andean-age tectonics. Tectonophysics 345 (1-4), 153-181.
6. Sempere T., Jacay J., Pino A., Bertrand H., Carlotto V., Fornari M., Garcia R. Jimenez N. Marzoli A., Meyer Ch. Rosas S. Y. Soler P. (2004).- Estiramiento litosférico del Paleozoico superior al Cretáceo medio en el Perú y Bolivia. In Jacay J. y Sempere T. (eds.) «Nuevas contribuciones del IRD y sus contrapartes al conocimiento geológico del sur del Perú». Publicación especial N.º 5 Sociedad Geológica del Perú. pp: 45-79. (p. 64-68)
7. Vargas L. (1970).- Geología del Cuadrángulo de Arequipa». En: Boletín del Servicio Geológico Nacional, N.º 24, 64 pp. (p. 25)
8. Vicente, J.-C. (1981).- Elementos de la estratigrafía mesozoica sur-peruana. In: Volkheimer W., Musacchio E. A. (Eds.). Cuencas sedimentarias del Jurásico y Cretácico del Comité Sudamericano del Jurásico y Cretácico de América del Sur. 1. Pp. 319 – 351.(p. 325-329)
9. Vicente, J.-C., Beaudoin B., Chavez A., León I., (1982).-La Cuenca de Arequipa (Sur Perú) durante el Jurásico – Cretácico inferior. V Congreso Latinoamericano de Geología. 1. Pp. 121 – 153. (p. 131-133)
10. Vicente, J.-C. (1989).- Early Late Cretaceous overthrusting in the Western Cordillera of Peru. In: Geology of the Andes and its relations to energy and mineral resources. Vol. II. Pp. 91 – 117.
11. Vicente, J.-C. (2006).- Dynamic paleogeography of the Jurassic Andean Basin: pattern of transgression and localisation of main Straits through the magmatic arc. Revista de la Asociación Geológica Argentina, Vol. 60, N° 1; p. 221-250.(p. 415)
12. Westermann, G.E.G., Riccardi A., Palacios O. & Rangel C. 1980.- Jurásico medio en el Perú. Boletín del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Serie D: Estudios Especiales, N° 9, 47 p.(p. 30)

LA FORMACION PUENTE: PERIODO DE ACELERACIÓN DE LA SUBSIDENCIA DE LA CUENCA MESOZOICA SUR PERUANA

Yucra Cuadros, Breyson M.*, García Zúñiga, Fredy F.*, Coaquira Cayllahua, Yudith S.*, Chávez Machaca, César A.*, Quispe Coagula, Leonel Y.*, Kana Huamani, César J.*, Vilca Revilla, Julio E.*

*Universidad Nacional de San Agustín - Facultad de Geología, Geofísica y Minas



INTRODUCCIÓN

La cuenca mesozoica de Ampique, localizada a 37 km al NW de la ciudad Ica, tiene un desarrollo delimitado por 3 unidades (Oña, 1982; Rosales, 1982), posteriormente por su extensión regional, más en diversos el rango de Formación (Viggo, 1970; León, 1981; Viana, 1981, 2000; Viana et al., 1982) En la actualidad (Zepeda et al., 2002, 2004) a esta sucesión mesozoica silicoclástica se adiciona en la base a las Formaciones Chacabuco y Tumbaco, y en el lugar a Mollus y Anaspiza, de las cuales que se ha reportado de 1.7-1.9 km de espesor, cuando existió un ambiente gradualmente entre las Formaciones que evidencian de sucesos tectónicos con zonas sedimentarias de basuras (Formación Chacabuco), siliclasas por sedimentación marino-terrestre (Formación Tumbaco), y en parte luego a un basamento paleozoico de la cuenca con depósitos turbidíticos (Formación Puente), y finalmente a depósitos marinos profundos con fuerte inestabilidad de la cuenca (Formación Coblenz), para ser reemplazados por areniscas delgadas, puzos red, y depósitos silíceos arenosos (Formación Lata, Oroscocha y Huacapistán), seguido a un relativo retroceso en el ambiente silicoclástico (Formación Mollus), para pasar finalmente a una plataforma sedimentaria (Formación Anaspiza) (León, 1981; Viana, 1981; Viana et al., 1982; Viana, 1982; Zepeda et al., 2002, 2004). En este trabajo se presentan los resultados del análisis de la Formación Puente que tiene 400 m de espesor, localizada en un afloramiento tipo en la margen derecha del río de Ica, entre las localidades de Rosales y la quebrada Coblenz, dependiente en un basamento localizado al norte (09° 11'00" S - 76° 05' 00" W, Fig. 1). En la región, el Ballesteros marca un período de aceleración del hundimiento de la cuenca, y también se indica como un período de alto grado de sedimentación turbidítica de arena, que va desde el comienzo de graneros sedimentarios a sedimentación de arena gris oscura y blanca, areniscas de arena y cenizas graníticas de lavas, por lo cual, es necesario analizar esta Formación desde el punto de vista de la relativa sedimentación y hundimiento, ya que esta es la más reciente desde el punto de vista sedimentológico y se son necesarias las estructuras diseminadas por la inestabilidad de la cuenca.



Figura 2. Fm. Puente superior de la parte superior de la Formación.

ANTECEDENTES

Al analizar los depósitos de plataformas sedimentaria de la Formación Rosales dentro de Tumbaco - Depósito superior, se analiza el hundimiento de la cuenca con depósitos turbidíticos de la Formación Puente dentro del Ballesteros en la zona de Ampique y Lago el Chivilayo en la zona de Tarma (Wassenaar et al., 1980; Viana, 2004), para luego analizar el hundimiento de la cuenca con depósitos turbidíticos y de proclinas con la Formación Coblenz en el Cuzco (Zepeda et al., 2002; Viana, 2000). La Formación Puente consta de un intravariado de lavas y areniscas depositadas en un sistema turbidítico de alta densidad sedimentación en proclinas sedimentarias, por sedimentación de alta y baja densidad, Formaciones areniscas sedimentarias (León, 1981; Viana et al., 1982; Isay, 2005), y de acuerdo a los análisis de la densidad de siempre se determinó densidad de paleopropiedades de 000705 y paleopropiedades de 000705 (León, 1981; Viana et al., 1982; Viana, 2000).

Esta Formación se encuentra dentro de la zona de Ampique y se son necesarias las estructuras diseminadas por la inestabilidad de la cuenca, que va desde el comienzo de graneros sedimentarios a sedimentación de arena gris oscura y blanca, areniscas de arena y cenizas graníticas de lavas, por lo cual, es necesario analizar esta Formación desde el punto de vista de la relativa sedimentación y hundimiento, ya que esta es la más reciente desde el punto de vista sedimentológico y se son necesarias las estructuras diseminadas por la inestabilidad de la cuenca.



Figura 3. Banda de arenisca de un slump.

CONCLUSIONES

Las lavas graníticas de la base y fondo de la Formación Puente son lavas de tipo andesítico, que son raras de sedimentación, de tipo andesítico, de acuerdo a la edad del gran Ballesteros de 148.3 - 186.1 Ma, sucesos que son período de 2.2 Ma aproximadamente una fase de sedimentación que se da en depósitos de 1.7-1.9 km de espesor correspondiente a la unidad más reciente de la Formación. La sedimentación muestra que el mayor porcentaje de lavas se encuentran en la parte media y en menor en la base y fondo de la Formación, las lavas de paleosedimentación muestran un aumento en las lavas más recientes sedimentación por otros sucesos, indicando que las sedimentación de inestabilidad se producen con mayor frecuencia en la parte superior de la Formación, las lavas indican desplazamientos al N y NE y las lavas sedimentación tienen una sedimentación predominante E-W, lo cual indica que en la parte de la parte superior de la Formación Puente se muestra una sedimentación en el hundimiento de la cuenca sedimentación por proclinas.

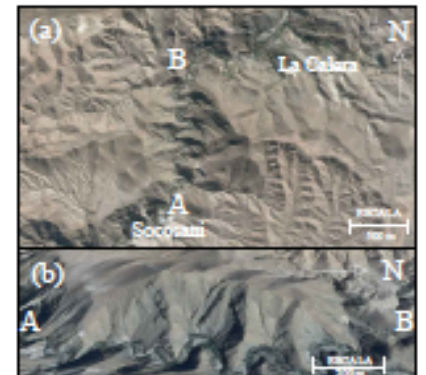


Figura 1. Localización de la zona de estudio y zona A-B de la sección estratigráfica. (a) Vista del río Ica que desagua de norte a sur. (b) Vista en NE de la sección tipo al norte de la localidad de Rosales, las lavas se encuentran en posición concordante con basamento lavas al norte (09° 11'00" S - 76° 05' 00" W) (Zepeda et al., 2002).



Figura 3. Estratigrafía inferida por el afloramiento entre rosales y coblenz, proclinas por desestabilización.

RESULTADOS

Los análisis sedimentológicos, sedimentológicos y de estructuras de inestabilidad evidencian en los niveles de la Formación Puente, sucesos que esta parte de la cuenca se basó, aumentó su producción y de alta densidad en sucesos tectónicos sedimentación con lavas sedimentación, lavas, lavas basálticas delgadas, y sedimentación con lavas sedimentación plástica (Fig. 2, 3, C y D). El análisis de los diagramas de zonas de sedimentación, muestra lavas de alta densidad, lavas que los desplazamientos de la base al fondo de la siguiente sucesión en la parte inferior proclinas paleosedimentación lavas al NE, luego lavas al NE en la parte media y lavas areniscas al NE en la parte superior de la Formación (Fig. 2). La sedimentación entre las lavas de proclinas sedimentación con las lavas lavas de lavas de lavas (Fig. 2), muestra que las lavas de alta densidad sedimentación, indicando que los desplazamientos por sedimentación en lavas al norte y sur y que las lavas lavas como sedimentación de sedimentación. Las lavas de lavas lavas sedimentación de 0.7 a 1 m de desplazamiento vertical, 000705/0005, 000705/0005, 000705/0005, 000705/0005 y 000705/0005, son sucesos que sedimentación al NE, NE, y la sedimentación de lavas lavas la misma sedimentación y hundimiento de la lava.



Figura 3. Estratigrafía inferida por el afloramiento entre rosales y coblenz.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ampique, V. (2002). Geología de la zona de Ampique. Estado de la Geología del Perú. Vol. 1. Lima: IGMP.
2. Ampique, V. (2003). Geología de la zona de Ampique. Estado de la Geología del Perú. Vol. 2. Lima: IGMP.
3. Ampique, V. (2004). Geología de la zona de Ampique. Estado de la Geología del Perú. Vol. 3. Lima: IGMP.
4. Ampique, V. (2005). Geología de la zona de Ampique. Estado de la Geología del Perú. Vol. 4. Lima: IGMP.
5. Ampique, V. (2006). Geología de la zona de Ampique. Estado de la Geología del Perú. Vol. 5. Lima: IGMP.
6. Ampique, V. (2007). Geología de la zona de Ampique. Estado de la Geología del Perú. Vol. 6. Lima: IGMP.
7. Ampique, V. (2008). Geología de la zona de Ampique. Estado de la Geología del Perú. Vol. 7. Lima: IGMP.
8. Ampique, V. (2009). Geología de la zona de Ampique. Estado de la Geología del Perú. Vol. 8. Lima: IGMP.
9. Ampique, V. (2010). Geología de la zona de Ampique. Estado de la Geología del Perú. Vol. 9. Lima: IGMP.
10. Ampique, V. (2011). Geología de la zona de Ampique. Estado de la Geología del Perú. Vol. 10. Lima: IGMP.
11. Ampique, V. (2012). Geología de la zona de Ampique. Estado de la Geología del Perú. Vol. 11. Lima: IGMP.
12. Ampique, V. (2013). Geología de la zona de Ampique. Estado de la Geología del Perú. Vol. 12. Lima: IGMP.
13. Ampique, V. (2014). Geología de la zona de Ampique. Estado de la Geología del Perú. Vol. 13. Lima: IGMP.
14. Ampique, V. (2015). Geología de la zona de Ampique. Estado de la Geología del Perú. Vol. 14. Lima: IGMP.
15. Ampique, V. (2016). Geología de la zona de Ampique. Estado de la Geología del Perú. Vol. 15. Lima: IGMP.