

Las playas cementadas del “Antropoceno” de Bizkaia, País Vasco: origen y degradación

The “Anthropocene” beach-rocks of Bizkaia, Basque Country: origin and degradation

Victoriano Pujalte¹, Humberto Astibia¹, Fernando Aizpiri² y Aitor Payros¹

¹ Departamento de Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Barrio Sarriena s/n, 48940, Leioa, Bizkaia. victoriano.pujalte@ehu.eus, humberto.astibia@ehu.eus, a.payros@ehu.eus

² Lurgintza, Ingeniería Geológica. C/ Euskalduna, 5, 48008 Bilbao, Bizkaia. faizpiri@lurgintza.com

ABSTRACT

The Altos Hornos de Vizcaya Siderurgy dumped into the sea nearly 30 million tons of waste between 1902 and 1966. Most of it settled and consolidated on the shelf bottom but wave currents dragged a significant fraction to the shoreline, where it became quickly cemented. The resulting beachrocks have two main parts, the lower one being conglomeratic and strongly cemented, the upper one dominantly sandy and weakly cemented. After cessation of the dumping, lack of sedimentary supply prompted the erosion of the beachrocks in two different ways: by attrition and by uprooting of large blocks during storms in the lower part; and by block collapse after excavation at its base in the upper one, followed by disaggregation of the collapsed blocks. Erosion is currently progressing more rapidly in the upper sandy part, which is estimated to be completely removed after two or three decades.

Key-words: Anthropocene, beachrock, industrial waste, erosional processes, Bizkaia province.

Geogaceta, 57 (2015), 123-126.
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Introducción

Es un hecho cada vez más evidente que los procesos geológicos y biológicos naturales están siendo alterados significativamente por la actividad humana, especialmente la ligada a la industrialización. Ello llevó a Crutzen y Stoermer (2000) a proponer el término Antropoceno para designar el intervalo geológico en el que los efectos de la influencia antrópica son evidentes. Tres playas cementadas de la costa de Bizkaia (Arrigunaga, Tunelboca y Gorrondatxe, Fig. 1), creadas tras el vertido al mar de residuos industriales, sobre todo de la extinta empresa Altos Hornos de Vizcaya, son ejemplos claros de tal influencia. Dichas

acumulaciones son consideradas un punto de interés geológico (Diputación Foral de Bizkaia, 1990), son regularmente utilizadas en prácticas y trabajos de campo de asignaturas de la licenciatura y grado de Ciencias Geológicas y, más recientemente del Master de Cuaternario de la Universidad del País Vasco UPV/EHU. De estas últimas actividades, entre otros productos, cabe destacar el informe inédito de Aizpiri (1983) y el Trabajo Fin de Master de Goitia Blanco (2012). Las playas cementadas son citadas asimismo en informes técnicos (por ej., Cruz-Sanjulián *et al.*, 1982, o Azti Tecnalia, 2006), y en trabajos de divulgación en los que se documentan en detalle los componentes de las acumulaciones, con atención

RESUMEN

La siderurgia Altos Hornos de Vizcaya vertió al mar casi 30 millones de toneladas de residuos entre 1902 y 1966. En su mayor parte se consolidaron en la plataforma marina, pero una fracción significativa fue arrastrada al litoral por corrientes de oleaje, donde fue rápidamente cementada. Las playas resultantes tienen dos partes principales, la inferior conglomerática y fuertemente cementada, la superior predominantemente arenosa y débilmente cementada. Tras el cese de los vertidos ambas comenzaron a erosionarse por falta de alimentación, aunque de modo diferente: la parte inferior, por atrición y arranque de grandes bloques durante tormentas; la superior por colapso de bloques tras excavación en sus bases y posterior desagregación de los mismos. Actualmente la erosión progresa más rápidamente en la parte arenosa superior, estimándose que quedará totalmente eliminada en dos o tres décadas.

Palabras clave: Antropoceno, playas cementadas, residuos industriales, procesos erosivos, Provincia de Bizkaia.

Fecha de recepción: 23 de junio de 2014
Fecha de revisión: 22 de octubre de 2014
Fecha de aceptación: 28 de noviembre de 2014

especial a sus ladrillos refractarios (Astibia, 2011, 2012).

Sin embargo, la información sobre estas playas publicada en revistas científicas hasta la fecha es fragmentaria. El primer artículo del que se tiene referencia es el de Knox (1973), en el que las escorias de fundición de Altos Hornos fueron erróneamente consideradas rocas volcánicas. Trabajos posteriores se han interesado sobre todo por los procesos de cementación, inusuales en climas templados como el de Bizkaia (García-Garmilla, 1990; Arrieta *et al.*, 2011; Arrieta, 2014) y, recientemente, por las asociaciones de foraminíferos bentónicos incluidos en sus depósitos (Martínez García *et al.*, 2013). El objetivo de este artículo es



Fig. 1.- A) Mapa general de una parte del litoral de Bizkaia, con indicación de localidades y playas citadas en el texto y de la zona autorizada para vertidos. B) Localización de las playas cementadas o con influencias antrópicas.

Fig. 1.- A) General map of part of the coastal zone of the province of Bizkaia, with indication of localities and beaches mentioned in the text and of the authorized dumping area. B) Location of cemented beaches or with anthropogenic influences.

complementar tales trabajos con nuevos datos y observaciones, principal aunque no únicamente realizadas en la playa de Tunelboca (Fig. 1).

Tipología y dinámica natural de las playas de Bizkaia

La costa de Bizkaia es predominante acantilada, por lo que las acumulaciones de playa sólo ocupan, aproximadamente, un 10% de su perímetro (Cruz-Sanjulián *et al.*, 1982). Los sedimentos naturales de dichas playas pueden agruparse en dos categorías, los movidos por la corriente marina de *longshore* que recorre la costa de oeste a este, y los procedentes de la erosión de acantilados. Los primeros, con mucho los más abundantes, están representados por arenas bioclásticas de un característico color dorado, constituidas en proporciones equivalentes (aunque variable de unas playas a otras) por componentes silíceos y carbonatados (Agirrezabala y Flor, 1988). Los silíceos, principalmente granos de cuarzo, son aportados por los ríos y, en menor cuantía, desde los acantilados. Los carbonatados son fragmentos de conchas de organismos marinos, principalmente lamelibranquios, gasterópodos, equinodermos, balanos y algas rojas (Agirrezabala y Flor, 1988). Los materiales derivados de los acantilados son en su mayor parte de grueso calibre y, salvo excepciones, no llegan a formar grandes acumulaciones.

Los sedimentos de playa siempre se alojan en entrantes de la costa, principalmente en la parte externa de estuarios (p. ej., Somorrostro-Muskiz, Ría de Bilbao, o Ría de Plentzia, Fig. 1A), pero también al fondo de calas y ensenadas controladas por factores litológicos y/o estructurales. El volumen de las acumulaciones de playa y la composición de las mismas depende, entre otros factores, de las dimensiones y orientación de los entrantes costeros. Así, los arenales más extensos se ubican en los estuarios, y están formados mayoritaria o exclusivamente por arenas bioclásticas aportadas por la corriente de *longshore* (Cruz-Sanjulián *et al.*, 1984). Este es el caso también de las playas situadas en calas y ensenadas de dimensiones medias o grandes como las de Barinatxe o las del municipio de Sopela (Figs. 1A y B), que están abiertas al NW. En contraste, en ensenadas como la de Arminza, abiertas al N y protegidas de la corriente de *longshore* por el Cabo Villano y el resalte de Monte Grande, las acumulaciones de playa son modestas y están constituidas casi exclusivamente por depósitos derivados de los acantilados (Fig. 1A). Hay datos que sugieren que, previamente al vertido de materiales industriales, éste debió ser también el caso de las playas de Tunelboca y adyacentes (Fig. 1B), bien por sus modestas dimensiones o porque no recibían sedimentos movidos por la corriente de *longshore*, que probablemente quedaban atrapados en la parte externa de la vecina Ría de Bilbao (Fig. 1).

Creación y estratigrafía de las playas cementadas

Destinada a la producción de acero, la empresa Altos Hornos de Vizcaya se estableció en el año 1902 en la margen izquierda de la Ría del Nervión (Fig. 1A) y, desde entonces hasta 1966 estuvo lanzando al mar mediante gánguiles las escorias de fundición y otros materiales de desecho. Estimaciones del volumen de tales vertidos oscilan entre 24 y 30 millones de toneladas (Aizpiri, 1983; Goitia Blanco, 2012). Según Azti Tecnalia (2006) la zona autorizada para los vertidos se situaba a unos 5 km mar adentro y a una profundidad de entre 62 y 80 m (Fig. 1A). Sin embargo, testimonios recogidos por Aizpiri (1983) y Goitia Blanco (2012) concuerdan en señalar que éstos solían realizarse antes de llegar a dicha zona, quedando a veces bajo la influencia del oleaje. El grueso de los vertidos permanece en la plataforma marina (Azti Tecnalia, 2006; Astibia 2012), pero una fracción significativa fue arrastrada al litoral por corrientes de oleaje. Los mismos testimonios relatan que la consolidación de los depósitos industriales llegados a las playas era relativamente rápida. En Tunelboca descansan directamente sobre estratos eocenos plegados, prueba de que en dicha playa previamente no existían, o eran muy escasos, los depósitos bioclásticos traídos por la corriente de *longshore*. Sondeos someros, sin embargo, han demos-

trado que tales depósitos si existían en la playa de Gorrondatxe aunque su espesor (entre 0,5 y 3 m) es inferior al de la playa cementada que los recubre, que alcanza hasta 7 m (Martínez García *et al.*, 2013).

La estratigrafía de los depósitos cementados es relativamente compleja, y varía de unas playas a otras. Se reconocen sin embargo dos conjuntos mayores, con diferente composición litológica y grado de cementación, que a los efectos de este artículo se han denominado playa conglomerática y playa arenosa (Fig. 2A, B y C). La primera está dominada por fragmentos de tamaño decimétrico de escorias, ladrillos refractarios y del sustrato eoceno, fragmentos que son escasos y dispersos en la playa arenosa, que está mayoritariamente formada por areniscas (Fig. 2C). Los depósitos de ambas playas muestran rasgos típicos de ambiente de *foreshore*, incluyendo segregación de cantos, laminaciones paralelas en *sets* limitados por

superficies erosivas, y una estratificación general suavemente inclinada bien hacia el mar o hacia tierra (Fig. 2A y B). Más significativo, la playa conglomerática aparece fuertemente cementada, en tanto la cementación de la playa arenosa es sólo parcial, y puede desagregarse con relativa facilidad.

En ambas playas se constata estadísticamente una disminución granulométrica hacia tierra, y es posible que exista cierta interdigitación entre ambas. No obstante, en varios perfiles verticales el contacto entre las mismas es brusco (Fig. 2C), y en otros claramente erosivo, hechos que sugieren diferentes periodos de acumulación para el grueso de los depósitos de cada playa. Goitia Blanco (2012) sugiere que la menor granulometría de la playa arenosa pudiera estar relacionado con la introducción de un sistema de microfracturación de los residuos antes de su transporte y vertido.

Degradación de las playas cementadas

La ausencia de arenas bioclásticas en Tunelboca, y su relativa escasez en Gorrondatxe, son pruebas de que en condiciones naturales ambas playas están subalimentadas. Es claro por tanto que su creación o expansión estuvo causada por el aporte de residuos industriales. El cese de los vertidos, y consecuentemente de alimentación, desencadenó por ello su erosión.

La erosión de la playa conglomerática está claramente condicionada por su fuerte cementación. De esta forma, el mecanismo principal es el arranque de bloques tabulares de dimensiones métricas (Fig. 2), verosímilmente durante grandes tormentas o galernas. En efecto, dichos bloques, fueron levantados y arrojados a la parte alta de la playa, y con frecuencia aparecen imbricados (Fig. 1D), procesos



Fig. 2.- A y B) Imágenes reciente y sub-reciente de la playa de Tunelboca, tomadas desde aproximadamente la misma posición. La línea blanca en la imagen de 1981 indica la posición del frente erosivo de la playa arenosa en 2014. Pcl, Playa conglomerática; Par, playa arenosa; Pact, Playa actual. Las flechas blancas en A señalan cuevas y oquedades al pie de la playa arenosa. C) Detalle de la playa de Tunelboca -localización en B-, que muestra el brusco contacto entre ambas playas. D) Ejemplo de bloques tabulares imbricados, arrancados de la playa cementada por oleaje de tormenta.

Fig. 2.- A and B) Recent and sub-recent images of the Tunelboca beach, taken from a similar position. The white line in the 1981 image indicates the position of the erosional front of the sandy beach in 2014. Pcl, conglomeratic beach; Par, sandy beach; Pact, current beach. The white arrows in A indicate caves and cavities at the foot of the sandy beach. C) Detail of the Tunelboca beach -location on B-, showing the sharp contact between the two beaches. D) Example of imbricated tabular blocks pulled out from the conglomeratic beach by storm waves.

que requieren una enorme energía de oleaje. Adicionalmente la playa conglomerática está siendo desgastada por atrición, con desarrollo de formas relacionables con marmitas de gigante, de las que se reconocen toda una gama: incipientes, desarrolladas y coalescentes. Localmente se aprecian también surcos y crestas erosivos perpendiculares a la línea de costa, probablemente relacionados con flujos secundarios.

La erosión de la playa arenosa es diferente, y tiene lugar en tres fases. En primer lugar, el oleaje excava oquedades y cuevas en su base, a veces de varios metros de profundidad (Fig. 2A y B). La segunda fase se concreta en el eventual colapso de los techos de las cuevas, con creación de escarpes verticales. La tercera fase consiste en la paulatina desagregación de los bloques colapsados, que da paso a un nuevo ciclo de erosión.

La comparación de las figuras 2A y 2B sugiere que, al menos hasta 1981, la erosión de la playa conglomerática fue muy intensa, como lo prueban los extensos campos de bloques tabulares imbricados visibles en la correspondiente imagen. El proceso, sin embargo, parece haberse ralentizado desde entonces, probablemente por el desmantelamiento casi completo de la parte alta de la playa conglomerática. Por el contrario, es evidente que la erosión de la playa arenosa permanece activa, como lo demuestran tanto el retroceso generalizado del escarpe vertical que la limita como las numerosas cuevas que jalonan la base del mismo, claro anuncio de futuros colapsos (Fig. 2A).

Si las actuales tasas de erosión se mantienen es previsible que las playas arenosas sean eliminadas en 2 o 3 décadas. Sin embargo, y salvo que se opte por su extracción mecánica, porciones significativas de las playas conglomeráticas quedarán preservadas, dado que los propios sedimentos generados por los procesos erosivos arriba citados, y/o los aportados por la corriente de *longshore*, o incluso los introducidos artificialmente, las están recubriendo y protegiendo (Fig. 2A).

Conclusiones

Las playas cementadas de Bizkaia constituyen un ejemplo arquetípico de acumulación antropocénica. Su creación, en efecto, es consecuencia directa de actividad industrial, y su composición está repleta de lo que Zalasiewicz *et al.* (2014) denominan "tecnofósiles": además de los ya mencionados ladrillos, cuyo origen ha podido ser rastreado en muchos casos hasta las propias fábricas de procedencia (Astibia, 2012), en las mismas han quedado atrapados latas de refresco, plásticos y hasta medias de nylon, que permiten estimar las edades máximas de los niveles encajantes.

En su conjunto, estas playas constituyen entornos de valor patrimonial y poseen gran valor didáctico para la enseñanza de la Geología sedimentaria y la Paleontología. El potencial de preservación de las mismas, sin embargo es reducido. En el caso concreto de la playa de Arrigunaga (Fig. 1B), y por iniciativa de la Diputación Foral de Bizkaia, se procedió a finales de 1998 a la extracción mecánica de casi toda la playa cementada y a su relleno con arenas bioclásticas. Los procesos naturales, por su parte, están erosionando activamente la parte arenosa de las playas de Tunelboka y Gorrondatxe, que previsiblemente quedará totalmente eliminada en unas décadas, en tanto una fracción de la conglomerática será recubierta por nuevos sedimentos. La documentación de la estructura de estas playas deberá realizarse por ello con cierta urgencia.

Agradecimientos

Contribución a los proyectos CLG2011-23770 y CGL2010-18851-BTE (Ministerio de Economía y competitividad) y a los grupos de investigación consolidados IT431-10 y IT834-13 (Gobierno Vasco/Eusko Jaurlaritza). Las sugerencias de los revisores Cristino Dabrio, Juan Ramón Colmenero y Alejandro Robador mejoraron sustancialmente la versión preliminar de este trabajo.

Referencias

- Aizpiri, F. (1983). *Cementación por vertidos industriales en las playas de Vizcaya*. Informe inédito. Departamento Geología, Univ. del País Vasco, 36 p.
- Agirrezabala, L.M., y Flor, G. (1988). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* 84, 5-18.
- Arrieta, N. (2014). *The study of an unusual temperate latitude beachrock formation. Characterization of the Azkorri beach and Tunelboka cove locations*. Tesis Doctoral, Univ. del País Vasco, 406 p.
- Arrieta, N., Goienaga, N., Martínez-Arkarazo, I., Murelaga, X., Baceta, J.I., Sarmiento, A., y Madariaga, J.M. (2011). *Spectrochimica Acta part A: Molecular Biomolecular Spectroscopy* 80, 55-65.
- Astibia, H. (2011). *Recuerdo al mar en Ezkorriz, Tunelboka y Ereño. Propuestas para un arte medioambiental encontrado*. Euskonews, 593, 10 p.
- Astibia, H. (2012). *Tunelboka y Gorondatxe (Getxo, Bizkaia), fósiles humanos para el Antropoceno*. Euskonews, 640, 6 p.
- Azti Tecnalia (2006). *Caracterización de la antigua zona de vertidos de "Altos Hornos de Vizcaya" y evaluación del riesgo actual para la biota*. Informe Interno para Dirección de Aguas, 70 p.
- Crutzen, P. y Stoermer, E. (2000). *Global Change Newsletter* 41, 17-18.
- Cruz-Sanjulián, J., García-Mondéjar, J. y Pujalte, V. (1982). *Estudio preliminar del condicionamiento geológico y características sedimentarias de las playas de Vizcaya*. Informe interno para la Diputación de Vizcaya, 36 p.
- Cruz-Sanjulián, J., García-Mondéjar, J. y Pujalte, V. (1984). *Thalassas* 2, 35-42.
- Diputación Foral de Bizkaia (1990). *Puntos de Interés Geológico de Bizkaia*. Departamento de Cultura, 270 p.
- García-Garmilla, F. (1990). *Kobie* 19, 85-103.
- Goitia Blanco, J. (2012). *La playa cementada de Tunel-Boka, Getxo: arquitectura deposicional y caracteres composicionales*. Trabajo Fin de Master, Univ. del País Vasco, 17 p.
- Knox, G.J. (1973). *Geologie en Mijnbown* 53, 9-12.
- Martínez García, B., Pascual, A., Baceta, J.I., y Murelaga, X. (2013). *Geogaceta* 53, 29-32.
- Zalasiewicz, J., Williams, M., Waters, C.N., Barnosky, A.D. y Haff, P. (2014). *The Anthropocene Review* 1, 34-43.