

# PRIMER REGISTRO DE PLESIOSAURIO ELASMOSÁURIDO (SAUROPTERYGIA: PLESIOSAURIA) EN ESTRATOS DE FORMACIÓN LA HERRADURA, CRETÁCICO INFERIOR, MORRO SOLAR, LIMA

Iván MEZA-VÉLEZ

## INTRODUCCIÓN

Los plesiosaurios son un grupo monofilético de reptiles diápsidos del Mesozoico altamente adaptados a la locomoción submarina, que se caracterizan por tener extremidades modificadas en forma de aletas, poseer cuellos generalmente largos (O'Keefe 2001, Otero *et al.* 2015a) y cráneos usualmente pequeños (Brown 1981). Plesiosauria es un clado que evolucionó del grupo Sauropterygia a fines del Triásico (Rieppel 2000, Taylor & Cruickshank 1993), siendo el grupo más derivado dentro de los Sauropterygia (Rieppel 2000; O'Keefe 2001, 2002, 2004), y se diversificó durante el Jurásico y el Cretácico hasta la extinción masiva de este periodo (Romer 1966). Tradicionalmente se divide en dos superfamilias: Plesiosauroidea, que presenta cabeza pequeña y cuello largo; y Pliosauroidae, caracterizada por una cabeza más grande y cuello corto (Persson 1963, Brown 1981, O'Keefe 2002). A su vez, Plesiosauroidea contiene tres familias: Plesiosauridae, Cryptoclididae y Elasmosauridae (Brown 1981, Brown & Cruickshank 1994). Este clado, de exitosos reptiles marinos, habitó los mares de todo el mundo, incluyendo la Antártida (Gasparini *et al.* 1984); sin embargo, la mayor cantidad y diversidad de plesiosaurios cretácicos provienen de América del Norte (Bakker 1993). En América del Sur hay registros en Colombia, Venezuela, Brasil, Chile y Argentina (Gasparini & Fuente 2000); sin embargo, en Perú los restos son casi nulos y no hay registros en revistas especializadas. Los registros de plesiosaurios cretácicos de Chile serían importantes para la identificación del plesiosaurio del Morro Solar, debido a la proximidad de sus costas; sin embargo, no hay registros de restos de plesiosaurios en el Cretácico inferior en Chile (Otero *et al.* 2015a). Los registros geográficamente más próximos se conocen en el Barremiano y Aptiano de Colombia (Hampe 1992, 2005), pero son de la superfamilia Pliosauroidae.

## CONTEXTO GEOLÓGICO Y FAUNA

El Morro Solar constituye un promontorio de 281 m

de altura situado al sur de la población de Chorrillos, Provincia de Lima, ocupa un área de 7,48 km<sup>2</sup>, estando constituido de una secuencia sedimentaria de 450 m de potencia, integrada por cuarcitas, lutitas y areniscas del Cretácico inferior, pisos Valanginiano-Hauteriviano (Fernandez Concha 1958). Los estratos que afloran en el Morro Solar se pueden subdividir en: Formación Marcavilca, Formación La Herradura y Formación Salto del Fraile (Fernandez Concha 1958). El plesiosaurio del Morro Solar fue encontrado en estratos de lutitas negras de La Formación La Herradura, miembro La Herradura. Esta Formación aflora en la parte central del macizo y se subdivide en dos miembros: La Virgen y La Herradura. El miembro La Virgen se compone de lutitas brunas y negras con estratificación muy fina; mientras que el miembro La Herradura está constituido de tres unidades litológicas: areniscas, lutitas y calizas (Fernandez Concha 1958). La fauna registrada en la Formación La Herradura comprende: *Raimondicerias raimondii*, *Raimondicerias pfluckeri*, *Lissonia riveroi*, *Favrella lorensis* y *Argentiniceras pardoii*, de la clase Cephalopoda; *Buchotrigonia paradisensis* y *Anditrigonia lorenti*, de la clase Bivalvia (Romero *et al.* 1995). No hay antecedentes de reptiles marinos en el Morro Solar.

## SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

CLASE Reptilia Linnaeus, 1758

SUBCLASE Sauropterygia Owen, 1860

ORDEN Plesiosauria de Blainville, 1835

SUPERFAMILIA Plesiosauroidea (Gray, 1825)  
sensu Welles, 1943

FAMILIA Elasmosauridae Cope, 1869

Elasmosauridae gen. et sp. indet. (fig. 1 y 2)

## MATERIAL Y RESULTADOS

**Material: MUSM3735.** El plesiosaurio del Morro Solar fue descubierto por Manuel Rojas Aquije e Iván Meza

Vélez el 10 de diciembre del 2000, forma parte de la colección del Departamento de Paleontología de Vertebrados del Museo de Historia Natural de la UNMSM. **Propodio** (fig. 1). Descripción: se conservó el extremo proximal con gran parte de la diáfisis, es robusto de 380 mm de longitud (capítulo y columna), con una columna bien conservada de 90 mm de ancho en el cuello y 335 mm de perímetro del capítulo. El capítulo es fuertemente convexo y asimétrico. La sección transversal de la columna es subelíptica; tanto el capítulo como la columna están bien conservados. El extremo distal expandido se ha perdido. El propodio no es tan expandido distalmente y tiene la columna grácil, características que no corresponden a un húmero de Elasmosauridae, que es muy ancho distalmente con respecto a la longitud del hueso (Gasparini & Salcedo 2000). La gracilidad y la menor expansión distal del fémur para la familia Elasmosauridae fueron observadas por Welles (1943, 1952, 1962). El extremo proximal presenta un proceso que tiene afinidad con el trocánter del fémur, que es dorsal (Welles 1943, O'Keefe 2001). A pesar de que una de las características de los propodios de los plesiosaurios, que hace difícil distinguir entre húmero y fémur, es la simplificación de los accidentes anatómicos y la pérdida de fuertes asimetrías que poseen otros tetrápodos (O'Gorman 2013), se propone que el propodio en estudio presenta más afinidades con un fémur. **Ilium** (fig. 2). Descripción: se conserva la mitad del extremo proximal, con parte del capítulo erosionado. La pieza es esbelta y la parte medial del cuerpo es recurvada. La superficie dorsal proximal está erosionada. Medidas: largo: 63 mm, ancho del cuello: 55 mm. El ilium de MUSM3735 es muy similar al ilium del Elasmosauridae gen. et sp. indet. SGO.PV.6506.A (fig. 8, E y F, Otero *et al.* 2014). **Vértebra caudal** (fig. 2). Descripción: se conserva cerca de la mitad del cuerpo, una cara articular es plana y la otra ligeramente cóncava. Medidas: ancho: 68 mm y largo: 34 mm. La cara articular plana es compatible con las vértebras caudales planas descritas para la familia Elasmosauridae por Gasparini & Salcedo (2000), preserva una prominente faceta compatible con una parapófisis fuertemente proyectada lateralmente hacia el centro del cuerpo vertebral, cuya función es la articulación de la costilla; características afines con la descripción de una vértebra caudal de Elasmosauridae por Brown (1981) y Gasparini & Goñi (1985). **Vértebra C** (fig. 2): vértebra no identificada. Descripción: anficélica, con fragmentos incompletos de vértebra alterada. Medidas: ancho: 64 mm, alto: 53 mm, largo: 33 mm. **Vértebra D** (fig. 2): vértebra no identificada. Descripción: anficélica, con el cuerpo vertebral casi completo y fragmentado. Medidas: ancho: 64 mm, alto: 57 mm, largo: 27 mm. Las Vértebras C y D no presentan asimetría marcada en las caras articulares ni vestigios del arco neural, por lo que no es posible determinar la orientación.

Tampoco presentan cara articular bilobada, característica de las vértebras cervicales de la sección media anterior y levemente de la posterior de los Elasmosauridae (O'Gorman 2013). Se descarta que sean vértebras cervicales. Por el tamaño pequeño es improbable que sean vértebras dorsales o sacras, cuyas mediciones y gráficos para diversos ejemplares de Elasmosauridae registró O'Gorman (2013).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los elementos propodiales en la familia Pliosauridae, la única de la superfamilia Pliosauroidae, primitivamente son más largos que anchos y en las formas avanzadas se van haciendo más anchos que largos (Brown 1981), característica que no corresponde, o en todo caso débilmente, con el fémur de MUSM3735 y su nivel estratigráfico del Cretácico inferior. Dentro de la superfamilia Plesiosauroidae, en la familia Cryptoclididae los propodiales son más anchos que largos, indistintamente para fémur y húmero (Brown 1981), y la familia Plesiosauridae vivió solo en el Jurásico inferior (Brown 1981), lo que descartaría que el plesiosaurio del Morro Solar pertenezca a cualquiera de estas dos familias. Sin embargo, en la familia Elasmosauridae las vértebras no tienen una asimetría marcada en las caras articulares que permitan la orientación (O'Gorman 2013), característica que se observa en las vértebras del presente trabajo; así mismo, en Otero *et al.* (2015b) se describe un nuevo elasmosáurido (gen. et sp. indet.) del Cretácico tardío de la Patagonia de Chile en base a tres restos de vértebras caudales, de las cuales SGO.PV.6560a, preserva la mitad del centrum con sus proporciones, faceta y morfología muy similares a la vértebra caudal de MUSM3735. Además, los Elasmosauridae vivieron desde el Jurásico temprano hasta el Cretácico tardío (Brown 1981), incluyendo el nivel estratigráfico del plesiosaurio del Morro Solar. A pesar de que los restos hallados no poseen los principales caracteres diagnósticos de la familia, como dientes ornamentados con numerosas crestas longitudinales, un máximo de cinco pares de dientes premaxilares, cóndilo occipital formado solamente a partir del basioccipital, fila de dientes superiores de formas avanzadas caracterizadas por el desarrollo de dientes premaxilares agrandados (Brown 1981) y otras características craneales; el presente trabajo refiere los restos del Morro Solar a los Elasmosauridae, en base a características que en conjunto se observan típicamente en esta familia.

Finalmente, dado que no presentan afinidad con vértebras cervicales, dorsales o sacras, y por el menor tamaño respecto a la vértebra caudal de MUSM3735, en este trabajo se propone que las vértebras C y D son caudales de la región distal. Entonces, por la ubicación anatómica de los restos encontrados, se

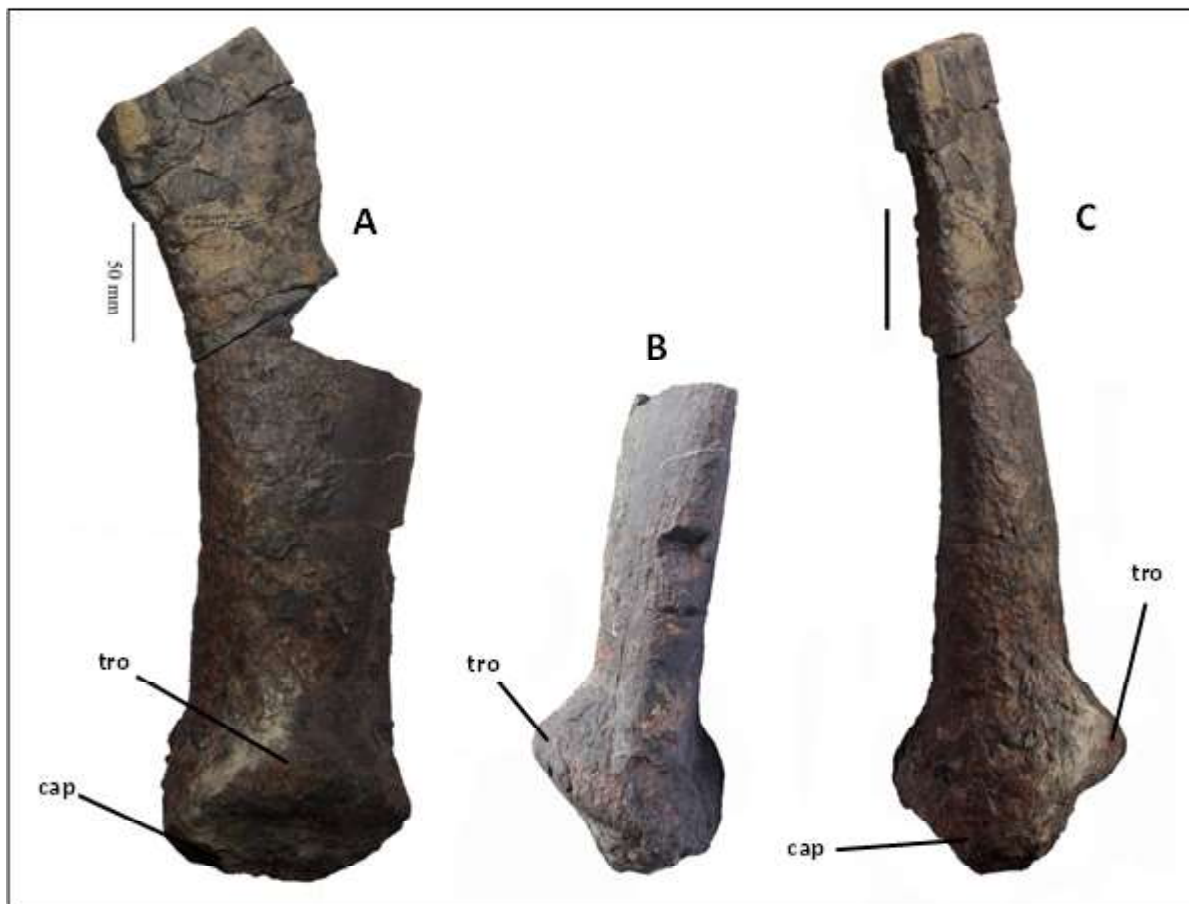


Figura 1. Elasmosauridae gen. et sp. indet. Fémur: A, vista dorsal; B y C, vistas laterales. Barra de escala = 50 mm

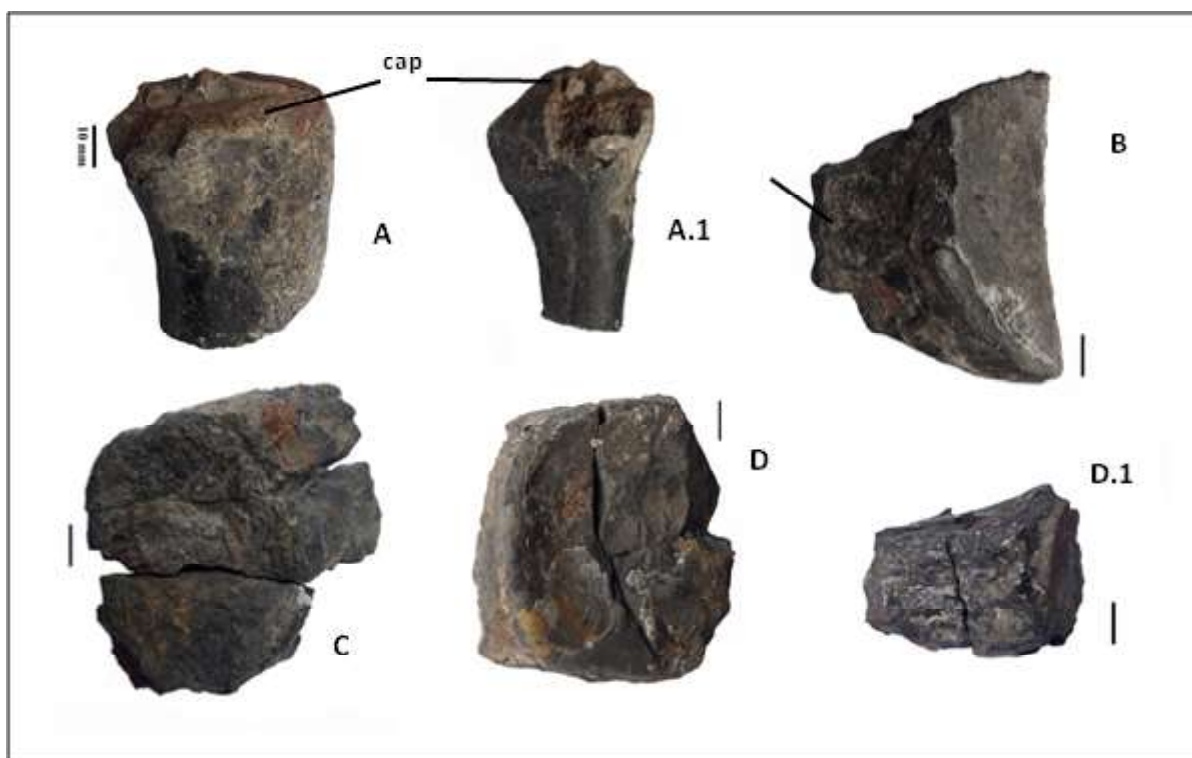


Figura 2 Elasmosauridae gen. et sp. indet. Ilium: A, fragmento de ilium en vista ventral; A.1, ilium en vista lateral. Vértebra caudal: B, fragmento de vertebra caudal en vista articular. Vértebra C: vértebra no identificada en vista articular. Vértebra D: vertebra no identificada en vista articular; D.1, en vista lateral. Barra de escala = 10 mm

puede afirmar que la parte del plesiosaurio del Morro Solar que afloraba en los estratos era la región pélvica y caudal.

## REFERENCIAS

- Bakker R. (1993). Plesiosaur extinction cycles. Events that mark the beginning, middle and end of the Cretaceous, en: W. G. E. Caldwell & E.G. Kauffman (eds.), *Evolution of the Western Interior Basin Geological Survey of Canada*, Special Paper 39, 641–664.
- Brown D.S. (1981). The English Late Jurassic Plesiosauroidea (Reptilia) and review of the phylogeny and classification of the Plesiosauria. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology* 4: 225–234.
- Brown D. S. & Cruickshank A.R.I. (1994). The skull of the Calovian Plesiosaur *Cryptoclidus eurymerus*, and the Sauropterygian cheek. *Palaeontology*, 37:941–953.
- Fernandez Concha J. (1958). Geología del Morro Solar. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú*, Tomo 33
- Gasparini Z., Del Valle R. & Goñi R. (1984). Un elasmosaurido (Reptilia, Plesiosauria) del Cretácico Superior de la Antártida. *Contribuciones del Instituto Antártico Argentino* 305: 1–24.
- Gasparini Z. & Goñi R. (1985). Los plesiosaurios cretácicos de América del Sur y del continente antártico. En: *Actas del VIII Congreso Brasileiro de Paleontología, Coletanea de Trabalhos Paleontológicos*, Serie Geologie. Río de Janeiro, 27: 55–63.
- Gasparini Z. & Salcedo L. (2000). Elasmosáuridos (Plesiosauria) del Cretácico Tardío del norte de Patagonia. *Revista española de paleontología*, 15(1), 13-21.
- Gasparini Z. & Fuente M. (2000). Tortugas y plesiosaurios de la formación La Colonia (Cretácico Superior) de Patagonia, Argentina. *Revista española de paleontología* 15(1), 23-25.
- Hampe O. (1992). Ein großwüchsiger Pliosauride (Reptilia: Plesiosauria) aus der Unterkreide (oberes Aptium) von Kolumbien. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 145: 1–32.
- Hampe O. (2015). Considerations on a *Brachauchenius* skeleton (Pliosauroida) from the lower Paja Formation (late Barremian) of Villa de Leyva area (Colombia). *Fossil Record* 8: 37–51.
- O’Gorman J.P. (2013). *Plesiosaurios del Cretácico Superior de Patagonia y la península Antártica*. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de la Plata. Tomo I: 356 p.; Tomo II: 171 p.
- O’Keefe F.R. (2001). A cladistic analysis and taxonomic revision of the Plesiosauria (Reptilia: Sauropterygia). *Acta Zoologica Fennica* 213: 1-63.
- O’Keefe F.R. (2002). The evolution and functional morphology of plesiosaur and pliosaur morphotypes in the Plesiosauria (Reptilia: Sauropterygia). *Paleobiology* 28(1).
- O’Keefe F.R. (2004). Preliminary description and phylogenetic position of a new plesiosaur (Reptilia: Sauropterygia) from the Toarcian of Holzmaden, Germany. *Journal of Paleontology* 78:973–988.
- Otero R., Soto-Acuña S., Vargas A. & Rubilar-Rogers D. (2014). A new postcranial skeleton of an elasmosaurid plesiosaur from the Upper Cretaceous of central Chile and reassessment of *Cimoliasaurus andium* Deecke. *Cretaceous Research* 50 (2014) 318-331.
- Otero R., Soto-Acuña S. & Rubilar-Rogers D. (2015a). *El registro fósil de plesiosaurios (Sauropterygia) en Chile*. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 63: 151-188 (2015).
- Otero R., Soto-Acuña S., Salazar C. & Oyarzún J.L. (2015b). New elasmosaurids (Sauropterygia, Plesiosauria) from the Late Cretaceous of the Magallanes Basin, Chilean Patagonia: Evidence of a faunal turnover during the Maastrichtian along the Weddellian Biogeographic Province. *Andean Geology* 42 (2): 237-267.
- Persson P. O. (1963). *A revision of the classification of the Plesiosauria with a synopsis of the stratigraphical and geographical distribution of the group*. Lunds Universitets Arsskrift. N. F. Avd. 2, 59(1):1–59.
- Rieppel O. (2000). Sauropterygia I. Placodontia, Pachypleurosauria, Nothosauroida, Pistosauroida. In: Kuhn, O. & Wellnhofer, P. (eds.), *Encyclopedia of paleoherpertology*, Part 12A: 1–134. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, Germany.
- Romer A. S. (1966). *Vertebrate paleontology*, 3d ed. University Chicago Press, Chicago.
- Romero L., Aldana M., Rangel C., Villavicencio E. & Ramírez J. (1995). Fauna y flora fósil del Perú. Boletín N°17, Serie D: Estudios especiales del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico-INGEMMET.
- Taylor M.A. & Cruickshank A.R.I. (1993). *A plesiosaur from the Linksfield erratic (Rhaetian, upper Triassic) near Elgin, Morayshire*. Scottish J. Geol. 29: 191–196.
- Welles S.P. (1943). Elasmosaurid plesiosaurs with description of new material from California and Colorado. *Memoirs of the University of California* 13: 125–254.
- Welles S.P. (1952). *A Review of the North American Cretaceous Elasmosaurs*. University of California. Publications in Geological Sciences 29: 47–144.
- Welles S.P. (1962). A New Species of Elasmosaur from the Aptian of Colombia and a review of the Cretaceous plesiosaurs. University of California. Publications in Geological Sciences 44: 1–96.