



Evolución paleogeográfica fanerozoica de la región nor-occidental de la margen peruana y sus posibilidades hidrocarburíferas

Carlos Bianchi¹ y Javier Jacay²

¹ SK Innovation Sucursal Peruana, Avenida Amador Merino Reyna 267, San Isidro, Lima, Perú

² Escuela de Ingeniería Geológica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

1. Introducción

Son muchos los trabajos que se han realizado sobre la evolución geológica de los Andes norperuanos (región de La Libertad y Lambayeque), como los trabajos pioneros de Steinmann (1929), Fischer (1956), Pardo & Sanz (1979), Cobbing et al. (1981), Mourier (1988), Jaillard (1990), y la carta geológica nacional desde la década del 1960 (Fig. 1). Es el Neoproterozoico y Paleozoico que tiene menos trabajos, debido a la ausencia de afloramientos de secuencias completas y a su alto grado metamórfico. El Mesozoico, con afloramientos mejor expuestos, es en el que se tiene numerosos trabajos estratigráficos y sedimentológicos. Durante el Cenozoico, la margen está compuesta por diferentes cuencas extensionales, las que tienen una relación directa al plano de subducción y/o al juego de megaestructuras de transcurrencia, mientras al lado oriental de la zona se tiene el desarrollo de un sistema de cabalgamientos de la Cordillera Occidental y volcanismo aéreo del Grupo Calipuy.

Con el análisis de diferentes cortes estratigráficos en esta parte de los Andes norperuanos (Fig. 2), se analizan los diferentes episodios euxínicos y periodos transgresivos como probables facies de generadores de hidrocarburos, así como las características estratigráficas y sedimentológicas de las diferentes unidades litoestratigráficas en su calidad de roca reservorio.

2. Cuadro geológico norperuano actual

El Basamento Precámbrico de los Andes norperuanos, mayormente compuesto por rocas metamórficas de bajo a alto grado, está expuesto en la Cordillera Oriental y en la región costanera del macizo de Olmos (Illescas, Paíta, Amotape-Tahuín), así como en algunas islas a lo largo de la costa norperuana (Fig. 1).

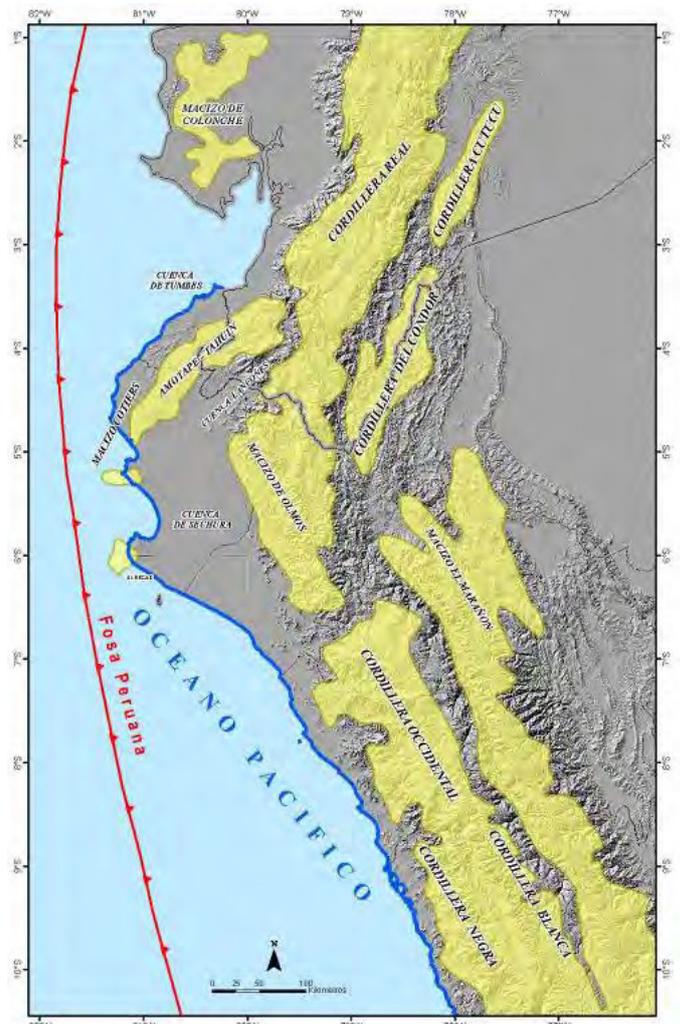


Figura 1. Principales dominios morfoestructurales de los Andes norperuanos, resaltados en amarillo.

2.1. El macizo del Marañón

Constituye el extremo septentrional de la Cordillera Oriental peruana, de dirección NW-SE, que yace bajo la cobertura meso-cenozoica al norte de los 6°S. Está constituido por un material de edad Precámbrico-Paleozoico Inferior y está cubierto en discordancia por la Formación Contaya (Ordovícico inferior a medio). Sobreyacen en discordancia los grupos Ambo (Missisipiano medio), Copacabana (Carbonífero Superior-Pérmico Inferior), y Mitu (Pérmico Superior).

2.2. El macizo de Olmos

Situado hacia el NW peruano aparece bajo la cobertura meso-cenozoica hacia los 6°30'S. Es constituido por series del Paleozoico Inferior (Fischer, 1956) y rocas

metamórficas meso- y catazonales (Baldock, 1977; Mourier, 1988) que afloran hasta en Huaquillas (Ecuador).

Las sucesiones estratigráficas comprenden a la Formación Olmos (Ordovícico-Silúrico?) que comprende una serie de esquistos y esquistos sericíticos epimetamórficos. Baldock (1977) distingue en la región de Salas una secuencia de filitas, meta-tufos y meta-conglomerados al que denomina Formación Salas (Paleozoico inferior?, según Mourier, 1988).

La Formación Río Seco (Devónico) se compone predominantemente de cuarcitas, aflora sobre la ruta Morropón-Huancabamba.

Los afloramientos del Grupo Mitu (Pérmico Superior-Triásico Inferior) están comprendidos entre el Río La Leche y el Pueblo de Salas; se componen de areniscas rojas y conglomerados que descansan directamente en discordancia sobre la Formación Olmos y/o Salas.

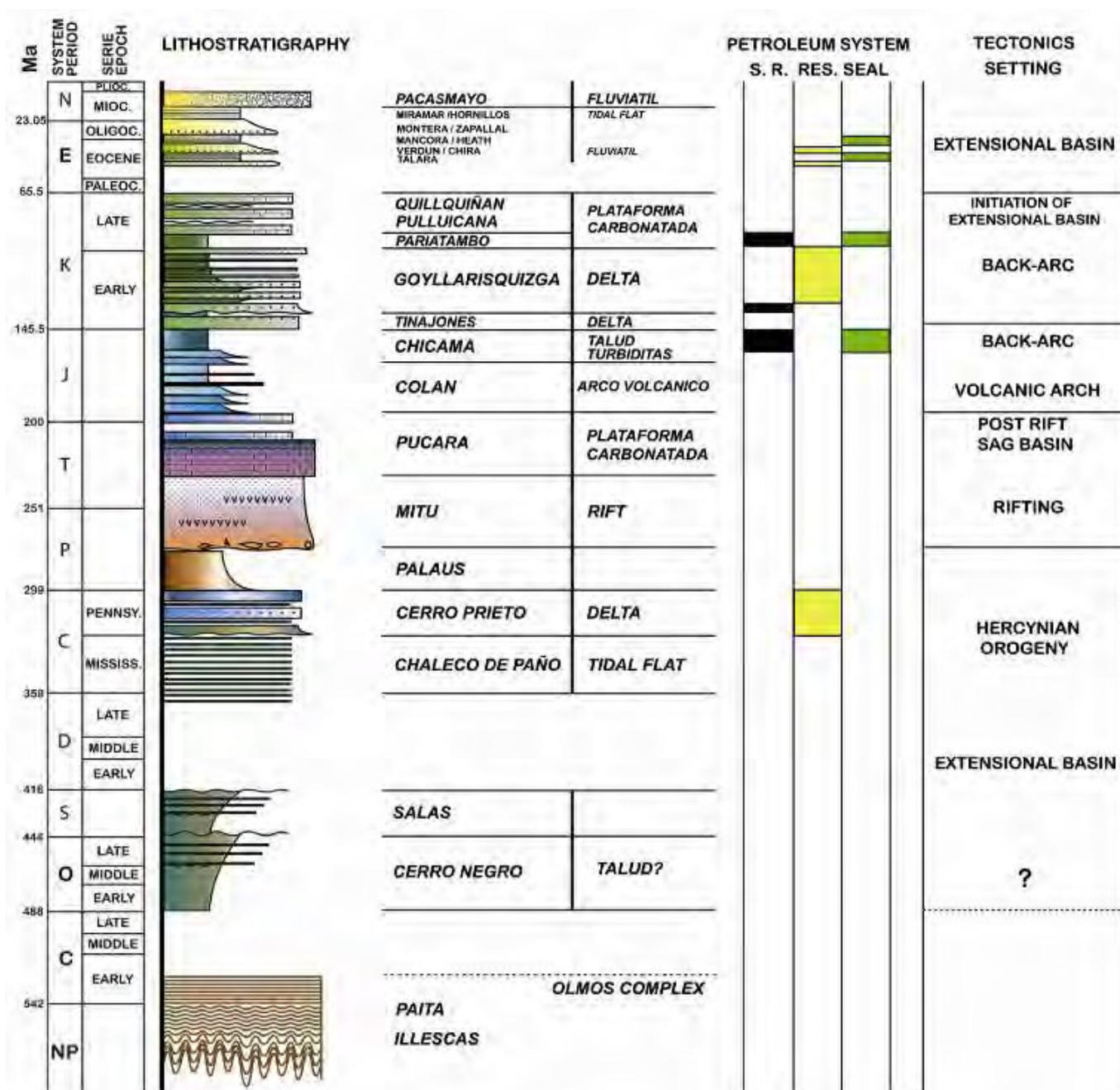


Figura 2. Columna estratigráfica compuesta para las regiones de La Libertad, Lambayeque, y parte sur de Piura, basada en los trabajos de Martínez (1970), Pardo & Sanz (1979), Mourier (1988), Jaillard (1990).

2.3. Los macizos costeros del Noroeste peruano

Están representados por el gran macizo Amotape-Tahuin y por los macizos litorales de Illescas y Paita. El desarrollo de las unidades estratigráficas ha sido tratado por Martínez (1970) y Mourier (1988). El Complejo Basal corresponde por parte a la Formación Cerro Negro (Devónico), compuesta de esquistos, cuarcitas oscuras y pizarras; aflora ampliamente sobre el sector oriental del macizo; éstos pasan al tope progresivamente a un medio marino poco profundo de lutitas y pelitas, de la Formación Chaleco de Paño (Mississipiano).

La Formación Cerro Prieto del Mississipiano superior-Pensylvaniano inferior, expuesta al extremo sur del macizo de los Amotapes, se compone de una alternancia de cuarcitas, lutitas negras con abundante fauna de braquiopodos, bivalvos, crinoideos y bryozoarios; figuras sedimentarias como pistas, figuras de escape de agua, bioturbaciones, ripple-marks de un medio litoral.

La Formación Palaus (Pérmico), litológicamente se conforma de areniscas grises, con limolitas gris amarillentas a verdosas. Esta unidad reposa discordantemente sobre la Formación Cerro Prieto, y es cubierta en "overlap" por rocas del Cretáceo y Terciario.

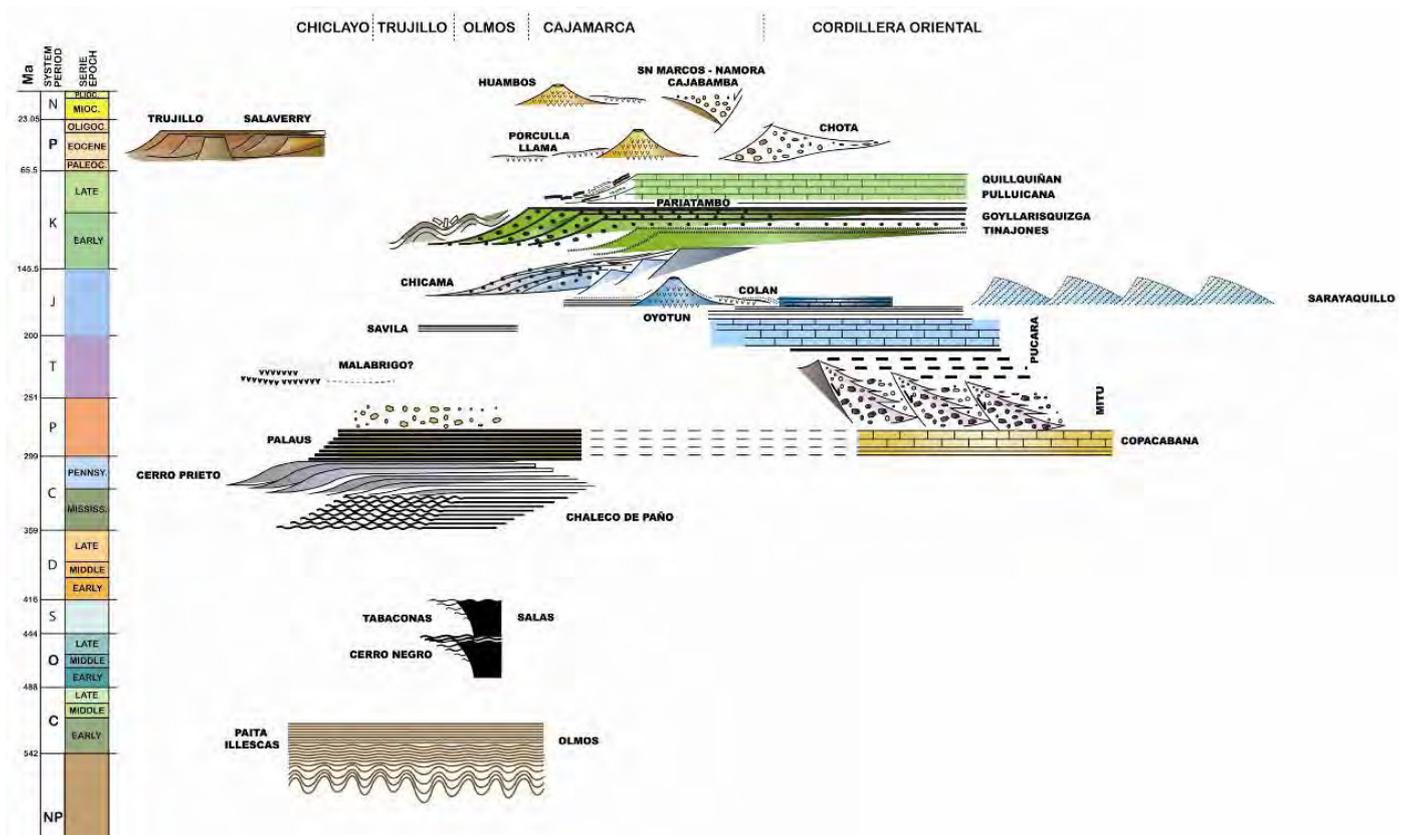


Figura 3. Síntesis de la evolución geológica y marco paleogeográfico de la parte occidental de los Andes norperuanos.

2.4. La evolución andina

Inicia su sedimentación en cuencas elongadas, paralelas a la zona de subducción actual de los Andes. Durante el Triásico Superior a Liásico inferior, en el norte y centro del Perú se manifiesta una transgresión marina, con los depósitos de la gran plataforma carbonatada del Grupo Pucará, y a la Formación Savila (Pliensbachiano superior). Todo este sistema es considerado de edad Noriano a Pliensbachiano-Toarciano y probablemente hasta el Aaleniano (Pardo & Sanz, 1979; Loughman & Hallam, 1982).

El intervalo Calloviano-Oxfordiano a Titoniano de esta parte de los Andes norperuanos está caracterizado por gruesas capas de andesitas y rocas volcanoclásticas, correspondientes al "Arco Colán" (Mourier, 1988). Más al sur, al tope del Grupo Colán viene la potente serie de turbiditas volcanoclásticas del Grupo Chicama. Estas dos

áreas son cubiertas a manera de *onlap* por la Formación Tinajones (Jacay, 2000).

Al Valanginiano se nota un cambio brusco en la sedimentación, denotado por la llegada de areniscas bien clasificadas y limpias del Grupo Goyllarisquizga (formaciones Chimú, Carhuaz, y Farrat) en la parte más oriental, y como Grupo Goyllarisquizga en las regiones costaneras de La Libertad y Lambayeque. Toda esta sucesión sedimentaria es de claro transporte fluvio-deltaico, que se extiende a lo largo de toda la margen peruana. Una posterior evolución sedimentaria de series carbonatadas ha sido establecida por Jaillard (1990), que evidencia tres eventos transgresivos mayores intercalados con uno regresivo, que es como sigue: una primera transgresión en el Aptiano superior-Albiano medio, seguida de una regresión en el Albiano superior-Cenomaniano medio; una segunda transgresión al Cenomaniano medio-superior, y una tercera transgresión

en el Coniaciano, seguida de una regresión al Campaniano medio.

Luego de la "fase tectónica" peruana, el intervalo Santoniano-Paleoceno corresponde al establecimiento de cuencas de antepais (Chota y Casapalca). La zona axial de la Cordillera Occidental es expuesta a una intensa actividad magmática, la misma que actualmente es representada por gruesas secuencias volcánicas calcoalcalinas. Del Paleogeno a la actualidad, en la región norperuana evolucionan cuencas extensionales (Sechura, Talara, etc.) y un volcanismo del Neógeno al Pleistoceno (Fig. 3).

3. Cuenca extensional de Sechura (Norte del Perú)

La cuenca Sechura (Eoceno superior y el Cuaternario), con una orientación SE-NW, es una cuenca disimétrica rellena por una potente serie detrítica de sedimentos continentales y marinos cenozoicos, correspondiendo al tipo de cuenca de ante-arco interna (Dunbar et al., 1990). La parte sur es submarina y la parte norte entre 6°30' y 5°S está emergida, siendo separadas por el alto estructural Paita-Sullana de la cuenca Talara.

La subsidencia empezaría luego del final del Eoceno medio, habiéndose depositado unos 2500 m de sedimentos dentro de los cuatro ciclos transgresivos mayores, con importantes hiatos durante el Paleoceno y Eoceno medio, Oligoceno-Mioceno inferior a medio, y Mioceno superior.

4. Posibilidades hidrocarburíferas

Regionalmente se tiene varias unidades de probada filiación como unidad generadora (Fig. 2). El Grupo Ambo es reportado en Paita (Steinmann, 1929) y probablemente tiene su prolongación en offshore desde la península de Paracas en el sur, haciendo de esta unidad litoestratigráfica una buena posibilidad como generadora de hidrocarburos.

El Toarciano (Jurásico Inferior) con la Formación Aramachay (Mochumi Viejo en el Valle del Rio La Leche) y niveles superiores de la Formación Savila con marcada facies euxínica (equivalente septentrional de la Formación Aramachay) hacen de esta unidad litoestratigráfica una buena roca generadora de hidrocarburos.

Localmente las lutitas negras de la Formación Sapotal (parte superior del Grupo Chicama) y los niveles carbonosos de la base de la Formación Chimú (Cretáceo inferior), aflorantes en la parte más oriental, a quienes también se postula su continuidad en el subsuelo en parte de la plataforma Chiclayo Jaén, hacen la probabilidad de una buena generadora de hidrocarburos para este intervalo.

En la Cordillera Occidental y cuenca Lancones, son las formaciones Pariatambo, Muerto, y Panaga (Albiano medio) las que corresponden al evento oceánico anóxico OAE-1 (e.g., Jenkyns, 1980), donde se reconocen niveles euxínicos con contenido de materia orgánica, mientras que en parte de la región de la Libertad, Lambayeque, y Cajamarca, el nivel correspondiente al tope de la

Formación Romirón y base de la Formación Coñor (límite Cenomaniano-Turoniano) corresponde al evento oceánico anóxico OAE-2. Estas características hacen de estas unidades estratigráficas como buenas rocas generadoras para las cuencas de Salaverry y Trujillo.

Son las areniscas siliciclásticas de la Formación Cerro Prieto de facies deltaica de gran espesor y desarrollo en parte de los departamentos de Piura y Lambayeque y de la misma manera, las areniscas siliciclásticas del Grupo Goyllarisquizga de gran desarrollo en los departamentos de Lambayeque y La Libertad, unidades estratigráficas que en afloramiento presentan una densidad alta de fracturamiento abiertos polimodales, hacen de ellas unidades probables de reservorios como lo ya probado de San Pedro.

Unidades estratigráficas como la Formación Verdún y/o otras unidades asignadas al Neógeno como pueden observárselas en los acantilados costaneros presentan una buena porosidad, pudiendo ser estas buenos reservorios sean en trampas estratigráficas o estructurales en sus facies distales de arenas de plataformas o de lóbulos de cuerpos turbidíticos.

5. Conclusiones

Se sugiere un régimen extensional predominante durante el Paleozoico, el cual termina en un máximo de rifting al Paleozoico superior (Grupo Mitu). En el Mesozoico, con la individualización de arco, cuenca marginal, y plataforma estable, los paleo-Andes norperuanos conforman un dominio con una tectónica extensional. Sin embargo, al Cenozoico, con el levantamiento de la cadena andina, se tiene al lado occidental cuencas extensionales, mientras que al lado oriental la tectónica de acortamiento es presente en la formación del orógeno andino.

Las condiciones económicas de esta región se basan en diferentes épocas de formación de etapas euxínicas como probables generadoras de hidrocarburos, así el Carbonífero Inferior (Grupo Ambo), Toarciano (formaciones Aramachay y Savila), y Albiano (formaciones Pariatambo, Muerto, y Panaga) se consideran como generadores de hidrocarburos.

La porosidad secundaria por fracturamiento principalmente en el Paleozoico (Formación Cerro Prieto) y en el Cretáceo (Grupo Goyllarisquizga) hace de estas unidades estratigráficas con buenas posibilidades para el almacenamiento de hidrocarburos, siendo en la parte más septentrional de la región la Formación Verdún con porosidad primaria como buena posibilidad como roca reservorio.

Referencias

Baldock, J. 1977. Geología de los cuadrángulos de Olmos y Pomahuaca, Norte del Perú. INGEMMET, Informe interno.

- Cobbing, E.J., Pitcher, W.S., Wilson, J., Baldock, J., McCourt, W., Snelling, N.J. 1981. Estudio geológico de la Cordillera Occidental del norte del Perú. Boletín del INGEMMET, Serie D, v. 10, 252 p.
- Dunbar, R.B., Marty, R.C., Baker, P.A. 1990. Cenozoic marine sedimentation in the Sechura and Pisco basins, Peru. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 77, p. 235-261.
- Fischer, A.G. 1956. Desarrollo geológico del noroeste peruano durante el Mesozoico. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, v. 30, p. 177-190.
- Jaillard, E. 1990. Evolución de la margen andina en el norte del Perú desde el Aptiano superior hasta el Senoniano. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, v. 81, p. 3-13.
- Jenkyns, H.C., 1980. Cretaceous anoxic events: From continents to oceans. *Journal of the Geological Society [London]*, v. 137, p. 171-188.
- Loughman, D.L., Hallam, A. 1982. A facies analysis of the Pucará Group (Norian to Toarcian carbonates, organic-rich shales and phosphates) of central and northern Peru. *Sedimentary Geology*, v. 32, p. 161-194.
- Martínez, M.V. 1970. Montañas de Amotape y posible origen del petróleo en rocas paleozoicas del Noroeste del Perú. I Congreso Latinoamericano de Geología, Lima, v. II, p. 105-132.
- Mourier, T. 1988. La transition entre Andes marginales et Andes cordilléennes à ophiolites: Evolution sédimentaire, magmatique et structurale du relais de Huancabamba (3°-8°S, Nord-Pérou - Sud-Equateur). Tesis doctorale, Université Paris XI, 275 p.
- Navarro, J.P., Jaimes, F., Santos, A., Alván, A. 2010. La Formación Sávila en el noroeste de Perú: equivalente occidental de la Formación Condorsinga, nuevos registros estratigráficos del Toarciano. XV Congreso Peruano de Geología, 4 p.
- Pardo, A., Sanz, V. 1979. Estratigrafía del curso medio del Río La Leche. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, v. 60, p. 251-266.
- Reyes, L., Caldas, J. 1987. Geología de los cuadrángulos de Las Playas, La Tina, Las Lomas, Ayabaca, San Antonio, Chulucanas, Morropón, Huancabamba, Olmos, y Pomahuaca. Boletín del INGEMMET, Serie A: Carta Geológica Nacional, v. 39, 83 p.
- Rosas, S., Fontboté, C. 1995. Evolución sedimentológica del Grupo Pucará (Triásico Superior - Jurásico Inferior) en un perfil SW-NE en el centro del Perú. Sociedad Geológica del Perú, Volumen Jubilar Alberto Benavides, p. 279-309.
- Steinmann, G. 1929. *Geologie von Peru*. Karl Winter, Heidelberg, 448 p.
- Wilson, J.J. 1984. Geología de los cuadrángulos de Pacasmayo, Chepén, Chiclayo, Chongoyape, Chota, Jayanca, Incahuasi, y Cutervo. Boletín del INGEMMET, Serie A: Carta Geológica Nacional, v. 38, 108 p.