

Rasgos erosivos de niveles marinos cuaternarios en las laderas del Peñón de Gibraltar

J. Rodríguez-Vidal¹, C. Finlayson², N. Flemming³, M. Abad¹, L.M. Cáceres¹,
F. Ruiz¹, D. Fa² y G. Finlayson²

¹ Departamento de Geodinámica y Paleontología, Universidad de Huelva, Huelva.

² Gibraltar Museum, Gibraltar

³ National Oceanography Centre, University of Southampton, Southampton, U.K.

Resumen: El Peñón calizo de Gibraltar ofrece un completo registro de modelados marinos erosivos, a distintas escalas, con eventos de elevación tectónica que separan cortejos elaborados en decenas o cientos de miles de años, y eventos climáticos y eustáticos que diferencian cortejos generados en algunos miles o decenas de miles de años.

Palabras clave: línea de costa, costa rocosa, modelado litoral, Cuaternario, Gibraltar.

Abstract: The limestone Rock of Gibraltar offers a complete register of marine erosion, at different scales, that include periods of tectonic uplifting lasting for tens or hundreds of thousands of years, and climatic and eustatic events lasting thousands or tens of thousand years.

Keywords: shoreline, rocky shore, coastal landform, Quaternary, Gibraltar.

Introducción

El Peñón de Gibraltar es una pequeña península rocosa de unos 6 km² de superficie, con perfil asimétrico, acantilado al Este y más tendido al Oeste. Su composición es de calizas, dolomías y margas, asignadas geológicamente al Grupo Yebel Tarik (Rose y Rosenbaum, 1991) y dividida en tres formaciones: Margas de Little Bay, Calizas de Gibraltar y Margas de Catalan Bay. Todo el conjunto está fracturado en un juego de diaclasas y fallas con orientaciones NE-SW y NW-SE.

Las fluctuaciones del nivel marino durante el Cuaternario y los sucesivos pulsos de ascenso tectónico han conformado unas laderas con niveles escalonados de morfologías costeras erosivas, entre las que sobresalen acantilados, cuevas y plataformas. Los trabajos realizados por Rose y Hardman (2000), Rodríguez-Vidal et al. (2004), Rodríguez-Vidal y Cáceres (2005) demues-

tran la existencia de un amplio cortejo de depósitos y modelados erosivos marinos, que se escalonan altitudinal y temporalmente, a lo largo de las laderas del Peñón de Gibraltar, originando "acantilados compuestos" (Fig.1). Existe una clara vinculación entre cambios eustáticos y tectónicos de la línea de costa y sus modelados resultantes. Cuando la elevación tectónica excede a la velocidad de ascenso del nivel del mar, o cuando el nivel desciende, entonces los acantilados costeros quedan colgados y preservados en la ladera como una forma relictica; en caso contrario, los acantilados sufren un fuerte retroceso erosivo o, incluso, quedan sumergidos.

Modelados erosivos

La permanente elevación tectónica cuaternaria del Peñón de Gibraltar (Zazo et al., 1999; Rodríguez-Vidal et al., 2004), con tasas entre 0,05±0,01 y 0,33±0,05 mm/año

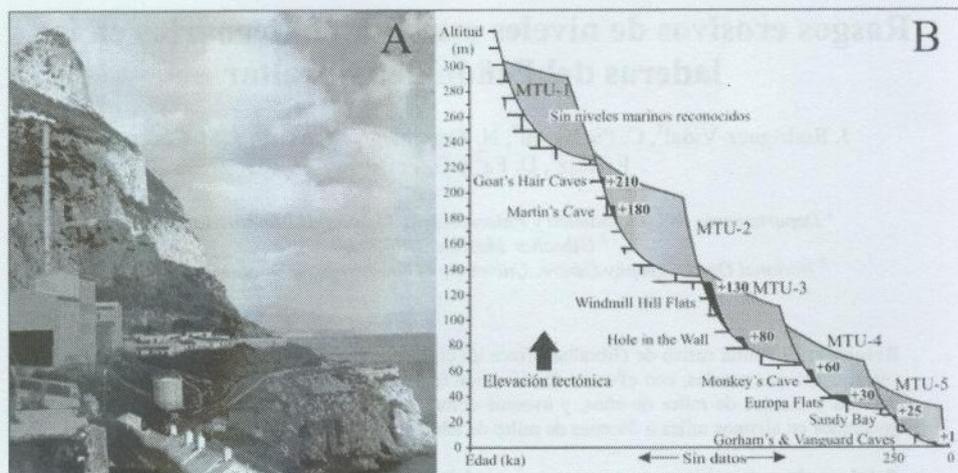


Figura 1. (A): Acantilados compuestos en la vertiente oriental del Peñón de Gibraltar. Cada escalón contiene una unidad morfotectónica (MTU) con un completo registro morfosedimentario. (B): Sección esquemática de las unidades morfotectónicas escalonadas en esta misma vertiente. En cada unidad hay terrazas marinas que sirven de referencia.

en los últimos 250 ka, ha facilitado que los modelados costeros erosivos queden relictos en el relieve y grabados en los afloramientos calcáreos. Las fluctuaciones rápidas del nivel del mar, en posiciones de alta parada (*highstand*), quedan inicialmente marcadas por micromodelados -como socaves, abrigos y rasas estrechas- o, en el caso de altas-paradas sucesivas y/o paradas estables (*stillstand*), por acantilados mayores, cuevas marinas y amplias plataformas erosivas. En este último caso, el retroceso de los acantilados ha favorecido el movimiento gravitacional en las laderas, con avalanchas de roca (conos de derrubios) y desprendimientos (brechas de talud) que, al depositarse en el frente costero, han protegido de la erosión del oleaje a ciertas partes del litoral.

Modelados de registro temporal largo

Estos registros erosivos son capaces de guardar la historia costera durante lapsos de decenas a algunas centenas de miles de

años y, dependiendo de la topografía y de los caracteres geológicos del sustrato, pueden extender su registro espacial en la horizontal o verticalmente. Este cortejo morfológico está constituido por plataformas de abrasión, cuevas marinas, acantilados y cicatrices de deslizamiento.

Las plataformas de abrasión tienen su mayor extensión en el sector meridional del Peñón, donde una falla NW-SE hunde relativamente esta zona, separando topográficamente la cresta montañosa principal de las llanuras meridionales. Morfológicamente se reconocen dos amplios peldaños erosivos (Fig. 2A): la llanura de Windmill Hill, entre 130 y 90 m de altitud, y la de Europa, entre 40 y 30 m, separadas entre sí por acantilados marinos con cuevas y laderas cóncavas con depósitos. La edad de estos modelados está en relación con la de sus depósitos marinos correlativos. Rodríguez-Vidal et al. (2004) asimilaron estas plataformas a las unidades morfotectónicas

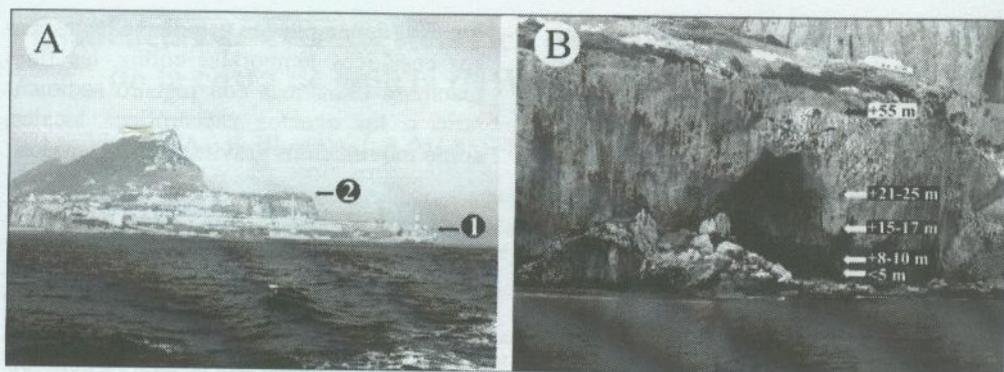


Figura 2. (A): Plataformas de abrasión marina de Europa (1) y Windmill Hill (2) relacionadas con la base de las unidades morfotectónicas MTU-4 y MTU-3, respectivamente. (B): Playa del Gobernador y cueva Gorham's con las cotas de los distintos niveles de socaves marinos en el acantilado de la MTU-5.

MTU-3 (entre 130 y 80 m) y MTU-4 (entre 60 y 30 m), respectivamente, ambas más antiguas de 250 ka. Teniendo en cuenta que, desde el presente ascenso Postglacial del nivel del mar, nos encontramos en una situación de *highstand* y la mayor parte de los antiguos modelados continentales están sumergidos, Flemming (1972) reconoció posibles terrazas marinas y replanos sumergidos en la costa del Estrecho. Estudios batimétricos detallados e investigaciones en curso demuestran que la unidad morfotectónica inferior (MTU-5), por debajo de 30 m, se extiende hasta una profundidad de -20 m, estando bien representada en el arrecife Vladi's, al SW de Punta Europa, y en una amplia planicie de *offshore* en la plataforma oriental del Peñón.

Los acantilados son formas típicas de medios dominados por las olas. Las formas acantiladas relictas representan el estado final del retroceso costero y, una vez abandonadas, tras un nuevo ascenso del nivel marino, pueden reactivarse; en caso contrario, son fosilizadas por depósitos de ladera, eólicos y espeleotemas parietales. Los acantilados de mayor desnivel sirven para esca-

lonar cada una de las unidades morfotectónicas y suelen tener varias decenas de metros; en sus paredes se encuentran, de forma alineada y escalonada, niveles de cuevas y socaves marinos (Rodríguez-Vidal y Cáceres, 2005). La erosión de uno o varios taludes, de unidades morfotectónicas previas, genera nuevos acantilados de mayor desnivel, que pueden llegar a alcanzar hasta 300 m (cara Norte del Peñón). En estos casos, los modelados previos son erosionados y sólo se conservan los correspondientes al último episodio marino de *highstand*.

La casi totalidad de las cuevas litorales que se localizan en los flancos Noreste, Este y Sureste del Peñón han sido generadas por la acción del oleaje de Levante, al ampliar planos de estratificación, fracturas y fallas subverticales. El escaso desarrollo en profundidad de estas cuevas y siempre rectilíneo, el claro condicionamiento por discontinuidades verticales, su sección transversal en triángulo isósceles, los niveles de socaves que bordean sus paredes (con claras evidencias de bioerosión) y que han ido ensanchando progresivamente la base original de la cueva, y los depósitos marinos

en su interior y exterior, nos inducen a pensar en un origen exclusivamente marino (Rodríguez-Vidal y Cáceres, 2005).

La erosión y retroceso de estas cuevas es evidente, a medida que sus acantilados también han ido retrocediendo; así, los niveles de cuevas más antiguos y a mayor altitud (p.e. Goat's Hair a 210 m y Martin's a 180 m, en Fig. 1) tienen menor profundidad y registro sedimentario que las cuevas a nivel del mar (p.e. Gorham's y Vanguard). La edad de la morfología actual, de la entrada de cada cueva, viene definida por la edad del socave de mayor altitud que, de forma continuada, traza su banda bioerosiva por el interior de la cueva y el exterior del cantil (Fig. 2B).

Modelados de registro temporal corto

Estos registros erosivos son capaces de guardar la historia costera durante lapsos de miles a algunas decenas de miles de años y se modelan como una secuencia en los registros temporales largos o de forma dispersa y aislada en las laderas del Peñón. Su menor tamaño hace que pasen más desapercibidos o se oculten bajo depósitos variados, pero suelen ser frecuentemente registros-clave en la interpretación de otros registros más dilatados. Este cortejo micromorfológico está constituido por plataformas menores de abrasión y sus modelados bioerosivos (lapiaz, cubetas, pináculos, etc.), pequeños acantilados con niveles de bioerosión, abrigos y oquedades marinas y cantiles de desprendimiento.

Las grandes cuevas marinas (Fig. 2B), localizadas a distinta altitud, ofrecen el cortejo más variado y numeroso de micro-modelados; sumándose, además, un variado registro de sedimentos marinos y continentales, fosilizados todos por concreciones carbonatadas o espeleotemas. Es, en estos

lugares, donde pueden estudiarse los ascensos eustáticos temporales cortos, las fluctuaciones climáticas con registro sedimentario o los eventos catastróficos locales, como movimientos gravitacionales rápidos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto "PalaeoStrait" CGL2006-01412/BTE de la DGI y es una contribución al IGCP 495 (Quaternary Land-Ocean interactions: driving mechanisms and coastal responses).

Referencias bibliográficas

- Flemming, N.C. 1972. Relative chronology of submerged Pleistocene marine erosion features in the western Mediterranean; *Journal of Geology*, 80: 633-662.
- Rodríguez-Vidal, J., Cáceres, L.M., Finlayson, J.C., Gracia, F.J. y Martínez-Aguirre, A. 2004. Neotectonics and shoreline history of the Rock of Gibraltar, southern Iberia; *Quaternary Science Reviews*, 23: 2017-2029.
- Rodríguez-Vidal, J. y Cáceres, L.M. 2005. Niveles escalonados de cuevas marinas cuaternarias en la costa oriental de Gibraltar; *Geogaceta*, 37: 147-150.
- Rose, E.P.F. y Hardman, E.C. 2000. Quaternary geology of Gibraltar; En: J.C. Finlayson, J.C.; Finlayson, G. & Fa, D. (Eds.): *Gibraltar during the Quaternary*; Gibraltar Government, Heritage Publications, Gibraltar, Monographs 1: 39-85.
- Rose, E.P.F. y Rosenbaum, M.S. 1991. *A field guide to the geology of Gibraltar*; The Gibraltar Museum, Gibraltar, 192 pp.
- Zazo, C., Silva, P.G., Goy, J.L., Hillaire-Marcel, C., Ghaleb, B., Lario, J., Bardají, T. y González, A. 1999. Coastal uplift in continental collision plate boundaries: data from the Last Interglacial marine terraces of the Gibraltar Strait area (south Spain); *Tectonophysics*, 301, 95-109.