

ROCAS SEDIMENTARIAS Y VOLCÁNICAS DEL TRIÁSICO SUPERIOR? – JURÁSICO INFERIOR: LA FORMACIÓN CHOCOLATE EN EL EXTREMO SUR DEL TERRITORIO PERUANO.

Harmuth Acosta, Aldo Alván; Mirian Mamani, Juan Pablo Rodriguez y Moises Cutipa

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Dirección de Geología Regional, Lima, Perú.
hacosta@ingemmet.gob.pe

INTRODUCCION

La Formación Chocolate ha sido definida por Jenks (1948) en Yura, departamento de Arequipa. Trabajos posteriores en faciología, estratigrafía y bioestratigrafía realizados por Benavides (1962), von Hillebrandt (1981), Sánchez et al. (2000), Acosta et al. (2009), Alván et al. (2010), entre otros, demuestran la continuidad de estas capas volcano-sedimentarias a lo largo de la Cordillera de la Costa, mientras que, a las rocas netamente sedimentarias se les halla a lo largo de la faja comprendida entre la Cordillera de la Costa y la vertiente oeste de la Cordillera Occidental. Litológicamente, las unidades formacionales sedimentarias mesozoicas en los departamentos de Arequipa y Tacna fueron comparadas con criterios de cronología y faciología sedimentaria. Por lo tanto, se afirma que los estudios realizados en la costa del departamento de Tacna entre Morro de Sama y La Yarada (Fig. 1) son variaciones litológicas con similitudes en cronología por determinaciones paleontológicas a los estudios realizados en diversos sectores de Arequipa, y como en gran parte del sur Peruano. En consecuencia, esta área viene a formar parte de la evolución sedimentaria de la cuenca Arequipa. Estudios en el vecino país de Chile hacen mención a la continuidad de los depósitos sedimentarios de esta cuenca, denominándola como la parte norte de la cuenca mesozoica de Arequipa-Tarapacá (Westermann y Riccardi, 1985; Palacios et al., 1995), así como, de las rocas volcánicas jurásicas, correspondiendo a las formaciones La Ternera y La Negra (Cecioni y García, 1960; Seyfried et al., 1999).

Basándonos en criterios de extensión espacial, posición estratigráfica, además de contar con mayor información obtenida en los cuadrángulos de Pachía (36-v) y Palca (36-x) en el extremo sur peruano (Acosta et al., 2011), y una serie de secciones estratigráficas levantadas localmente, proponemos la evolución espacial y temporal de la Formación Chocolate en el extremo sur del territorio peruano.

Afloramientos en la costa sur de Tacna: La Formación Chocolate (Triásico superior? al Sinemuriano?)

Se dividió en dos unidades: 1) Los afloramientos de rocas volcánicas y sedimentarias de la Unidad A (Fig. 1) están restringidos hacia la margen oeste de la Cordillera de la Costa. Está presente desde el morro de Sama, Punta Morena, cerros Calvario, Alto Los Españoles hasta Llostay, extendiéndose evidentemente por debajo del mar. 2) la segunda unidad (Fig.1) fue levantada en la margen derecha del río Sama, específicamente en el cerro Alto Los Españoles. La relación de contacto con los sedimentos atribuidos a la Formación Socosani es mediante un paso erosivo. Una característica en común de estas unidades es la presencia de numerosos diques y sills que son en su mayoría de naturaleza basáltica y andesítica; estos diques y sills corresponden a los conductos por donde se movilizó la lava con dirección a la superficie, provenientes de numerosos eventos volcánicos del mismo Arco Chocolate. Esta caprichosa distribución de diques conlleva a precisar que el contexto de depositación contrasta con esfuerzos de distensión. Una generación de diques más jóvenes y de composición diorita - dacita cortan toda la pila estratigráfica, (Fig. 1 líneas de color rojo) apreciándose que en el momento de su emplazamiento alteraron el contacto con la roca caja,

generándose así una zona silicificada. Las direcciones de emplazamiento de los diques son esencialmente N-S, NO-SE y E-O. Estos diques alcanzan un ancho de 1 a 2 m de potencia y en algunas ocasiones generan algo de mineralización de cobre como el observado en la parte alta del cerro Siete Colores.

Unidad A

Se distinguió flujos de rocas volcánicas basálticas de color gris oscuro y rojo violáceo con presencia de fenocristales de plagioclasas en una abundante matriz feldespática. Por la alteración intensa que presentan las rocas se aprecia abundante mineral de clorita y epidota que dan a la roca una tonalidad gris verdusca; este típico color se observa en zonas de playa, mientras que en la Cordillera de la Costa prima la coloración rojo violáceo. Estas rocas están estratificadas con horizontes de arcosas y conglomerados. Las arcosas de grano grueso y formas subangulosas son de fragmentos de plagioclasa. Los conglomerados presentan clastos de roca volcánica basáltica con tamaños entre 3 y 10 cm de diámetro en matriz arcósica. La columna estratigráfica iniciada al borde del mar (313464/8000182 UTM, WGS84) representa los afloramientos más antiguos con fósiles de esta formación. La columna exhibe intercalaciones de rocas volcánicas basálticas, aglomerados volcánicos y canales de conglomerados. Estos conglomerados que presentan clastos de roca volcánica metros mas arriba cambia significativamente de composición, admitiendo además clastos de caliza color gris oscuro envueltos en matriz mucho más abundante de limolita color gris y cemento calcáreo. Pasana a niveles de areniscas carbonatadas con laminaciones oblicuas curvas de canal y rizaduras de corriente asimétricas con dirección de corriente al sur y oeste, además de hallarse rizaduras de doble dirección. Estos niveles poseen fósiles de moluscos (Fig. 1 Fotos A, B, C) tales como braquiópodos, gasterópodos, bivalvos y equinoideos; fauna típica de plataformas intertidales y de ambiente infralitoral o de ambientes de aguas marinas muy someras arrecifales o de ambientes de playa. Las figuras sedimentarias anteriormente descritas indican un ambiente donde dominaba la acción de olas de manera constante con aporte de material de zonas muy cercanas a la playa. Al tope de la Unidad A las rocas volcánicas son de composición andesítica y están intercaladas con aglomerados de coloración parda, verdosa y rojo violáceo; los conglomerados son monomícticos formados únicamente por rocas volcánicas subredondeadas a angulosas.

Edad de la Unidad A. M. Aldana, (INGEMMET), determina a los braquiópodos *Spiriferina* sp., los bivalvos *Astarteincae* JAWORSKI, *Trigonodus* sp., *Trigonia (Frenguelliella)* sp. *Schafhaenthia americana* COX, *Weyla* sp., *Schizocardita cristata* KORNER, los gasterópodos determinados como *Promathilda (Teretrina)* cf. *terebraeformis* HAAS, y por último, a los equinoideos *Triadocidaris* sp., *Radiolusrostratus* KORNER y *Eritalis* sp. La asociación de equinoideos colectados sugiere que pertenecen al Noriano. Mientras que en conjunto todas las especies colectadas sugieren el Triásico superior. Cecioni y Westermann (1968) mencionan que en el intervalo Triásico superior-Jurásico superior de la costa central de Chile, existen facies sedimentarias arenosas y lutíticas conteniendo fauna amonoidea de la biozona de *Schlotheimia angulata* (Hettangiano) encima de niveles que con tienen a *Arcestes* sp., *Cladiscites* sp. y *Oxytoma* cf. *inaequivalvis* (Raetiano). Estos se encuentran además encima de niveles del Noriano. En el Noriano, describen facies continentales, conteniendo a los vegetales fósiles *Dicroidium*, *Yabeiella*, *Podozamites*, *Baiera* y *Naeggerethiopsis*. Por lo tanto se sugiere la edad de Triásico superior para el grupo de rocas volcánicas y sedimentarias de la unidad A de la Formación Chocolate.

Unidad B

La sección inicia en 323277/7993506 UTM WGS 84, con estratos de 2 a 3 m de potencia conformados por aglomerados volcánicos y rocas basalto-andesíticas. Estas rocas volcánicas poseen fenocristales de plagioclasa de tamaño promedio 0,4 cm. Este apilamiento de rocas alcanzan los 50

m de espesor, culminando con el límite de un nuevo banco conformado por arcosas de grano medio a fino color pardo a verdusco y arcosas de grano medio a grueso color marrón rojizo. Los cristales de plagioclasa incluidos como granos en esas arcosas están quebrados. La parte media y superior de la columna está conformada en su mayoría por estratos de roca volcánica con anchos entre 5 y 7 m de potencia. Los fenocristales de plagioclasa varían de tamaño entre estratos o episodios lávicos entre 0,4 cm y 0,2 cm y siempre se encuentran inmersos en una masa color marrón rojizo. Los niveles volcánicos están interdigitados con episodios cortos de sedimentación, representados por arcosas de grano medio a grueso. Los canales conglomerádicos son muy notorios, desarrollándose generalmente a la base de los estratos de arcosas en contacto con las rocas volcánicas. Los clastos de los conglomerados son netamente de material volcánico basalto-andesítico, hallándose clastos que alcanzan hasta los 10 cm de diámetro.

Edad de la Unidad B. Acosta & Alván, (2008) en el sector de Alto del Meadero (240604/8091957 UTM, WGS 84) cuadrángulo de La Cledesí (35-t) levantan la columna estratigráfica que es correlacionada con la existente en el sector de La Yarada. La columna de Alto del Meadero tiene 1055 m de espesor, donde la parte basal dominada por rocas volcánicas admiten sucesivamente secuencias sedimentarias conglomerádicas a arcósicas. La parte superior mayormente volcánica admite arcosas verdes a gris verdosa sobreyacido por un paquete irregular de calizas mudstone de color gris claro, con fósiles de *Ostreidae* ind., *Gryphaea* sp., *Pelecypodo* ind. y *Ctenostreon rugosum* (SMITH), y los corales *Oppelismilia* sp., *Serpula* sp., *Lepidophylia* sp. Indicando el Jurásico inferior (M. Aldana, INGEMMET). Seguido a esto, cierra la secuencia un flujo volcánico erosionado por la base de la Formación Socosani. Esta sucesión estratigráfica y volcánica de Alto del Meadero es correlacionada con la Unidad B de la Formación Chocolate en la zona de La Yarada, siendo su edad correspondiente al Jurásico inferior.

Conclusión

El análisis estratigráfico resultado de la interpretación de las Unidades A y B de la Formación Chocolate presente en La Yarada - Tacna y la Cordillera de la Costa corresponde al límite oeste de la cuenca Arequipa, siendo esta zona donde funcionó el Arco volcánico Chocolate. Longitudinalmente este arco en el sur del territorio peruano se extiende desde los afloramientos en cerro Yanacoto - Yura (Arequipa), Alto del Meadero (Moquegua), La Yarada (Tacna) y la parte norte del territorio chileno, donde se aprecia superposición de eventos correspondientes a un volcanismo ubicado en la Cordillera de la Costa, y caracterizado por presentarse en una zona sujeta a sufrir incursiones marinas de aguas cálidas que lograron desarrollar complejos sistemas coralinos con una serie importante de fósiles del Triásico superior Jurásico inferior. La asociación de equinoideos *Triadocidaris* sp., *Radiolusrostratus* KORNBERG y *Eritalis* sp sugiere que pertenecen al Noriano; mientras que en conjunto con los braquiópodos, bivalvos y gasterópodos sugieren el Triásico superior. Esta determinación paleontológica corresponde a los estudiados en la costa central de Chile cuya edad es Triásico superior-Jurásico superior. Durante el Noriano en Chile los estudios paleontológicos estratigráficos de Cecioni y Westermann, (1968) demuestran la existencia de una topografía positiva que contrasta con el tipo de sedimentación marina y continental hallada en los afloramientos de La Yarada para las rocas atribuidas a la formación Chocolate; por lo tanto, proponemos que estas rocas corresponden a este período de tiempo.

Bibliografía

Acosta, H. & Alván, A. (2008). Revisión de la Formación Guaneros en la localidad tipo: Implicancias en la evolución estratigráfica de la costa sur del Perú. XIV Congreso Peruano de Geología. Resúmenes Extendidos; 6 p.

- Acosta, H.; Alván, A.; Hillebrandt, A.; Riegraf, W. & Oviedo, M. (2009) - Nuevos aportes en la sedimentología y paleontología de las formaciones Chocolate y Socosani (Jurásico inferior a medio) en el distrito de Yura, Arequipa (sur de Perú). En: Bruce, B., ed. Víctor Benavides Cáceres. Lima: Sociedad Geológica del Perú, Volumen Especial, 7, p. 63-78.
- Acosta, H.; Alván, A.; Mamani, M.; Oviedo, M. & J. Rodríguez (2011) - Geología de los cuadrángulos de Pachía y Palca, hojas 36-v y 36-x, escala 1:50,000. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 139, 96 p.
- Alván, A.; Acosta, H.; Gutiérrez, D.; Arévalo, J.; Sánchez, E. & Tejada, L. (2010) - División y comparación biozonal del Jurásico inferior de la cuenca Arequipa, sur de Perú: resultados iniciales (CD-ROM). En: Congreso Peruano de Geología, 15, Cusco 2010. Resúmenes extendidos. Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 196-199.
- Benavides, V. (1962) - Estratigrafía Pre-terciaria de la región de Arequipa. En: Congreso Nacional de Geología, 2, Lima, 1960. Boletín Sociedad Geológica del Perú, (38):5-63.
- Ceccioni, G & García, F. (1960) - Stratigraphy of coastal range in Tarapaca Province, Chile. AAPG Bulletin, 44(10): 1609-1620.
- Cecioni, G.; Westermann, G. (1968). The Triassic/Jurassic marine transition of coastal central Chile. Pacific Geology 1:41-75.
- Hillebrandt, A.v. (1981) - Kontinentalverschiebung und die paläozoogeographischen Beziehungen des südamerikanischen Lias. Geologische Rundschau, 70(2): 570-582.
- Jenks, W.F. (1948) - Geología de la hoja de Arequipa al 200,000. Geology of the Arequipa Quadrangle of the Carta Nacional del Perú. Instituto Geológico del Perú, Boletín 9, 204 p.
- Palacios, O.; Chacón, N.; Sánchez, A.; Canchaya, S. & Aranda, A. (1995) - Geología del Perú. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 55, 177 p.
- Sánchez, A.; Raymundo, T. & Rosell, W. (2000) - Memoria explicativa de la revisión geológica en los cuadrángulos de Punta de Bombon (35-s), Clemesí (35-t), Ilo (36-t), Locumba (36-u), La Yarada (37-u), Tacna (37-v), Huaylillas (37-x), Juli (33-y), Pizacoma (34-y) e Isla Anapia (33-z), Escala 1:100 000, informe inédito. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 39 p. 10 mapas.
- Seyfried, H.; Worner, G.; Uhlig, D.; Kohler, I. & Calvo, C. (1999) - Introducción a la geología y morfología de los Andes en el norte de Chile. Chungara, 30(1): 7-39.
- Westermann, G. E. G. & Riccardi, A. (1985) - Middle Jurassic ammonite evolution in the Andean Province and emigration to Thethys. En: Bayer, U. & Seilacher, A., eds. Sedimentary and evolutionary cycles. Berlin: Springer, Lecture Notes in Earth Sciences, 1, p. 6-34.

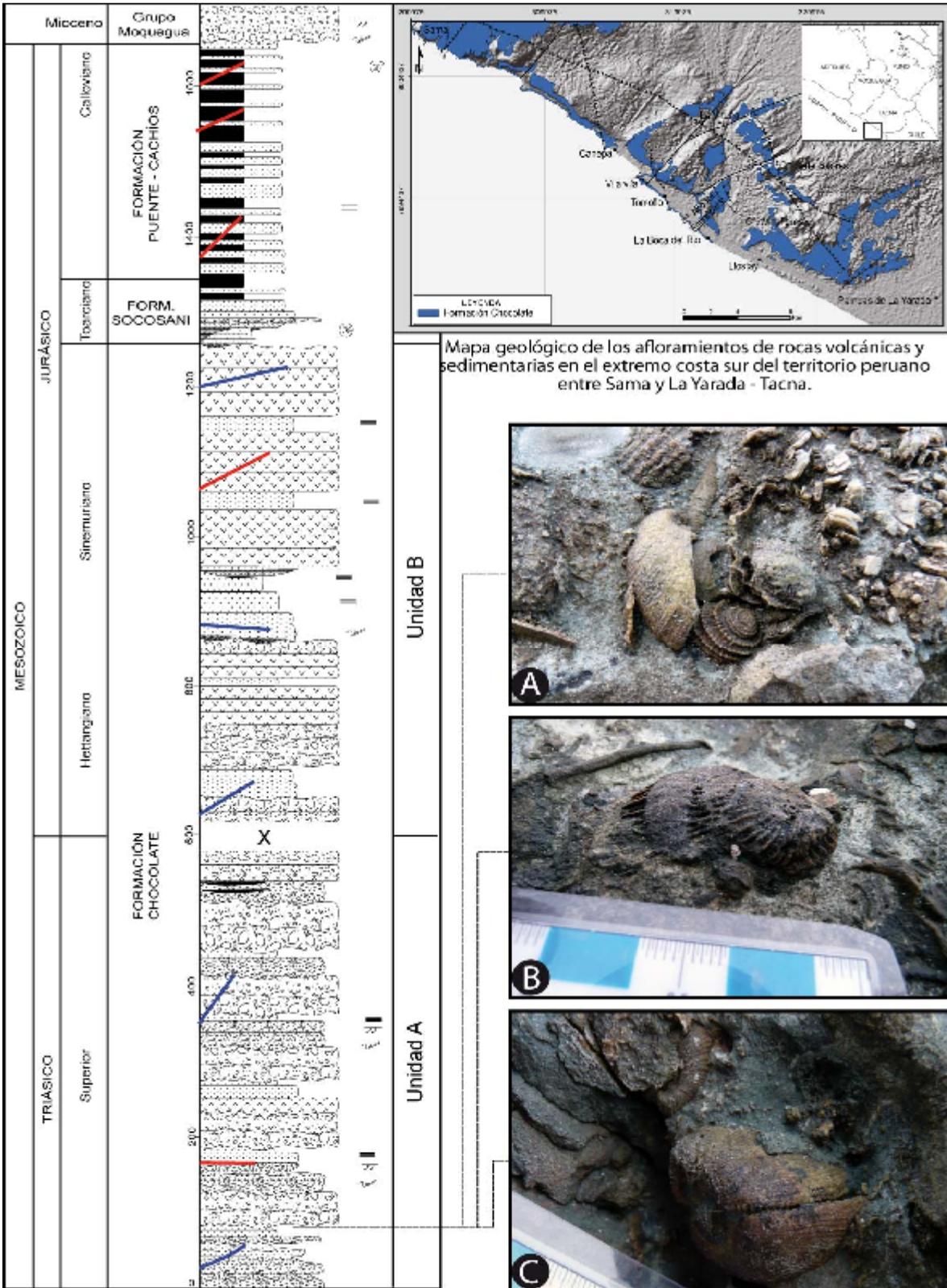


Fig. 1 Columna estratigráfica generalizada de la Formación chocolate entre Sama y La Yarada en la costa del departamento de Tacna. Las líneas azules representan diques y sills de naturaleza basalto andesítica. Las fotografías representan a los fósiles de ambiente marino somero de la parte basal.