

## Erosión costera en yacimientos arqueológicos: Guidorio Areoso, Ria de Arousa, Galicia.

### *Coastal erosion in archaeological sites: Guidoiro Areoso, Ria of Arousa, Galicia.*

R. Blanco-Chao<sup>1</sup>, M. Costa-Casais<sup>1</sup>, J.M. Rey-García<sup>2</sup>, X. I. Vilaseco Vázquez<sup>3</sup>

1 Dpto. de Geografía. Universidad de Santiago de Compostela. CP 15782; ramon.blanco@usc.es

2 Parque Arqueológico da Arte Rupestre Campo Lameiro. CCEOU. Xunta de Galicia; jose.manuel.rey.garcia@xunta.es

3 Grupo de Estudos para a Prehistoria do Noroeste. Departamento de Historia I. Universidade de Santiago de Compostela; jose.ignacio.vilaseco.vazquez@xunta.es

**Resumen:** El islote Guidoiro-Areoso, situado en un sector de bajos rocosos de poca profundidad de la Ría de Arousa está formado al sur por un islote rocoso granítico sobre el que se ha instalado un complejo dunar, y al norte por un lóbulo arenoso. Se ha documentado la existencia de una intensa ocupación humana en el islote entre el Neolítico y la Edad del Bronce, incluyendo un uso funerario y una ocupación estacional. Durante el último decenio la erosión marina ha dejado al descubierto nuevas evidencias arqueológicas, introduciendo un alto riesgo de destrucción de las estructuras descubiertas. A partir del análisis de información aeroespacial entre 1945 y 2013 se ha verificado un comportamiento morfodinámico caracterizado por la rotación del lóbulo arenoso, con una magnitud máxima de 14.15° hacia el este entre 1956 y 1984. Entre 1984 y 2000 se produce además su desconexión del islote rocoso, manteniendo la rotación e iniciando un desplazamiento progresivo hacia el este. Entre 1945 y 2013 la superficie dunar vegetada del lóbulo se ha reducido en un 28%. Si bien el proceso erosivo se ha relacionado con el ascenso del nivel del mar, la rotación del lóbulo implica desplazamientos sedimentarios que han podido causar la erosión de la playa y los frentes dunares.

**Palabras clave:** Geoarqueología, erosión, dunas.

**Abstract:** *Guidoiro-Areoso is a small islet surrounded by rock shoals at a low water depth. It is formed by a granitic outcrop covered by a dune complex, with a sand lobe elongated to the north. Intense evidences of human occupation between Neolithic and Bronze Age were detected at the site, including funerary use and seasonal occupations. During the last decade new archaeological evidences were exposed by marine erosion introducing an important risk of destruction to the structures discovered. Using a set of aeroespacial information from 1945 to 2013 we found a morphodynamic behavior characterized by the rotation of the north sand lobe, with a maximum rotation of 14.15° between 1956 and 1984. Between 1984 and the year 2000 the north sand lobe and dunes remained disconnected from the rock island, maintaining the rotation but now with a progressive shift to the east. Between 1945 and 2013 the extension of the vegetated dunes of the north lobe were reduced in 28%. Although the erosion of the dune fronts has been related to the rising sea-level, the rotation of the sandy lobe implies sand movements that can cause the erosion of the beach and the dune fronts.*

**Key words:** geoarchaeology, erosion, dunes

### INTRODUCCIÓN

Guidoiro Areoso es un pequeño islote localizado al oeste de la Illa de Arousa, en el interior de la Ría de Arousa. Se sitúa en un conjunto de pequeños islotes y bajos alineados en dirección ONO-ESE constituidos por rocas graníticas de grano medio y grueso con un denso patrón de fracturación (Fig. 1). El sector situado entre los islotes Guidoiro Areoso y Guidoiro Pedregoso corresponde a una zona con menos de 5 m de profundidad, con numerosos afloramientos rocosos, si bien la mayor parte de los fondos están compuestos por acumulaciones de sedimentos que al menos en la actualidad están dominados por una importante población de *mäerl*.

El islote Areoso presenta una forma en planta con dos sectores separados por un estrechamiento central, siendo el meridional esencialmente rocoso aunque cubierto por sedimentos eólicos. El sector norte se caracteriza por la existencia de un lóbulo arenoso, con unas dimensiones aproximadas de unos 300 m de largo por 160 m de ancho y con un sistema dunar parcialmente vegetado.

Por su situación en la parte interna de la Ría de Arousa se trata de un sector de baja energía del oleaje. No se dispone de datos de altura, periodo o dirección del oleaje en este sector, por lo que la caracterización del régimen energético solamente puede derivarse a partir del punto SIMAR 1043070, con un 70% del oleaje entre 1 y 2.5 m de altura significativa y periodos entre 8 y 10 seg. La dirección de procedencia es de un 88% del

oleaje entre O y NNO y solamente un 9.5% procede del OSO-SO.

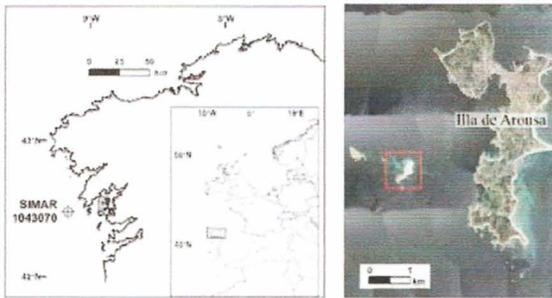


FIGURA 1. Localización del islote Guidoiro Areoso

Tres campañas de excavación arqueológica realizadas a finales de la década de los años ochenta del pasado siglo permitieron documentar la existencia de una intensa actividad funeraria y habitacional en el islote durante el Neolítico Final y los inicios de la Edad del Bronce (Rey, 2011). En los últimos ocho años la desaparición de la arena de las playas ha dejado al descubierto nuevas evidencias de ocupación prehistórica. Todas ellas se encuentran en la zona intermareal, o muy próximas a ella, ya que el interior del islote está completamente cubierto por la duna (Rey García y Vilaseco Vázquez, 2012).

En total se conocen cinco túmulos funerarios de pequeño tamaño, de entre 6 y 10 m de diámetro. Cuatro poseen cámaras megalíticas poligonales clásicas, mientras que el quinto, localizado en la excavación bajo una capa de arena de más de 2 m, presenta una extraña cámara oblonga formada por una veintena de piedras de pequeño tamaño. Este es, además, el único para el que tenemos datos cronológicos, ya que apareció relacionado a abundante material cerámico adscribible a mediados del III milenio AC y sobre el se localizó una ocupación, con cerámica campaniforme, datada en torno a 2225-1950 cal AC (GrN-16108: 4020±40 BP). También se han localizado dos pequeñas cistas sin túmulo, posiblemente funerarias. Asimismo, por toda la zona sur del islote se localizan amplias superficies de niveles sedimentarios no eólicos, posiblemente paleosuelos, en las que se recuperan enormes cantidades de materiales arqueológicos. Algunos de ellos podrían extender la ocupación prehistórica del islote hasta momentos avanzados de la Edad del Bronce (López-Romero et al, en prensa) (Fig. 2).

Los estudios arqueológicos ya apuntan a que la posición de estas evidencias arqueológicas se pueda deber a variaciones del nivel del mar en los últimos milenios, y citan la posibilidad de que este islote estuviese unido al continente a modo de península en el Holoceno Medio (Rey García y Vilaseco Vázquez, 2012). Los estudios realizados en la costa continental atlántica confirman el establecimiento de condiciones marinas hace unos 5000 años (Feal-Pérez et al., 2014)

si bien no alcanzó su cota actual hasta después del 3500 BP (Costas-Otero, 2008, Costas-Otero et al., 2009).

## MÉTODOS

Se ha analizado un conjunto de información aeroespacial correspondiente a los años 1945, 1956, 1980, 1984, 1999, 2000, 2003, 2008, 2010, 2011, 2012 y 2013. Los fotogramas entre los años 1945 y 2000 son pares estereoscópicos que fueron georreferenciados mediante software SIG; las imágenes de los años 2003 a 2010 son ortofotografías PNOA, y las la información entre 2011 y 2013 corresponde a imágenes del satélite QuickBird obtenidas de Google Earth.

Se analizaron las series de oleaje entre los años 1958 y 2012 del punto SIMAR 1043070 (Puertos del Estado), y los datos del mareógrafo de Vigo (PSMSL).

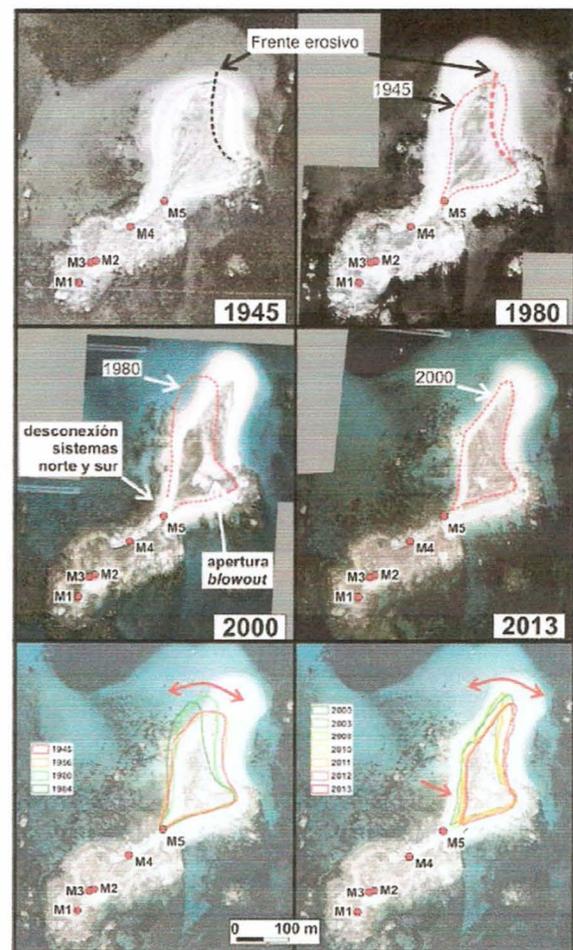


FIGURA 2. Rotación del lóbulo arenoso norte entre 1945 y 2013. M1 a M5 corresponde a la posición de las principales estructuras funerarias.

## RESULTADOS

Del análisis de imágenes aéreas entre 1945 y 2013 se ha verificado un comportamiento morfodinámico muy activo caracterizado por la rotación del lóbulo arenoso

norte (Fig. 2). Entre 1956 y 1984, aún considerando la menor resolución temporal de las imágenes, el lóbulo parece presentar una tendencia a rotar hacia el oeste, con una magnitud total de  $14.15^\circ$ . Entre 1984 y 2000 se produce un cambio en la rotación del lóbulo, que rota  $11.5^\circ$  hacia el este, produciéndose además la desconexión de los sistemas dunares norte y sur. Entre los años 2000 y 2013, la magnitud de la rotación del lóbulo y del sistema dunar norte son siempre de menor magnitud, con un máximo de  $4^\circ$  hacia el oeste entre 2000 y 2003. A partir del año 2000 tras la desconexión de los sistemas dunares norte y sur se observa además un desplazamiento hacia el este del conjunto del lóbulo norte y el sistema dunar.

Durante el período estudiado se ha podido verificar una reducción neta de la superficie dunar vegetada del lóbulo arenoso entre 1945 y 2013 de  $5900 \text{ m}^2$ , una pérdida del 28% de la superficie dunar vegetada cartografiada en 1945. La erosión del sistema dunar y la consiguiente exhumación y destrucción de los yacimientos se produce en un contexto de ascenso del nivel del mar con tasa en el mareógrafo de Vigo de  $2.35 \text{ mm/año}$  (PSMSL). Sin embargo no se han constatado procesos erosivos en el entorno cercano que pudieran achacarse a un efecto transgresivo, por lo que la hipótesis más plausible es que la rotación del lóbulo puede ser el mecanismo responsable de la erosión.

La pauta de rotación del lóbulo no parece mostrar un carácter cíclico, al menos en el plazo de tiempo analizado. Sin embargo en las imágenes correspondientes a 1945 y 1956 se puede observar nítidamente la marca de un escarpe erosivo en el flanco este, pero frente al cual ya se habían desarrollado dunas embrionarias. La posición de dicho frente coincide con el alcanzado en 1980 tras la rotación del lóbulo hacia el oeste, lo que sugiere que el proceso se mantiene desde antes de la primera imagen analizada. A partir del año 2000 se produce la desconexión de los sistemas dunares norte y sur. Desde entonces, especialmente de 2003 hasta 2013, la rotación del lóbulo norte se mantiene predominantemente hacia el este con magnitudes inferiores a  $3^\circ$ , pero ahora con un desplazamiento neto del complejo también hacia el este. En el año 2000 también se identifica la apertura de un *blowout* orientado hacia el NE, que en los años posteriores es progresivamente fitoestabilizado.

Los cambios en el sentido y magnitud de la rotación del lóbulo podrían responder a cambios en el régimen de oleaje, sin embargo los datos de altura y dirección de procedencia del oleaje del punto SIMAR 1043070 no muestran cambios significativos y tampoco se detectan coincidencias entre eventos de aumento de la altura de ola o cambios de dirección de procedencia. Sí se apunta una correlación entre el sentido de rotación y la reducción del sistema dunar. Durante los periodos de rotación hacia el este el sistema dunar registra los

episodios de menor reducción o incluso de incremento de la superficie dunar vegetada (Fig. 3).

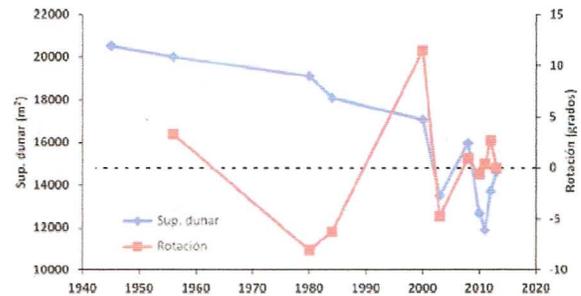


FIGURA 3. Variación en la superficie dunar vegetada y en la magnitud de la rotación del lóbulo arenoso (positivo: rotación al este, negativo: rotación al oeste).

Aparentemente el stock de arena en la zona inmediatamente adyacente al islote no experimenta una reducción significativa. Es importante señalar que el cálculo de reducción del complejo dunar se ha realizado en base a la superficie dunar vegetada, la única que puede identificarse claramente en todos los fotogramas. Sin embargo, la reducción de dicha superficie no implica necesariamente una reducción del volumen de arena que constituye el lóbulo. Al correlacionar la magnitud y dirección de rotación con las variaciones en la superficie dunar aunque muy débil, se puede detectar una tendencia a que el incremento de la superficie dunar vegetada se produce en los periodos de rotación hacia el este. El hecho de que las estructuras arqueológicas más afectadas por la erosión, aunque no las únicas, se sitúan en el flanco occidental del islote, podría sugerir que el sistema del lóbulo y el complejo dunar afectado se mantienen mediante el trasvase de sedimento hacia el norte durante los periodos de rotación hacia el este. Pese a que aparentemente se incrementa la erosión de los yacimientos situados en el flanco oeste del islote, el trasvase de sedimentos podría explicar la tendencia a una mayor estabilización del sistema dunar, contrariamente a los periodos de rotación al oeste. Durante los periodos de rotación al oeste, podría producirse un incremento de sedimento en la playa occidental, lo que disminuiría la exposición de las estructuras arqueológicas. Pero por el contrario se produciría una erosión más severa en el flanco oriental.

## CONCLUSIONES

Aunque el papel del ascenso del nivel del mar puede no ser despreciable, la erosión de los yacimientos arqueológicos en el Islote Guidoiro Areoso parece estar en relación con la existencia de un

mecanismo de rotación del lóbulo arenoso norte. La rotación establece un trasvase de sedimento que origina una reducción del volumen de arena en el flanco occidental del islote, dando lugar a una mayor exposición de las estructuras arqueológicas.

Pese a detectarse una reducción neta de la superficie dunar vegetada, la erosión del complejo dunar causada por la rotación del lóbulo no impide que las dunas se regeneren y estabilicen rápidamente.

La identificación de los procesos morfosedimentarios en un contexto arqueológico como el de Guidoiro Areoso puede contribuir a un mejor conocimiento de la evolución de la ocupación humana desde el Holoceno Medio, así como servir para diseñar medidas de protección del patrimonio arqueológico.

#### AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue realizada bajo los proyectos de investigación CPC2014/009 y R2014/001 financiados por la Xunta de Galicia.

#### REFERENCIAS

- Costas Otero, S. 2008. *Origen y evolución del conjunto playa-duna-lagoon de Cíes (Parque Nacional Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia)*. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 191 pp.
- Costas, S., Muñoz Sobrino, C. Alejo, I., Pérez-Arlucea, M. (2009) Holocene evolution of a rock-bounded barrier lagoon system, Cíes Islands, northwest Iberia. *Earth Surface processes and Landforms*, 34: 1575-1586.
- Feal-Pérez, A., Blanco-Chao, R., Ferro-Vázquez, C., Martínez-Cortizas, A., Costa Casais, M. (2014) Late-Holocene storm imprint in a coastal sedimentary sequence (Northwest Iberian coast). *The Holocene*, 24: 477-488.
- López-Romero, E., Güimil Fariña, A., Mañana-Borrazás, P., Otero Vilariño, C., Prieto Martínez, M. P., Rey García, J.M. y Vilaseco Vázquez, X.I. (e/p). Ocupación humana y monumentalidad durante la Prehistoria Reciente en el islote de Guidoiro Areoso (Ría de Arousa, Pontevedra). Investigaciones en el marco de las dinámicas litorales atlánticas actuales. *Trabajos de Prehistoria*.
- Rey García, J.M. (2011). Guidoiro Areoso (Illa de Arousa, Pontevedra): un pequeño islote con una intensa ocupación entre el Neolítico Final y la Edad del Bronce. In: P. Prieto Martínez & L. Salanova (coord.) *Las comunidades campaniformes en Galicia: cambios sociales en el III y II milenios BC en el NW de la Península Ibérica*. Pontevedra: Deputación de Pontevedra: 201-210.
- Rey García J.M. y Vilaseco Vázquez, X.I. 2012. Guidoiro Areoso. Megalithic cemetery and prehistoric settlement in the Ria de Arousa (Galicia, NW Spain). In: A. Campar Almeida, A.M.S. Bettencourt, D. Moura, S. Monteiro-Rodrigues, M.I. Caetano Alves (eds), *Environmental changes and human interaction along the western Atlantic edge. Mudanças ambientais e interação humanana fachada atlântica ocidental*. Coimbra, APEQ – Associação Portuguesa para o Estudo do Quaternário: 243-258.