



EL PROMONTORIO ITÁ PYTÁ PUNTA: EL DESARROLLO TRUNCADO DE UN ARCO NATURAL EN UN PALEOACANTILADO DEL LITORAL MARÍTIMO EN ASUNCIÓN, PARAGUAY

THE ITÁ PYTÁ PUNTA PROMONTORY: THE TRUNCATED DEVELOPMENT OF A NATURAL ARC ON THE PALAEOCLIFF OF MARINE COAST IN ASUNCIÓN, PARAGUAY

MOISÉS GADEA^{1*}, CHRISTIAN COLMÁN¹, YENNIFER SARUBBI², MATÍAS TONDO³, PEDRO BENÍTEZ¹ & SERGIO D. RÍOS⁴

¹Departamento de Geología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-Universidad Nacional de Asunción (UNA). *Email: moi7moses@yahoo.com

²Proyecto Paisajes Gondwánicos del Paraguay Oriental. PINV15-766. FACEN-CONACYT.

³Geólogo consultor independiente.

⁴Departamento de Arqueología y Paleontología. Secretaría Nacional de Cultura.

Resumen.- Se propone que en el acantilado constituido por areniscas rojas de la Formación Itá Pytá Punta, el cabo del mismo nombre, es un arco marino con modelado incipiente por el mar Chaqueño e inconcluso en su evolución por la regresión del mismo durante el Mioceno Superior-Plioceno Inferior

Palabras Clave: cabo Itá Pytá Punta, arco natural, mar chaqueño, formación Itá Pytá Punta, acantilado.

Abstract.- It is proposed that on the cliff composed of red sandstones of Formación Itá Pytá Punta, the cape with the same name, is a marine arc with incipient modeling by the Chaqueño sea and unfinished on its evolution since its retreat during the Upper Miocene-Lower Pliocene.

Key Words: cape Itá Pytá Punta, natural arc, chacoan sea, Itá Pytá Punta formation, cliff.

Uno de los elementos más llamativos de la ciudad de Asunción, Paraguay, en términos geomorfológicos, es el barranco de Itá Pytá Punta, también referido como Itapytapunta en la literatura (Gómez Duarte, 1991). En el idioma autóctono, Itá Pytá Punta significa “extremo de la roca roja” o “punta de la roca roja”. Este apelativo resulta bastante descriptivo en virtud de su disposición espacial en forma de saliente, o promontorio/cabo.

Félix de Azara (1904) en sus exploraciones por el río Paraguay menciona el hallazgo de “una punta de piedra que saliendo de la costa derecha atraviesa la mitad de la anchura del río (...) y también dijo en ese mismo trabajo: desde la Ciudad demora la punta de Yta-puytá (ita-piedra, puytá-colorada, roja) situada al E. del Río Paraguay”.

Gómez Duarte (1991) investigó el lugar desde un enfoque litoestratigráfico. Describió

a éstas rocas como areniscas rojas que se sitúan en el sustrato de la Ciudad Capital. Luego Bosio (2008) estudió estas rocas en virtud de sus propiedades geomecánicas, considerando la construcción de futuras obras civiles, por su carácter geográficamente recurrente en Asunción y alrededores.

No se conocen reportes de levantamientos geológicos del acantilado como tal, ni descripciones geomorfológicas o alguna hipótesis acerca de su génesis. Tal vez éste sea el primer trabajo en ese sentido.

El presente trabajo tiene como objetivos realizar una descripción geológica y geomorfológica del promontorio, y por medio de interpretaciones proponer un origen probable del mismo. La investigación se lleva a cabo recurriendo a una revisión bibliográfica, visita al lugar para reconocimiento general y ejecución de mediciones estructurales.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Situación Geográfica

El barranco motivo de este estudio se localiza en el litoral occidental del río Paraguay en el homónimo barrio de la ciudad de Asunción, según las coordenadas geográficas -25.281905° ; -57.665867° (Figuras 1 y 2).

Geología

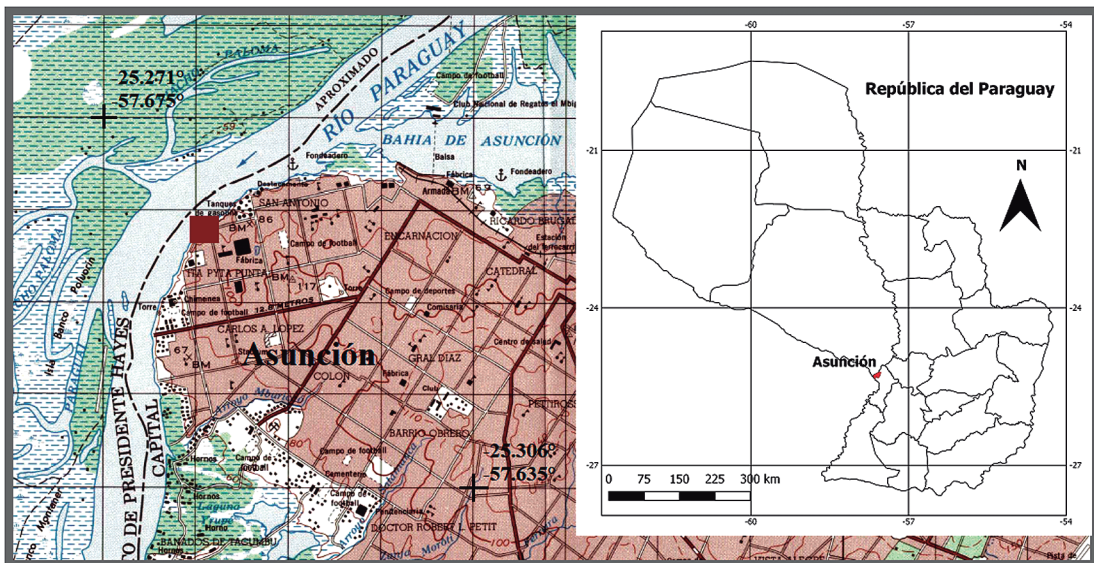
El acantilado está compuesto por areniscas rojas, ortocuarcitas rojizas y masivas, friables que recubren los sedimentos más antiguos del Grupo Asunción y que fueron datados como del Cretácico Superior-Cenozoico Inferior (Gómez Duarte, 1991). La mayoría de los edificios y viviendas en Asunción se asientan sobre estas areniscas, y al macizo rocoso en Itá Pytã Punta se lo asigna como localidad tipo de la unidad geológica “Formación Itá Pytã Punta”.

Se reconoce en el lugar la presencia de una intrusión ígnea en forma de filón/capa en la arenisca Itá Pytã Punta (y por ende más joven que ésta) completamente meteorizada a una arcillita de color liláceo. En dicho material se

observan fenocristales alterados en una matriz afanítica, con venillas de ceolitas alineadas en forma de juntas separadas. Se lo asume como una apófisis magmática de un cuerpo ígneo mayor y cercano que corresponde a la Provincia Alcalina de Asunción.

El emplazamiento de dicho dique, cuyo ancho mide casi 90 centímetros, se alinea aproximadamente según el eje E-W, casi paralelo al eje máximo del cabo, que se dispone en sentido OSO-ENE. Además, se inclina levemente con respecto a la vertical con un ángulo menor y próximo a los 10° y cuya vertiente se orienta hacia el eje N-S.

Cabe precisar, que las areniscas de la Formación Itá Pytã Punta no se constituyen como rocas únicas por debajo de la ciudad de Asunción. El efecto de la Reactivación del Ciclo Andino en Paraguay no solamente abarcó un aspecto tectónico, sino también uno volcánico y/o magmático: el último evento ígneo registrado en Paraguay, que tuvo vigencia en un lapso de 61 a 39 millones de años (Comin-Chiaramonti *et al.*, 1991), con pulsos alternantes en el tiempo, siendo ampliamente estudiado por autores



1:50.000

Itá Pytã Punta

Figura 1. Situación geográfica del cabo Itá Pytã Punta (US Army, 1970. Modificado por Gadea, 2018).

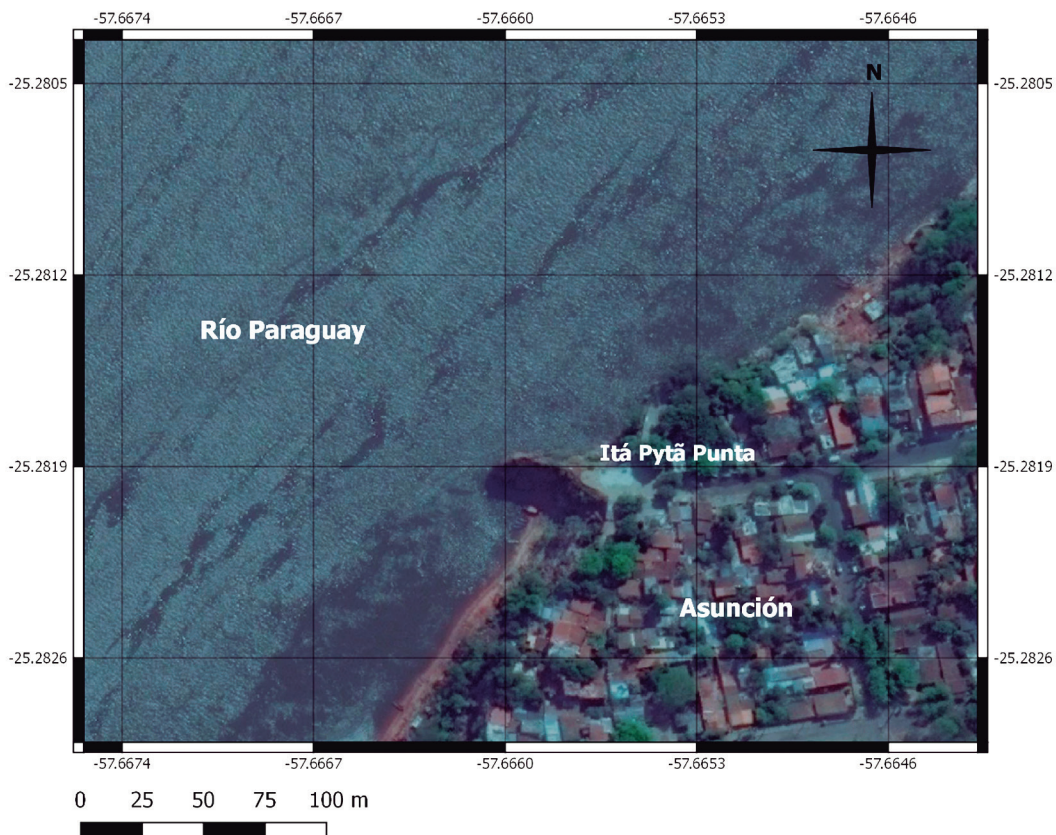


Figura 2. Imagen satelital mostrando la ubicación del promontorio de Itá Pytã Punta, una saliente en el río Paraguay.

brasileños, especialmente de la Universidad de São Paulo.

Estos investigadores denominaron Provincia Alcalina de Asunción a los volcanes, diques y cuerpos asociados que se hicieron paso por la corteza terrestre utilizando como conductos las fracturas anteriormente originadas por procesos de *rifting* durante el Jurásico Superior-Cretácico (Riccomini *et al.*, 2001).

Este magmatismo alcalino se evidencia en diversos puntos de Asunción y alrededores, en donde usualmente las areniscas de la Formación Itá Pytã Punta actúan como rocas encajantes y que también podría ser la circunstancia del promontorio Itá Pytã Punta.

Aunque no se ha verificado *in situ* la presencia de otro dique, es posible que en el interior del macizo rocoso que constituye el cabo exista otro emplazamiento ígneo y no expuesto, de

mayores dimensiones relacionado al anterior y que le confiera a estas rocas mayor resistencia a la denudación que a las rocas aledañas del acantilado. Este argumento debe comprobarse, por lo cual permanece en el dominio de la hipótesis.

Se ha realizado una descripción macroscópica de la roca que conforma el promontorio. Esta roca se describe como se indica a continuación: roca sedimentaria clástica; arenisca de color anaranjado claro, clasto-soportada (~85% de fragmentos) con matriz arcillosa; subordinadamente feldespato y mica matricial. Buena selección mineralógica y granulométrica, friable (cementación moderada), muy porosa, de ambiente oxidante (continental). Su color puede ser atribuible a la presencia de óxidos de hierro como limonita/goethita y en menor proporción hematita.

Bosio (2008) caracterizó esta roca como

arenas cementadas medianamente diagenizadas, sin consolidarse completamente, asignándoles el carácter de suelos endurecidos, o en un estado intermedio entre roca y suelo (roca blanda). Observando estas propiedades físicas, se considera que no serían muy resistentes al ser sometidos al accionar de los agentes erosivos.

Estructuralmente integra al Alto de Asunción (Proyecto PAR 83/005, 1986). En el macizo rocoso se aprecian fracturas cuyos planos se encuentran inclinados hacia el noroeste, y su eje máximo presenta una elongación en sentido OSO-ENE ($\sim 264^\circ$).

Los acantilados presentan una morfología muy variada y se relacionan estrechamente con las características litológicas y estructurales del material rocoso. Al encontrarse zonas más resistentes en la formación rocosa, la posibilidades de desarrollo de promontorios o cabos son más elevadas, como es el caso del cabo Itá Pytã Punta; mientras que en aquellas zonas de mayor debilidad, los procesos erosivos actúan con mayor velocidad, desarrollando de esta forma bahías y calas (Gutiérrez, 2008).

El acantilado de Itá Pytã Punta es del tipo plataforma rocosa inclinada, que buza suavemente sin ninguna discontinuidad significativa (Gutiérrez, 2008).

El mar Chaqueño

El mar Chaqueño es denominado de diferentes maneras por los diversos autores que escribieron acerca del mismo: mar de Bravard, mar Paranaense, mar Entrerriano o mar Chaqueño.

Bravard (1958), Aceñolaza (2004), Zucol *et al.*, (2004), proponen un tiempo de transgresión marina durante el Mioceno Inferior y Medio, como consecuencia de importantes acontecimientos tectónicos que permitieron el avance del Océano Atlántico conformando un golfo de gran magnitud en diversas regiones como la Pampa, la Mesopotamia argentina e incluso parte de la Patagonia. Este mar, conocido como “Mar Paranaense”, “Mar de Bravard”. Así mismo, Aceñolaza (2004) sugirió que el alcance de dicho

mar habría llegado a zonas más septentrionales, ocupando sectores del Chaco paraguayo y el sector subandino del sur de Bolivia.

Aún se desconocen los límites geográficos exactos del mar Chaqueño en Paraguay. No obstante, considerando la distribución de las ocurrencias de evaporíticas en sus diversas formas (lentes, eflorescencias y aguas subterráneas saladas), se propone un modelo paleogeográfico del mar Chaqueño para la zona de Asunción y alrededores.

Se argumenta aquí que la fuente original de las evaporitas permanecería restringida regionalmente, aun siendo retrabajadas (alóctonas), porque son sales muy solubles y no resistirían desplazamientos a grandes distancias sin ser disueltas.

Las manifestaciones salinas han sido reportadas en grandes extensiones del Chaco paraguayo. Por su posición estratigráfica y distribución regional no podría relacionarse genéticamente con otro evento que no sea la transgresión marina del mar Paranaense.

Paleogeografía de Asunción durante el Mioceno Medio - Superior

Debido a la existencia de yacimientos de sal reportados en la zona de Lambaré, Yukyty, Banco San Miguel y Arecayá (Miraglia, 1963), se considera que durante el Mioceno Medio a Superior, la ciudad de Asunción en sus límites occidentales y las demás aledañas al Chaco oriental se encontraron ocupadas por una transgresión marina (Figura 3).

En el trabajo de Larroza y Fariña (2005), la salinidad de las aguas subterráneas chaqueñas se explica por los depósitos evaporíticos marinos del Cenozoico Medio. Ese tipo de aguas es también observable en pozos muy cercanos a la ciudad de Asunción (Gadea, 2017).

Miraglia (1963) menciona en su trabajo la existencia de ensenadas o golfos, como el de los Bañados Sur (Golfo de Tacumbú) y Norte en Asunción, así como cabos, entre ellos los de Itá Pytã Punta y Benjamín Aceval. Por ello, se

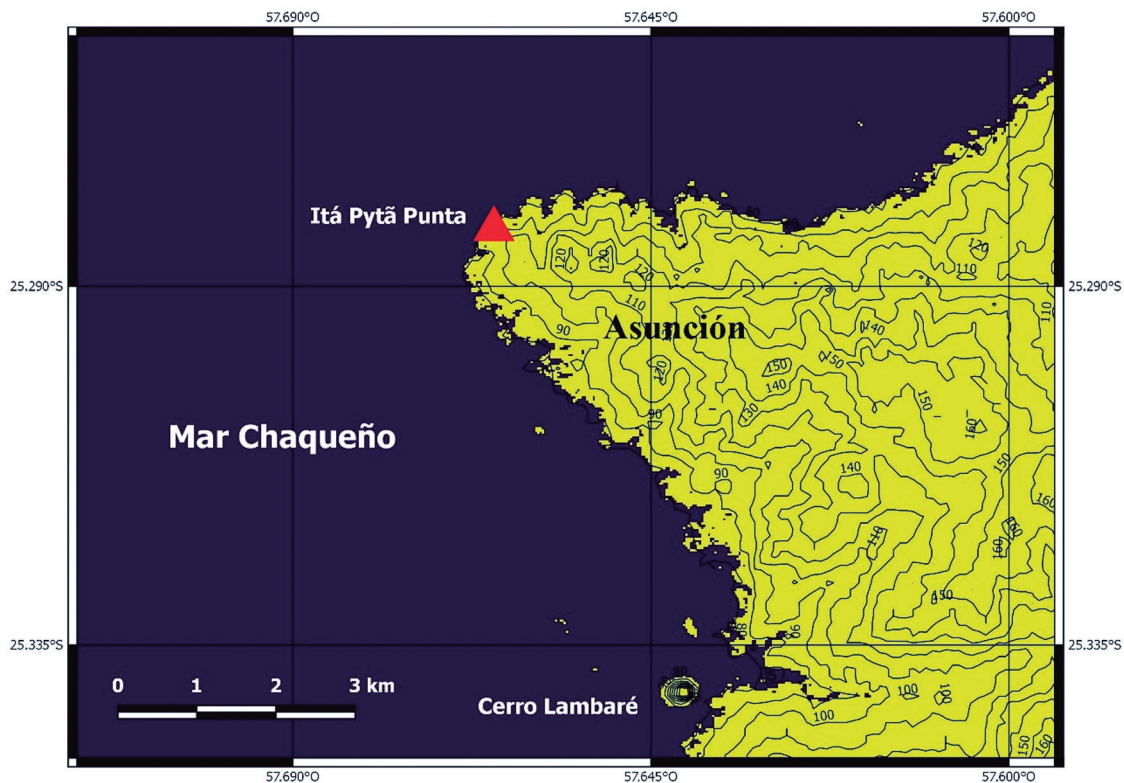


Figura 3. Paleogeografía de Asunción durante la Última Transgresión Marina en Paraguay. Modelo elaborado en base a las consideraciones paleogeográficas propuestas por Miraglia en 1963.

deduce que el modelado geomórfico durante la transgresión marina fue, por lo menos en parte, predominantemente de tipo costero (Figura 3).

La localidad donde hoy se encuentra la ciudad de Asunción, durante la transgresión marina del mar Chaqueño ocurrida en el Mioceno Medio-Superior, integraba la línea de costa marina regional, por lo cual se estima que en ese entonces fue una zona marítima en forma de península con sentido NO-SE y sus bañados anegados (Figura 3).

Miraglia (1963) postuló que los moluscos fósiles reportados por Bertoni (1939) en la localidad de Villeta (departamento Central) son evidencias de la mencionada transgresión marina. Considerando las identificaciones brindadas por dicho autor y su asignación tentativa al Eoceno - Oligoceno (actualmente se sabe que el mar Chaqueño tuvo vigencia durante el Mioceno). Sin embargo, teniendo en cuenta la

imposibilidad de revisar dichos materiales (a la fecha se encuentran extraviados) se considera prudente aguardar el descubrimiento de nuevos restos asignables a niveles marinos para definir la edad de estos depósitos.

Es de tenerse en cuenta que, cronológicamente, la última transgresión marina tiene lugar como consecuencia de los eventos geológicos regionales vinculados a la Reactivación del Ciclo Andino (Proyecto PAR 83/005, 1986).

En el pozo Palo Santo #1 para exploración de hidrocarburos, se ha registrado un nivel de arcillitas grises-verdosas con niveles de halita y yeso, portadores de palinomorfos de ambientes marinos playos y calmos. Esto se ubica cronológicamente dentro del lapso del Eoceno Superior - Plioceno Superior. Estos sedimentos fueron correlacionados con la Formación Paraná, de Argentina, que corresponden a depósitos marinos del mar Paranaense (Geoconsultores, 1998).

El origen del cabo Itá Pytã Punta

En el presente se observa el cabo Itá Pytã Punta asociado geográficamente con el río Paraguay, por lo cual se podría considerar este cabo como una saliente cuya génesis estaría vinculada con un modelado fluvial. Sin embargo, la orientación del eje principal del promontorio no condice con el del desplazamiento del río en la zona (Figura 4). De haber sido el río el modelador geomorfológico, el sentido del eje máximo del cabo se hubiese insinuado en una posición paralela al río y el acantilado tendría otra disposición espacial.

En este trabajo se propone que el río Paraguay en ese lugar coincide con una antigua línea de costa marítima; por ello los agentes geomórficos generadores pueden ser confundidos en la interpretación del origen del cabo, incluso la morfología regional asociada al presente litoral del río Paraguay.

El origen del cabo Itá Pytã Punta se explica en un contexto de modelado geomorfológico litoral marino del tipo erosivo. El acantilado era consumido por remoción selectiva del macizo, y se encontraba en retroceso en sentido ESE-ONO, que resulta concordante con el del oleaje, conforme el esquema propuesto de los límites del mar Chaqueño en Asunción (Figuras 3 y 5), y el material de mayor resistencia ha permanecido

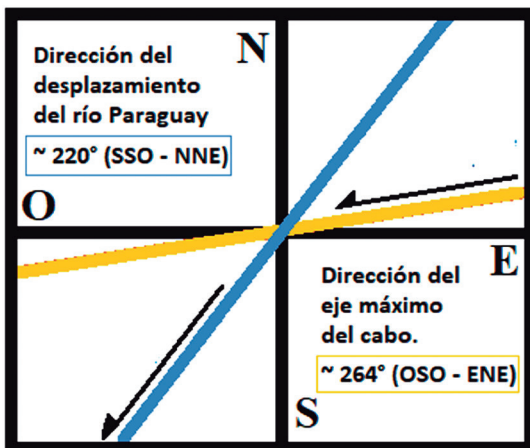


Figura 4. El eje del promontorio (color amarillo), y el eje del desplazamiento del río Paraguay (color celeste).

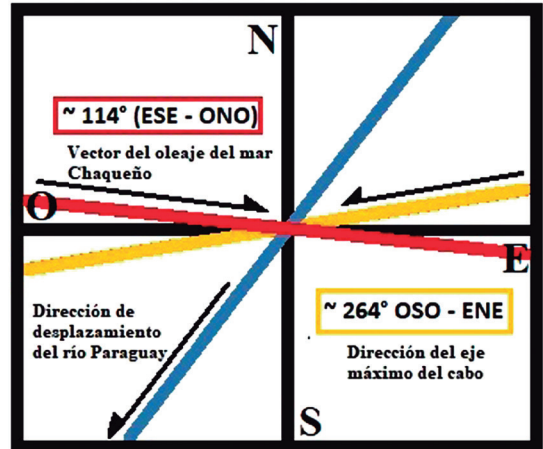


Figura 5. El eje del promontorio (color amarillo), y el eje vector del oleaje marino (color rojo).

en forma de saliente.

El origen de la gruta en el cabo Itá Pytã Punta

Los acantilados en su retroceso originan cavernas marinas, donde los efectos erosivos se acentúan en zonas de debilidad (rocas que no presentan resistencia a los agentes de denudación (Figura 6C) o en planos de fracturas), observables claramente en el lugar de análisis (Figura 7). Los efectos del oleaje se verifican al desarrollarse gargantas o hendiduras, y los arcos naturales pueden originarse y evolucionar a partir de estas estructuras geomórficas marinas (Gutierrez, 2008).

Así como la saliente en su origen podría malinterpretarse como producto de denudación fluvial del macizo por acción del río Paraguay y del mismo modo la gruta. En la Figura 8 se observa que el nivel periódico máximo del río coincide con la abertura superior de la hendidura; sin embargo, también se aprecia un labio erosivo y estructuras sedimentarias erosivas superiores a ese nivel. Eso lleva a considerar que la gruta aumentaba en extensión y ya había sido desarrollada por acción del oleaje marino.

Aún se desconoce el grado de intervención del mar Chaqueño para socavar la fractura y formar la gruta. No obstante se lo atribuye como el principal y precursor por su poder de denudación



Figura 6. Esquema de formación de promontorios/cabos y bahías (vista en planta). **A)** El oleaje marino consumiendo costas y acantilados continentales e insulares. **B)** Denudación privilegiada por oleaje según resistencia geomecánica relativa de las rocas. **C)** Se formarán los promontorios o cabos donde las rocas presenten mayor resistencia a la acción del oleaje marino; y bahías donde las rocas sean consumidas por el oleaje debido a su poca resistencia relativa.

sobre a una roca blanda. Una vez en regresión, el proceso que involucra el aumento del diámetro de la abertura habrá sido continuado en menor proporción por el río Paraguay cuando hizo su aparición luego de un hiato temporal prolongado desde la retirada del mar.

Los Arcos Litorales

Las costas acantiladas son laderas abruptas en las líneas de las costas (Emery y Kuhn, 1982 en Gutiérrez, 2008) y forman una zona intermedia entre el los continentes y el mar. Estas costas están sujetas a los embates del oleaje, por lo cual se desarrollan geformas erosivas (Gutiérrez, 2008).

Los promontorios o cabos son continuamente atacados por las olas como consecuencia

de la refracción. El oleaje erosiona los flancos laterales del macizo rocoso saliente desarrollando cavernas (Holmes & Holes, 1987), y cuando estas se conectan entre sí, se produce un arco litoral (Figura 9B). En su evolución, y por acción incesante del oleaje, la cúpula del arco marino puede desplomarse, dejando aislado un pilar rocoso ya separado del macizo continental. Este pilar se conoce como farallón, o chimenea litoral, que con el tiempo también será consumido por acción de las olas (Tarbuck y Ludgens, 1999).

Si el ciclo evolutivo del arco litoral hubiese sido completo, probablemente el cabo Itá Pytã Punta no tendría el aspecto tal como se lo conoce actualmente, sino que se observaría un farallón en medio del río. O tal vez el mismo farallón ya hubiese sido previamente decapitado como consecuencia de los efectos del oleaje. Esto se podría evaluar realizando exploración subsuperficial en el río Paraguay o buscar estructuras asociadas del tipo farallones en tiempos de estiaje del río.

Considerando la fuerza erosiva del oleaje marítimo y el carácter de roca blanda de la arenisca de Itá Pytã Punta, se estima que la denudación habrá sido muy intensa y considerables porciones del macizo rocoso habrán sido consumidos. En este caso, se podría suponer que el bloque de Asunción en el pasado fue de mayor extensión geográfica que el observable actualmente.



Figura 7. Las cavernas marinas son la evidencia más clara de socavamiento. Se excavan a lo largo de zonas de debilidad de todo tipo, y en especial allí donde las rocas están muy divididas por diaclasas (Holmes, 1978). En la imagen se observa la pequeña caverna desarrollada a partir del socavamiento en zona de fractura en el acantilado de Itá Pytã Punta (imagen por gentileza de Ron Halliday).



Figura 8. Estructura similar en otro lugar del mundo: Elephant Rock, en Nueva Zelanda (imagen por cortesía de photolocations.co.nz).

El desarrollo truncado de un arco litoral en Itá Pytã Punta

Tomando como premisa las observaciones de Miraglia (1963) referentes a la presencia marina regional y considerando la morfología del cabo Itá Pytã Punta (Figura 10) en el acantilado, se lo atribuye como un arco litoral inconcluso o juvenil.

Se han estudiado geoformas originadas por

acción del oleaje marino y se ha verificado que este tipo de unidades existen en diversos lugares costeros marinos en el mundo. La similitud morfológica del promontorio Itá Pytã Punta con dichas geoformas (Figura 10) es notable, por citar algunos ejemplos, con el Elephant Rock, en Nueva Zelanda, o con el promontorio en la Isla Heimaey, en Islandia (Figuras 8 y 11).

Los arcos naturales también pueden ser relacionarse genéticamente con modelos erosivos fluviales. Se considera que el río Paraguay no tuvo injerencia mayor en el desarrollo de este promontorio por dos motivos a considerar:

1) El río Paraguay en su recorrido actual, fue datado como del Pleistoceno Superior, o del límite Pleistoceno-Holoceno. Esto se deduce por los depósitos fosilíferos de mamíferos pleistocénicos desarticulados y en agrupación de diversas especies a lo largo de su lecho (Báez, 2017. Comunicación verbal). Se estima que la posición actual del río Paraguay no resulta lo suficientemente antigua para haber configurado

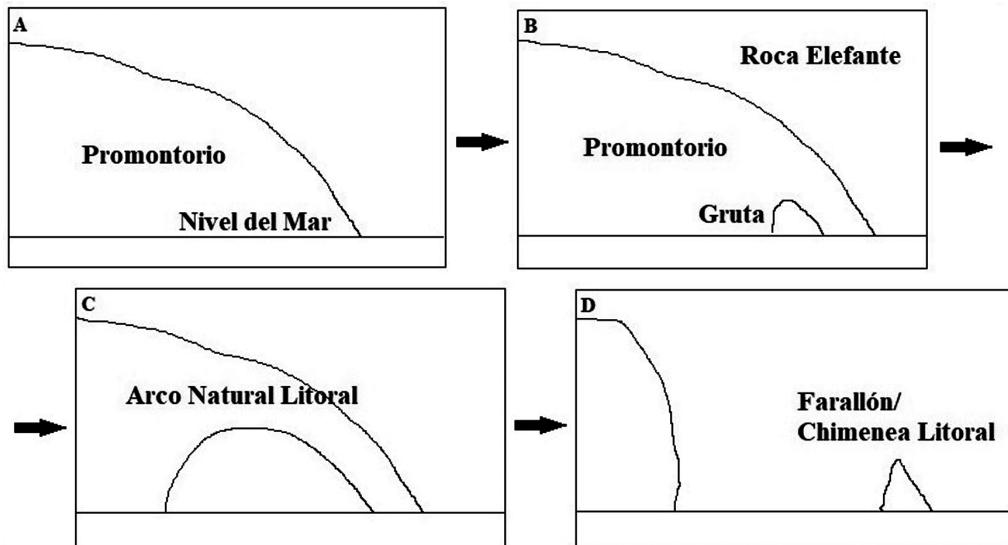


Figura 9. Esquema de evolución de los promontorios/cabos (vista oblicua). **A)** El promontorio desarrollado por su carácter litológico resistente en relación a la denudación marina. **B)** Erosión en los flancos de rocas menos resistentes o planos de fracturas del promontorio desarrollan cavidades que posteriormente se conectan formando grutas. En esta etapa el promontorio adquiere rasgos visualmente similares a elefantes (como se observa en Itá Pytã Punta). **C)** La gruta aumenta de dimensiones y se forma un arco litoral marítimo. **D)** La cúpula del arco litoral se desploma y la porción de mayor lejanía hacia el mar adentro se separa del macizo rocoso continental. Esta porción aislada se denomina farallón o chimenea.

morfológicamente el cabo Itá Pytã Punta, o su labor de agente erosivo no habrá sido tan determinante como el del mar Chaqueño.

2) El sentido del eje máximo del cabo Itá Pytã Punta y el del río Paraguay en ese tramo son oblicuos, por ese motivo se preconiza que la saliente no se habría desarrollado por el río tal como se lo conoce (Figura 4)

3) Los elementos paleogeográficos que señalan la disposición del mar Chaqueño con su acción del vector erosivo de oleaje sería coherente con el emplazamiento principal del cabo (Figura 5). Este modelo erosivo marítimo se considera apropiado para interpretar el desarrollo del acantilado.

Turistas han reportado un arco natural en la zona de Tobatí que aún no se ha investigado. Lo cierto es que fue modelado en el contexto de las areniscas del Ordovícico que corresponden al Grupo Caacupé (Figura 12), y probablemente existan otras estructuras similares y/o afines en otras localidades del país.

CONCLUSIONES

La localidad en donde hoy se encuentra la ciudad de Asunción, durante la transgresión marina del mar Chaqueño ocurrida en el Mioceno Medio-Superior, era parte de la línea de costa marina de esa época, por lo cual se estima que



Figura 10. El promontorio de Itá Pytã Punta en el río Paraguay. Morfología semejante al de un elefante bebiendo en el agua. En algunos lugares del mundo se denominan "rocas elefante" a estas geofomas. Se observa conexión de cavidades laterales como producto de refracción del oleaje (imagen por gentileza de www.geologiadelparaguay.com).



Figura 11. Estructura similar en otro lugar del mundo: Promontorio en Isla Heimaey, en Islandia (imagen por cortesía de geologypage.com).

en ese entonces y en ese lugar, la costa asuncena presentaba forma de península, orientada con sentido NO-SE.

El origen y modelado principal del cabo Itá Pytã Punta se relaciona con procesos litorales marinos, asociados a la presencia del mar Chaqueño en la región, en el Mioceno Medio-Superior.

El retroceso del acantilado, la formación del promontorio y el desarrollo inicial del arco ocurrió durante el Mioceno Medio-Superior (debido al modelado litoral marítimo). El ciclo evolutivo del arco fue interrumpido en el Mioceno Superior-Plioceno Inferior, cuando se produce la regresión del Mar Chaqueño.

Desde la retirada del mar Chaqueño hasta la aparición del río Paraguay en su posición actual (Pleistoceno Superior o límite Pleistoceno-Holoceno) tuvo lugar un lapso importante, de aproximadamente 7 a 3.5 millones de años.

El río Paraguay se desplaza en ese tramo sobre una antigua línea de costa marítima, y como modifica su sentido abruptamente en su trayectoria, se considera que ello sucede por la presencia de la continuación del acantilado bajo las aguas fluviales, o bien se encuentra en una zona de fractura.

Por la evidencia disponible, el modelo erosivo fluvial, en este caso el del río Paraguay, no es aplicable en cuanto al origen del cabo. Existe



Figura 12. Cerro Arco. Un arco natural conformado por areniscas en Tobatí. (imagen por gentileza de www.geologiadelparaguay.com).

una incongruencia entre los vectores de emplazamiento del cabo y el curso del río Paraguay en ese lugar. Sin embargo, el río continuó el proceso erosivo del acantilado (interrumpido desde el retroceso marino) con sentidos de denudación diferentes a los del mar luego de su aparición en la zona.

Con esta investigación se propone una explicación del origen de la pequeña hendidura o gruta en el cabo Itá Pytã Punta: erosión selectiva marítima en la base de sus flancos en la extensión de una de sus fracturas principales y subsecuente conexión entre ambas por socavamiento continuo de material. Se confiere así el aspecto de “cráneo de elefante” al acantilado cuando se lo observa desde ambos perfiles, en los costados del promontorio.

Las grutas laterales formadas en el cabo ya se encuentran en conexión. La erosión selectiva del material de las grutas, como se pudo comprobar, ocurrió según los planos de fractura del macizo rocoso.

La morfología en forma de “Cráneo de Elefante” observado en Itá Pytã Punta señala ciclos intermedios de evolución de arco litoral.

Litológicamente, por datación relativa (tectono-estratigráfica) el macizo rocoso corresponde al Paleoceno-Cretácico Superior (Formación Itá Pytã Punta) Esto ya fue determinado anteriormente por Gómez Duarte (1991). El modelado geomorfológico ocurrió posteriormente, como se interpreta en este trabajo.

Aunque no se han observado estructuras

asociadas al modelado marítimo con respecto al acantilado, no se descarta que puedan encontrarse otras en la zona, las cuales estarían sumergidas bajo el río o expuestas en otros lugares.

Se ha reportado en Tobatí un arco natural conservado, probablemente de origen marino. Se lo interpreta así por el contexto geológico y geográfico del relicto. Esto demuestra que nuevos estudios en el antiguo litoral marítimo del Mar Chaqueño podrían verificar la presencia de otras geoformas costeras marinas de génesis similar.

LITERATURA

- Aceñolaza, F. 2004. Paleobiogeografía de la Región Mesopotámica. *INSUGEO, Miscelánea*, 12: 25-30.
- Azara, F. 1904. Geografía Física y Esférica de las Provincias del Paraguay y Misiones Guaraníes. *Anales del Museo Nacional de Montevideo (Sección Histórico-Filosófica)*, 1: cxxxii + 1-478.
- Bosio, J. 2008. Las arenas cementadas de Asunción. *Anales de la Academia Nacional de Ingeniería de Buenos Aires*: 183-209.
- Comin-Chiaramonti P., Civetta, L., Petrini, R., Piccirillo, E., Bellieni, G., Censi, P., Bitschene, P., Demarchi, G., De Min, A., Gomes, C., Castillo, A.M. & J.C. Velázquez. 1991. Tertiary Nephelinitic Magmatism in Eastern Paraguay: Petrology, Sr-Nd Isotopes and Genetic Relationships with Associated Spinel-Peridotite Xenoliths. *European Journal of Mineralogy* 3: 507-525.
- Comisión Internacional De Estratigrafía. 2017. [en línea] Tabla Cronoestratigráfica Internacional. Última Actualización: Febrero 2017. Disponible en: <http://stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2017-02.jpg>
- Gadea, M. 2017. Determinación de los Niveles de Salinidad del Acuífero Patiño. Tesis de Maestría en Hidrogeología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-Univers-

- idad Nacional de Asunción. San Lorenzo. Paraguay. 184 pp.
- Geoconsultores. 1998. Potencial de Hidrocarburos del Paraguay (áreas de interés prioritario para exploración). Tomo I. Servicio de Consultoría en Apoyo al Sector de Hidrocarburos del Paraguay. Asunción. Paraguay.
- Gomez Duarte, D. 1991. Consideraciones Morfoestructurales y Estratigráficas de la Antiforma de Asunción y su Relación con la Exploración de Aguas Subterráneas. Resúmenes del Primer Simposio sobre Aguas Subterráneas y Perforación de Pozos en el Paraguay: 131-146.
- Gutierrez, M. 2008. Geomorfología. Pearson Education S.A. Madrid. España. 920 pp.
- Holmes, A. & D. Holmes. 1987. Geología Física. Pág. 566-567. 3º Edición, Ed. Omega S.A. 812 pp. Barcelona. España. 828 pp.
- Larroza, F. & S. Fariña. 2005. Caracterización Hidrogeológica del Sistema Acuífero Yrendá (SAY) en Paraguay: Recurso Compartido con Argentina y Bolivia. Resúmenes del Cuarto Congreso Argentino de Hidrogeología: 125-134.
- Miraglia, L. 1963. Vulcanismo Postpliocenico del Paraguay". Revista de la Sociedad Científica del Paraguay 7(2): 1-52.
- Proyecto PAR 83/005. 1986. Mapa Geológico del Paraguay. Texto. Comisión Nacional de Desarrollo Regional. Ministerio de Defensa Nacional. Asunción, Paraguay. 270 pp.
- Riccomini, C., Velázquez, V. & G. Barros. 2001. Cenozoic Lithospheric Faulting in the Asunción Rif, Eastern Paraguay. Journal of South American Earth Sciences, 14: 625-630.
- Tarbuck, E. & F. Ludgens. 1999. Ciencias de la Tierra. 6ª Edición. Editorial Prentice Hall. Madrid. España. 736 pp.
- US Army. 1970. Carta Topográfica-Asunción 1:50.000. Hoja 5370 II.
- Zucol, A., Brea, M., Lutz, A. & L. Anzotegui. 2004. Aportes al Conocimiento de la Paleodiversidad del Cenozoico Superior del Litoral Argentino. San Miguel de Tucumán. Argentina. INSUGEO (Miscelánea), 12: 91-102.