

COMUNICACIÓN

LAS SUPERFICIES DE EROSIÓN EN LAS SIERRAS PAMPEANAS DE CÓRDOBA: ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE SU GÉNESIS

Carlos A BELTRAMONE

Centro de la Región Semiárida - CONICET, Ambrosio Olmos 1144, Córdoba. E-mail: carlosbeltramone@arnet.com.ar

RESUMEN

Las Sierras Pampeanas de Córdoba constituyen parte de la unidad morfoestructural Sierras Pampeanas Orientales. Se considera la existencia de una sola superficie de erosión, preservada en diferentes posiciones topográficas. Escarpas de fallas limitan las superficies de erosión reconocidas. No fueron reconocidos signos que evidencien el proceso de pedimentación en su base, ni profundos perfiles de meteorización (saprolite). Se consideran a esta superficie como una peneplanicie formada durante el Paleozoico y posteriormente desmembrada por los movimientos tectónicos que dieron lugar a la formación de las sierras de Córdoba

Palabras clave: *Superficies de erosión, peneplanicies, pediplanicies, Sierras Pampeanas, Córdoba.*

ABSTRACT: *The erosional surfaces in the Sierras Pampeanas of Córdoba: some considerations on their genesis.* The Sierras Pampeanas of Córdoba (Argentina) constitute part of the morphostructural eastern Sierras Pampeanas. The planation surface is preserved at different elevations of the mountain. Fault escarpments that displace the surface are recognized. There is no evidence of pediplanation at the base of the profound weathering profile (saprolite). A planation surface (peneplain) formed during the Paleozoic, shows evidence of tectonic movements that affected the Sierras at the Miocene and Plio-Pleistocene.

Keywords: *Planation surface, peneplain, pediplain, Sierras Pampeanas, Córdoba.*

INTRODUCCIÓN

Las Sierras Pampeanas de Córdoba constituyen parte de la unidad morfoestructural Sierras Pampeanas Orientales, y se encuentran ubicadas entre los 29°00' y los 33°30' de latitud sur y los 64°00' y 65°30' de longitud oeste (Fig. 1a). Están formadas por tres cordones principales; a oriente las sierras Chicas, del Norte, Pajarillo-Copacabana y de Las Peñas; en el sector central la sierras Grandes y de Comechingones, y a occidente las sierras de Pocho, Serrezuela y de Guasapampa, constituidas por rocas metamórficas de edad precámbrica a paleozoica inferior y granitoides paleozoicos, de dimensiones batolíticas y sedimentitas mesozoicas (Gordillo *et al.* 1979). Estos cordones se hallan a su vez separados entre sí por sedimentos intermontanos cenozoicos.

En el sector oriental del área producto de una actividad volcánica explosiva se iniciaron efusiones andesíticas asociadas a depósitos de materiales piroclásticos los que cubrieron en parte la antigua planicie de la Pampa de Pocho y la sierra de Guasapampa (Olsacher 1960).

El relieve de la región está controlado principalmente por la constitución litológica y por la estructura, de carácter policíclico, destacándose tres ambientes geomorfológicos particulares; el primero representado por un paisaje de tipo tectónico, caracterizado por bloques de montañas separados por cuencas longitudinales del tipo "*basin and range landscape*", el segundo por geofor-mas de origen volcánico, constituido por restos de aparatos volcánicos como los volcanes de Pocho, y el tercer tipo de relieve por geofor-mas erosivas y de acumulación formadas en varias fases derivadas principalmente de los procesos fluviales y de remoción en masa.

Un rasgo destacable en las sierras de Córdoba es la presencia de una superficie de erosión conservada en la cima de las serranías, conocidas como pampas de alturas. En este trabajo se dan a conocer algunas consideraciones sobre la génesis estas superficies de erosión, basadas en observaciones de campo, interpretación de fotografías aéreas, imágenes satelitarias, como un aporte más al estudio sobre la geomorfología de las sierras de Córdoba.

LAS SUPERFICIES DE EROSIÓN

En las Sierras Pampeanas de Córdoba pueden distinguirse dos grupos de formas de erosión; las relacionadas con los restos de una superficie de erosión o nivel de erosión antiguo y las que responden a la red fluvial actual. Las primeras conocidas como pampas de altura son las que se analizarán en este trabajo, ya que hay grandes controversias sobre su origen y edad.

a) Ubicación y características

Se pueden reunir para su estudio las siguientes formas (Fig.1b).

1) *Superficie de erosión de las sierras Grande y Comechingones:* esta superficie de erosión está preservada como un conjunto de remanentes en varios niveles topográficos siendo los principales los de Pampa de Achala-San Mateo (1.900 y 2.100 m s.n.m.). Hacia el norte se encuentra el nivel conocido como Pampa de San Luis, ubicado ente 1.650 m s.n.m. y entre los 900 y 1.200 m s.n.m. se encuentra el nivel Pampa de Olaen-La

Pampita.

2) *Superficie de erosión de la sierra Chica*: en este sector la conservación de la superficie de erosión se restringe principalmente a la uniformidad de cumbres. Sin embargo, la paleosuperficie aparece en dos niveles; el de La Pampilla ubicado entre los 1.450-1.500 m s.n.m, y el del cerro El Cuadrado entre los 1.200-1.300 m s.n.m.

3) Superficie de la sierra de Pocho: Está dada por una planicie conocida toponímicamente como Pampa de Pocho entre los 1.150 y 900 m s.n.m.

Por último, existen otros indicios de superficies similares a las descritas, en las sierras de Las Peñas, Sauce Punco y de San Pedro Norte, las que se hacen difíciles de cartografiar por sus dimensiones o por su posición topográfica.

b) Modelo conceptual sobre su desarrollo

Estas superficies son consideradas por la mayoría de los autores como de erosión. Existen diversas opiniones en cuanto a su génesis y edad, siendo los modelos conceptuales propuestos por Davis (1899) y King (1953) los de mayor aceptación (Fig. 1c).

Las primeras investigaciones sobre el tema pertenecientes a Beder (1916), Rassmuss (1926), Rimann (1926), Schmieder (1921) y González Díaz (1981), entre otros, adhirieron al modelo de peneplanicie en sentido davisiano, el cual partía de un largo periodo de calma tectónica, que asociado a los procesos erosivos subaéreos reduciría la topografía a una superficie casi llana o peneplanicie, considerando a la erosión fluvial como el proceso normal desarrollado en forma permanente. Carignano *et al.* (1999) marcaron un cambio sustancial en cuanto al estudio de estas paleosuperficies y propusieron el desarrollo de un modelo poligénico para su formación destacando la presencia de un nivel correspondiente a una *etchplain* de edad jurásica. Además describen tres niveles de *pediplains* (King 1953) de edades más jóvenes, comprendidas entre el Cretácico y el Paleoceno. Este último modelo se basa en la acción de procesos erosivos sobre un frente montañoso que da lugar a una llanura de pedimento (*pediplain*), desarrollada a consecuencia del retroceso

del frente de una escarpa y de la coalescencia de superficies pedimentadas. Se sugiere como una hipótesis a desarrollar introducir el modelo desarrollado por Wayland (1934) de planicie grabada. Esta hipótesis se fundamenta a partir de la erosión de una superficie rocosa profundamente saprolitizada y meteorizada, de acuerdo a lo propuesto de Rabassa et al. (1996), quien reconoció en las pampas de Achala y San Luis profundos perfiles de meteorización.

c) Discusión

Sobre esa base se puede resaltar que hay diversas opiniones entre diversos autores en cuanto a la génesis, (*penplain, pediplain y etchplain*), edad y número de superficies de erosión. A continuación se presentarán consideraciones fundadas en la observación de estas superficies:

a) De acuerdo a los perfiles geológicos de Gross (1948) y Olsacher (1972), los que fueron interpretados con sentido geomorfológico para el área que abarca a las sierras Grande, Chica y de Pocho (Fig.1d), se muestra que las superficies de erosión sólo cortan a rocas metamórficas y graníticas del Paleozoico inferior y están cubiertas en forma saltuaria por sedimentos y material piroclástico meso-cenozoico. En la sierra de Sauce Punco la superficie de erosión trunca a gneises y esquistos y mientras que en la de San Pedro se halla elaborada en rocas graníticas. Methol (1958) mencionó para en la región de Punta del Monte la existencia de una semillanura elaborada en rocas metamórficas. En la sierra de Las Peñas, como en los casos anteriores esta superficie se halla elaborada sobre rocas del basamento cristalino que en sectores se halla cubierta por sedimentos modernos.

b) En el área de estudio y a diferencia de las superficies desarrolladas en áreas cratónicas estudiadas en África por Partridge y Maud (1987) y Wayland (1934), no se ha observado el desarrollo sobre ellas de una superficie rocosa de saprolito o de profundos perfiles de meteorización que se extienden hacia abajo varios metros, como los expuestos por Rabassa et al. (1996) para niveles de las pampas de Achala y de San Luis, cuyas características prueban la formación de una paleosuperficie llana que avala un periodo

bioclimático de biostasia, y posterior rebajamiento de la superficie terrestre debido a la acción de una erosión continua en periodo de rextasia, que favorecieran el desarrollo de una antigua y extensa paleosuperficie grabada (*etchplain*).

La presencia de caolín debido a la alteración de la roca granítica en la cabecera del río Yatán y al sur de puesto Guzmán, puede interpretarse como un producto de meteorización química, aunque algunos trabajos geológicos hacen referencia a una génesis hidrotermal (Olsacher 1972).

En la actualidad para estos niveles predomina el proceso de arenización producto de la descomposición de las rocas graníticas por efecto del proceso de meteorización física.

c) De acuerdo con las observaciones realizadas en el campo y en las fotografías aéreas, se pudo comprobar que en la base de las escarpas asociadas a la dislocación de las superficies en el cordón central o de la sierra Grande no han sido reconocido elementos morfológicos tales como engolfamientos, cubiertas detriticas en tránsito, canales (*rill-wash*), etc., que evidencien la actuación de procesos de pedimentación y su coalescencia para formar una llanura de pedimento, por lo que se hace difícil de sostener como argumento general un origen erosivo para el talud que separan los distintos niveles de erosión.

d) Los perfiles topográficos indican que el levantamiento de la peneplanicie fue en forma de un bloque basculado hacia el este a partir del desplazamiento sufrido por la actividad de la falla principal de la Sierra Grande (Olsacher 1960) la que margina a oriente a la paleosuperficie, de tal modo que entre la parte occidental y oriental se generó una diferencia de altura de unos 250 metros aproximadamente. Este basculamiento al este se lo puede identificar en la dirección de los ríos Yatan, Icho Cruz y Cajón, y en la acumulación preferencial de la sedimentación correlativa en las Formaciones Cosquín y Casa Grande en la depresión tectónica de Punilla.

Dentro del complejo montañoso de la sierra Grande es donde mejor se puede observar la planicie distribuida en distintos niveles topográficos. Tal situación está relacionada a dos líneas tectónicas principales representadas por dislocaciones escalonadas.

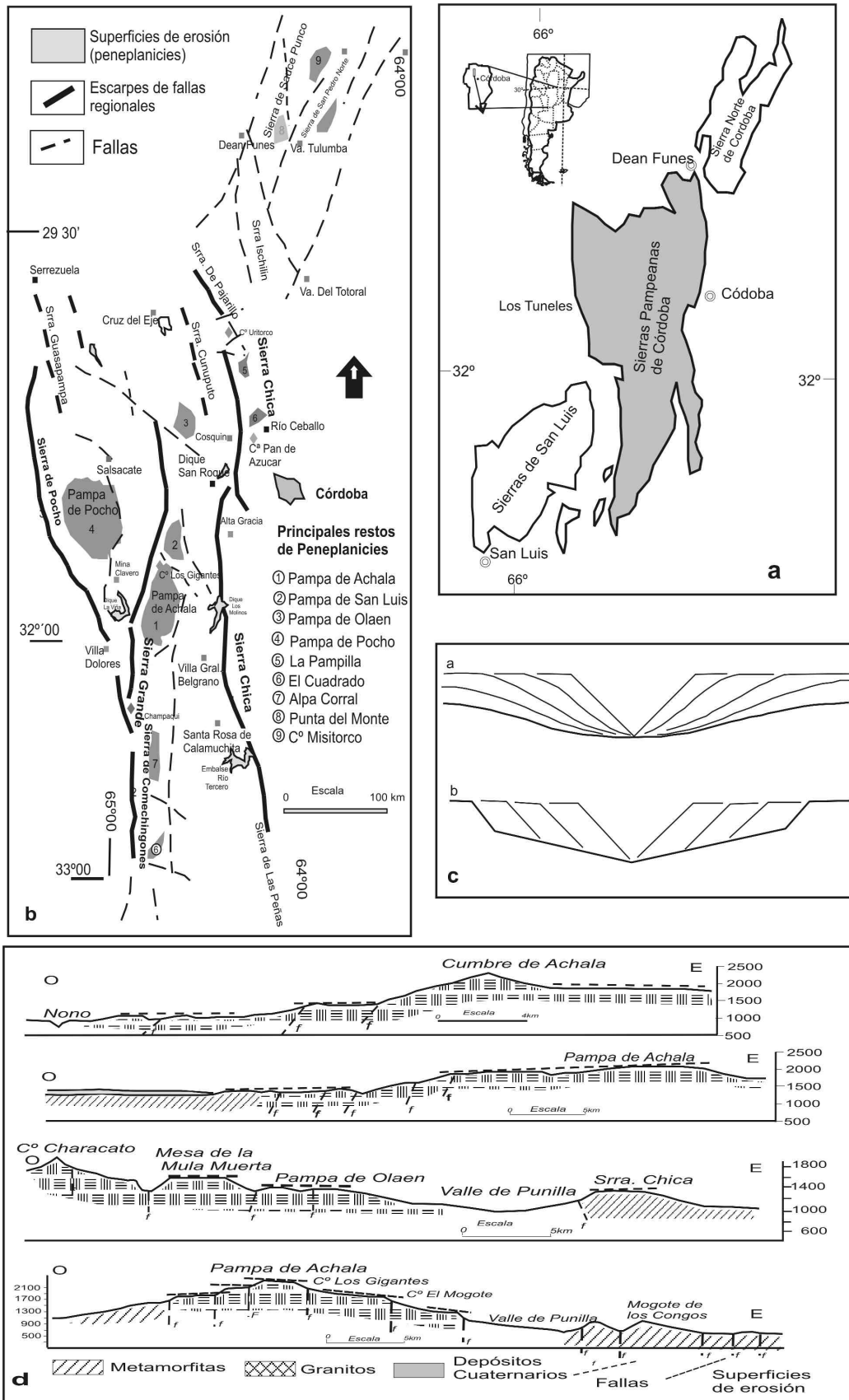


Figura 1: a) Localización del área; b) Principales remanentes de peneplancias; c) Modelo de desarrollo: a) según Davis (1889) y b) según King (1953); d) Perfiles geológicos y traza de la peneplanicie.

La dislocación más importante está dada por el escalón tectónico que separa el nivel de pampa de Achala (2.100 m s.n.m) con el nivel de pampa de San Luis (1.600 m s.n.m.) correspondiente a la falla inversa Los Gigantes-Copina de rumbo general NO (Olsacher 1960, Bonalumi *et al.* 1998). La evidencia de esta falla está dada por la presencia de fajas milonizadas rojizas a lo largo del escalón en las proximidades del cerro Los Gigantes que pueden relacionar con el escalón tectónico denominado por Gross (1948) como escarpa El Pircado-Los Gigantes-Copina. Hacia el noreste y separada del segundo nivel por el escalón tectónico correspondiente a la falla de Characato-Oro Grueso (Gross 1948) y de otras dislocaciones menores de rumbo submeridiano, se encuentran los niveles de La Pampita, Puesto La Ensenada y Pampa de Olaén ubicados entre los 900 y 1.100 m s.n.m. correspondientes al tercer nivel reconocido en el bloque central. Otra consideración que podría avalar el origen tectónico y no erosivo de estas escarpas es que los principales restos de erosión (*monadnocks*), como el caso de los cerros Los Gigantes, La Cruz, Malambo, Uritorco y Pan de Azúcar, están vinculados en forma directa a estructuras falladas.

e) En cuanto a su edad, no se han observado el desarrollo de suelos poligénicos contemporáneos a la formación de la peneplanicie o algún otro elemento datable, que pueda aportar información para la reconstrucción de las condiciones climáticas y topográficas pasadas y que atestigüen una edad para la misma. Solo hay evidencia que la penillanura fue elaborada entre dos eventos geológicos, dados por el emplazamiento del zócalo cristalino sepultado por la sedimentación continental triásica-cretácica, posteriormente exhumada y fragmentada por una fase tectónica correspondiente al ciclo ándico, por lo que dicha superficie podría considerarse precretácica, o como máximo de un periodo anterior al basculamiento.

RESULTADOS

Debido a la gran diferencia de opinión que hay entre los distintos autores se enunciarán ciertos principios para aclarar su origen:

- Al no haber observado la presencia de

profundos perfiles de meteorización ni la presencia de roca saprolitizada, que permita la reconstrucción de una superficie plana no es posible considerar para la formación de esta planicie el modelo de *etchplain* y por ende la presencia de *etchplain scarp* que sirven de separación entre dos niveles de planicies.

- Al no existir evidencias de pedimentación en la base de los escarpes o su coalescencia en su parte distal, se hace difícil sostener la formación de una llanura de pedimentos (*pediplain*) para la formación de los distintos niveles de la paleosuperficie.

- Las escarpas que limitan los distintos niveles topográficos de la paleosuperficie están relacionadas con fallas por lo que se descarta su origen erosivo y por ende la formación de un *pediplain*.

- El buen grado de conservación actual que guarda la peneplanicie en el bloque central es debido a que ha sido elaborada sobre rocas resistentes lo que favoreció su permanencia luego de los distintos ciclos de exhumación plio-pleistocenos.

- Al no tener elemento datable, se hace difícil determinar la edad real o comparativa de esta superficie desmembrada y ubicada en distintas posiciones topográficas y por lo tanto es arriesgado correlacionar a estas peneplanicies con otras existentes en distintas unidades morfoestructurales.

CONCLUSIONES

Por lo expuesto anteriormente se puede concluir en que la interpretación de estas paleosuperficies topográficas elevadas se correspondan a una antigua peneplanicie prejurásica (*old-from-birth-peneplain*, Davis 1922) de extensión regional, la que ha sido sepultada bajo sedimentos cretácicos -tal lo observado en el paraje La Pampilla- y posteriormente exhumada y disectada, dando lugar a la formación de un paisaje resurrecto, cuya continuidad física se ve desmembrada por los diferentes eventos tectónicos correspondientes a la orogenia andina (Groeber 1951), instalando un nuevo ciclo erosivo y encajonando los ríos de actual configuración de la red fluvial. Fundamentan la propuesta de una peneplanicie en sentido de ciclo de erosión como el propuesto por Davis (1922) los siguientes criterios:

- Concordancia de cumbres en las sierras Chicas y Grandes,

- Truncamiento de diferentes estructuras y composición litológica, tales como las rocas metamórficas e intrusiones postmetamórficas, de composición granítica correspondientes al basamento cristalino.

- Remanentes de erosión de tipo *monadnocks* (cerros Los Gigantes, La Cruz, Uritorco y Pan de Azúcar) asociados a estructuras de fallas,

- Valles que muestran interrupciones en sus perfiles, como aquellos pertenecientes a las cuencas de ríos que tienen sus nacientes en la pampa de Achala (Icho Cruz, Malambo, Cajón y Yuspe). Estos ríos tienen sus nacientes sobre el relieve maduro de la superficie de erosión (peneplanicie) y su red de drenaje muestra un condición grosera con valles anchos y planos, el rejuvenecimiento se da en los bordes del bloque exhumado, - allí donde la acción fluvial fue muy activa- se refleja en el grado de disección.

- Por último, si bien no se puede hacer un pronunciamiento definitivo, estos argumentos pueden aclarar en algo la formación de esta antigua paleosuperficie.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Beder, R. 1916. Estudios Geológicos e hidrológicos en los alrededores de Villa Dolores. Dirección Nacional de Minería Geología e Hidrológica, Boletín 14: 1-26.
- Bonalumi, A., Martino, R., Baldo, E., Zarco, J., Sfragulla, J., Carignano, C., Kraemer, P., Escayola, M. y Tauber, A. 1998. Hoja Geológica 3166IV, Villa Dolores. Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 20
- Davis, W.M. 1899. The geographical cycle. *Geographic Journal* 14: 481-504
- Davis, W.M. 1922. Peneplains and the geographical cycle. *Geological Society of America, Bulletin* 23: 587-598.
- Carignano, C.A., Cioccale, M.A., y Rabassa, J. 1999. Landscapes antiquity of the Central Sierras Pampeanas (Argentina): Geomorphic evolution since the Gondwana times. *Zeitschrift für geomorphologie* 118: 245-268.
- Gonzalez Diaz, E. 1981. Geomorfología de la Provincia de San Luis. En Ramos, V.A. (ed.) *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de San Luis*, 8º Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 193- 236.

- Gordillo, C. y Lencinas, A. 1979. Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis. En Leanza, A.F. (ed.) Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, 1-39, Córdoba.
- Groeber, P. 1951. La Alta Cordillera entre las latitudes de 34° y 20°30'. Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Revista del Instituto Nacional de investigaciones de Ciencias Naturales (Ciencias Geológicas) 1(5): 1-352, Buenos Aires.
- Gross, W. 1948. Cuadro tectónico del Valle de Punilla. Revista de la Asociación Geológica Argentina. 3(2): 73-131.
- King, L.C. 1953. Cannons of landscape evolution. Geological Society of America, Bulletin 64(7): 721-752.
- Methol, E.J. 1958. Descripción Geológica de la Hoja 18i Dean Funes. Carta geológica económica de la Republica Argentina. Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín 88, Buenos Aires.
- Olsacher, J. 1960. Descripción Geológica de la Hoja 20h Los Gigantes, Provincia de Córdoba. Carta Geológica Económica de la Republica Argentina. Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín N° 90. Buenos Aires.
- Olsacher, J. 1972. Descripción Geológica de la Hoja 21h Cerro Champaqui. Carta Geológica Económica de la Republica Argentina. Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín 133, Buenos Aires.
- Partridge, T.C y Maud, R.R. 1987. Geomorphic evolution of southern Africa since the Mesozoic. South African Journal of Geology 90 (2): 179-208.
- Rabassa, J, Zárate, M., Ciocale, M., Carigniano, C., Partidde, T. y Maud, R. 1996. Paisajes redictuales Gonwánicos (Cretácicos-Paleoceno) en áreas cratónicas de Argentina. 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 4: 219.
- Rasmuss, J. 1916. Rasgos geológicos generales de las Sierras Pampeanas. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, Boletín 13 (serie B), Buenos Aires
- Rimann, H. 1926. Estudio geológico de la Sierra Chica entre Ongamira y Dolores. Boletín Academia Nacional de Ciencias 23: 129-202, Córdoba.
- Schmieder, O. 1921 Apunte Geomorfológico sobre la Sierra Grande de Córdoba. Boletín Academia Nacional de Ciencias de Córdoba 25: 181-204, Córdoba.
- Wayland, E.J. 1934. Peneplain and some erosional platforms. Geology Survey Uganda Anales, Bulletin: 77 -79.

Recibido: 20 de diciembre, 2006

Aceptado: 15 de abril, 2007