

Evidencias erosivas y bioerosivas en la costa rocosa de Gibraltar al inicio del último interglacial

J. RODRÍGUEZ-VIDAL¹, M. ABAD¹, L. M. CÁCERES¹, F. RUIZ¹, D. FA²,
C. FINLAYSON², G. FINLAYSON² y A. MARTÍNEZ-AGUIRRE³

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

² Gibraltar Museum, Gibraltar.

³ Departamento de Física Aplicada, Universidad de Sevilla, Sevilla

Resumen: El registro morfológico erosivo más significativo en la costa de Gibraltar corresponde al inicio del Último Interglacial (OIS 5e) que rodea su costa acantilada a una cota inferior a +5 m. La icnoasociación formada por *Gastrochaenolites* y *Entobia* observadas en estos modelados reflejan la superposición de varias icnocenosos durante el inicio del proceso transgresivo.

Palabras clave: Costa rocosa, bioerosión, modelado litoral, Último Interglacial, Cuaternario, Gibraltar.

Abstract: The main morphological erosion record in the limestone rocky shore of Gibraltar is linked to the Last Interglacial period (OIS 5e). A pervasive notch at +5 m runs along the coastal cliffs. The composite assemblage dominated by the ichnotaxons *Gastrochaenolites* and *Entobia* linked to these landforms records the overlaying of successive icnocenosos during the beginning of the transgression event.

Keywords: Rocky shore, bioerosion, coastal landform, Last Interglacial, Quaternary, Gibraltar.

El último interglacial en Gibraltar

El afloramiento de calizas jurásicas del Peñón de Gibraltar contiene un amplio y diverso registro de las fluctuaciones marinas cuaternarias en la zona del Estrecho (Rodríguez-Vidal et al., 2004). Las evidencias relictas erosivas mejor marcadas corresponden a las altas paradas marinas del Último Interglacial (OIS-5), sin poder precisar episodios subestadales, que se distribuyen por casi toda la costa rocosa a una cota igual o inferior a +5 m.

Las investigaciones hasta ahora realizadas se han basado en registros sedimentarios litorales y kársticos, entre 130 y 74 ka. En Punta Europa (Deadman's Beach), Hoyos et al. (1994) dataron un resto de terraza a 5,25 m (92,5 ka en el subestadio 5c), y en

Gorham's Cave a 1,0 m (81 ka, en el subestadio 5a), aunque con ciertas dudas, al considerarse a esta última muestra de concha como un sistema abierto. La secuencia estratigráfica de Gorham's Cave (Zazo et al., 1999), y en todo Governor's Beach (Rodríguez-Vidal et al., en prensa), se inicia con un depósito litoral de gravas arenosas y abundantes restos de conchas, con un espesor de hasta 4 m, que representan facies de *foreshore* y *backshore*. En la plataforma de entrada de Vanguard Cave, estos últimos autores describen dos peldaños erosivos mareales, elaborados sobre calizas jurásicas, separados 0,6 m y que indican la situación presente de marea alta y baja; inmediatamente por encima hay otros dos escalones erosivos, también de 0,6 m de desnivel, que marcan un paleonivel marino

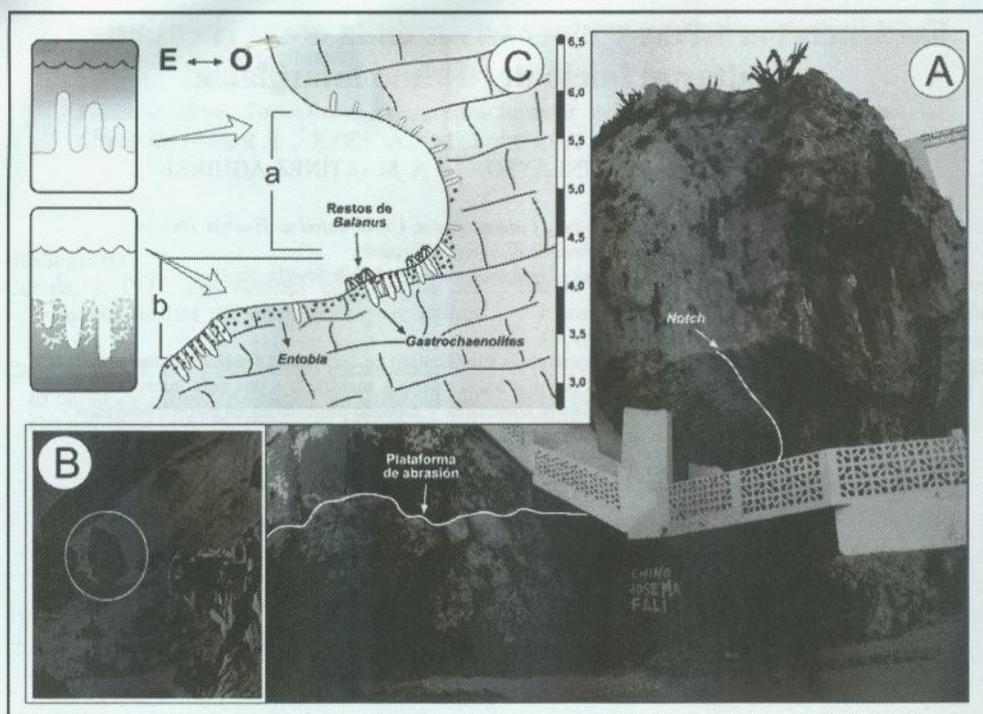


Figura 1. (A): Paleoaantilado del máximo ascenso eustático del subestadio OIS-5e (*notch* a +5 m) en la base del Caleta Hotel (B): Dibujo de Catalan Bay, realizado en el s. XVIII, con la morfología fungiforme del pináculo de la figura 1A. (C): Sección esquemática interpretativa con la distribución de los principales modelados erosivos e icnotaxones.

a +1,5 m s.n.m.m. y que están cubiertos hasta +2,0 m por un depósito contemporáneo de playa alta, con bloques caídos del acantilado y redondeados por el oleaje. Este depósito fosiliza y rellena el paleorrelieve de una plataforma de abrasión marina con cubetas de < 1m de diámetro, ahora en fase de exhumación. La abundante fauna fósil de conchas de bivalvos, y su buen estado de conservación, ha permitido fechar (Th/U espectrometría alfa, en el Laboratorio de Física Aplicada I de la Universidad de Sevilla) este nivel marino de +1,5 m en Vanguard Cave (Tabla 1). Las dataciones realizadas en la serie eólica (Stringer et al., submitted), inmediatamente suprayacente a

este depósito de playa, por el método OSL (< 124 ka), parecen indicar que la edad de la terraza marina estaría más de acuerdo con el OIS 5e. Esta misma terraza tiene una amplia extensión de afloramiento en todo el litoral oriental del Peñón, formando un *beachrock*.

Evidencias morfológicas erosivas y bioerosivas

Los registros erosivos y bioerosivos 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

Muestra	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	$^{230}\text{Th}/^{238}\text{U}$	T (ka)	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}_0$
GB0310	1,318±0,034	0,6746±0,023	114,4±6,5	1,437±0,047

Tabla 1. Dataciones Th/U de la fauna fósil del nivel +1,5 m en Vanguard Cave

del Peñón. La costa oriental de Gibraltar muestra un marcado y amplio socave que la recorre en casi toda su longitud, ensanchando basalmente la morfología de las grandes cuevas marinas y creando nuevas cuevas y abrigos a esta altitud, cuyo retroceso provocó nuevas paredes acantiladas. Es, por tanto, un rasgo morfológico muy característico, aunque de varios metros de amplitud; tal vez motivado por el ascenso paulatino y progresivo del nivel marino, hasta que alcanzó la cota de +5 m. Esta circunstancia ya ha sido estudiada por otros autores en las costas italianas. En el afloramiento del borde meridional de Catalan Bay (Fig. 1), sobre el que se apoya el Caleta Hotel, ha quedado muy bien definido el *highstand* de +5 m, con un profundo socave, un peldaño erosivo en su base, una plataforma de abrasión hacia el mar y un acantilado contemporáneo a su pie. Las bioerosiones estudiadas se distribuyen de forma heterogénea, formando un horizonte de perforaciones dispersas entre las cotas 3,16 y 5,52 m s.n.m.m. y alcanzado su máxima concentración en una banda de 40 cm, entre 4,05 y 4,45 m. La distribución de estas perforaciones coinciden, en general, con el socave erosivo (*notch*). La mayoría de ellas son circulares en sección transversal y poseen un diámetro variable, comprendido entre 0,4 y 5,2 cm, aunque el tamaño medio es de unos 2 cm. En sección longitudinal las perforaciones presentan morfologías cilíndricas o fusiformes muy pronunciadas y base parabólica más o menos aguda. Aunque las bioerosiones de grandes dimensiones se encuentran a diferentes alturas, en general, tienden a aparecer en la parte baja de la sección, por debajo de los 4,3 m

s.n.m. En su mayoría, aparecen orientadas perpendiculares a la superficie de la roca y se encuentran en paredes verticales o muy inclinadas, disminuyendo considerablemente su frecuencia de aparición en las superficies con orientación horizontal. Son frecuentes, también, las perforaciones circulares y elípticas de escala milimétrica que acompañan a las de mayores dimensiones, sólo a las cotas más bajas dentro del socave erosivo (Fig. 1C) o incluso por debajo del mismo. Estas perforaciones, de menor escala, forman complejos multicamerales en parches, truncando a las primeras en superficie o erosionando sus paredes internas. Finalmente, se han encontrado restos de placas basales de cirripedos y de colonias de briozoos incrustantes, junto a esta icnoasociación, a cotas próximas a los 4 m s.n.m.

Las perforaciones de grandes dimensiones descritas se corresponden, por sus dimensiones y morfología, con la icnoespecie *Gastrochaenolites torped*. Se ha propuesto el bivalvo *Lithophaga lithophaga* Linné (o dátil de mar) como el organismo productor más probable, al menos, en el Mediterráneo; ya que este molusco y sus perforaciones pueden ser encontradas a cualquier profundidad entre 0 y 20 m. Dichos taxones no suelen ser considerados como buenos indicadores de niveles del mar fósiles. Sin embargo, varios trabajos en el Mediterráneo han demostrado que, cuando presentan una alta densidad de aparición y se encuentra asociados a rasgos morfológicos erosivos vinculados a niveles del mar estables, *Gastrochaenolites* puede ser utilizado como un excelente referente de profundidades entre 0 y 2 m (Stiros et al., 1992). Por otro lado,

las pequeñas perforaciones circulares y elípticas que aparecen acompañando a *G. torpedo* se han identificado como el icnotaxón *Entobia* isp., interpretadas como bioerosiones producidas por esponjas clionidas. La icnoasociación formada por *Gastrochaenolites* y *Entobia* es muy similar a la Icnofacies de *Entobia* descrita por Bromley y Asgaard (1993), característica de medios infralitorales con substrato rocoso, de aguas muy agitadas y con bajas tasas de sedimentación. Por otro lado, las relaciones de sobreimpresión observadas entre *Gastrochaenolites* y *Entobia* parecen reflejar el solapamiento de dos icnocenosis distintas durante el proceso transgresivo. La primera icnocenosis (b en Fig. 1C) estaría formada por las perforaciones de *Entobia* que truncan la superficie de los *Gastrochaenolites* ya existentes, indicando condiciones algo más profundas que la segunda (a en Fig. 1C), compuesta exclusivamente por perforaciones aisladas de *Gastrochaenolites*. De esta forma, la formación de la plataforma de abrasión y de la base del socave habría precedido a la del resto del cortejo erosivo suprayacente, que sólo habría permanecido sumergido cortos periodos de tiempo y a escasa profundidad. Así pues, y aunque el alto nivel marino habría dejado su marca erosiva más evidente a +5 m, la cota máxima alcanzada sería, al menos, la de +5,52 m.

Discusión

En Haití, Dumas et al. (2006), a partir de nuevas dataciones y criterios geomorfológicos, confirman la edad de una doble terraza coralina asignada al MIS 5.5. El nivel marino se situaba inicialmente a +5 m en 130,5 ka y, posteriormente, a +2,7 m en 123-122 ka (U/Th). En Baleares, Hillaire-Marcel et al. (1996) definen dos altas paradas marinas en el OIS-5e, a 135 y 117 ka, y Ginés et al. (2002), datan espelotemas freáticos sobre el datum actual en 130 y 120-110 ka. Goy et

al. (1995), en la zona Atlántica-Mediterránea del Estrecho, presentan el subestadio 5e en dos ascensos marinos a 132 ka y 125-117 ka. Nuestra propuesta morfosedimentaria es el reconocimiento en Gibraltar de dos altas paradas marinas durante OIS-5e, posiblemente coincidentes con las de Goy et al. (1995). La primera transgresiva, a +5,0 m, con un amplio y marcado socave, cuevas, abrigos, cantiles y un cortejo bioerosivo de ascenso eustático. La segunda regresiva, a +1,5 m, con pequeñas rasas mareales y una secuencia generalizada de playa-duna-suelo rojo.

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).

Bibliografía

- Bromley, R.G. y Asgaard, U. 1993. Endolithic community replacement on a Pliocene rocky coast; *Ichnos*, 2: 93-116.
- Dumas, B., Hoang, C.T. y Raffy, J. 2006. Record of MIS 5 sea-level highstands based on U/Th dated coral terraces of Haiti; *Quaternary International*, 145-146: 106-118.
- Ginés, J., Tuccimei, P., Fornós, J.J., Ginés, A., Gràcia, F. y Vesica, P.L. 2002. Los espelotemas freáticos de las cuevas costeras de Mallorca: su contribución al estudio del Cuaternario; *Boletín de la SE-DECK*, 3: 76-91.
- Goy, J.L., Zazo, C., Silva, P.G., Lario, J., Bardají, T. y Somoza, L. 1995. Evaluación geomorfológica del comportamiento neotectónico del Estrecho de Gibraltar (Zona Norte) durante el Cuaternario; *IV Coloquio Internacional sobre el enlace fijo del Estrecho de Gibraltar*: 51-69, Sevilla. SECEG, Madrid.

- Hillaire-Marcel, C., Gariépy, C., Ghaleb, B., Goy, J. L., Zazo, C. y Cuerda Barceló, J. 1996. U-Series measurements in Tyrrhenian deposits from Mallorca. Further evidence for two Last-Interglacial high sea levels in the Balearic Islands; *Quaternary Science Reviews*, 15: 53-62.
- Hoyos, M., Lario, J., Goy, J.L., Zazo, C., Dabrio, C.J., Hillaire-Marcel, C., Silva, P.G., Somoza, L. y Bardají, T. 1994. Sedimentación kárstica: Procesos morfosedimentarios en la zona del Estrecho de Gibraltar. En: Rodríguez-Vidal, J.; Díaz del Olmo, F.; Finlayson, J.C. y Giles, F. (Eds.). *Gibraltar during the Quaternary*; AEQUA Monografías, 2, 36-48, Sevilla.
- 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, L.M., Cáceres, M., Abad, F., Ruíz, F.J., Gracia, A. y Martínez-Aguirre, A. En prensa. Gorham's Cave in the wider context of a neotectonic-eustatic model of the evolution of the Rock of Gibraltar. En: Finlayson, C., Rodríguez-Vidal, J.; Giles, F.; Stringer, C. y Carrión, J.S. (Eds.): *Where the last Neanderthals lived – a study of Neanderthal and Modern Human behavioural ecology in a glacial refugium (Gorham's Cave, Gibraltar)*; Oxbow, Oxford, UK.
- Stiros, S.C., Arnold, M., Pirazzoli, P.A., Laborel, J., Laborel, F. y Papageorgiou, S. 1992. Historical coseismic uplift on Euboea Island, Greece; *Earth and Planetary Science Letters*, 108: 109-117.
- 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.