

## Tasas de erosión en las playas de Andalucía: el efecto de infraestructuras costeras longitudinales y urbanización

### *Beach erosion rates along Andalusian beaches: the effect of sea-defense infrastructures and built-up coastal areas*

A. Prieto, M.P. Díaz, J. Ojeda y J.I. Álvarez

Dpto. Geografía Física y Análisis Geográfico Regional, Facultad de Geografía e Historia, Universidad de Sevilla. C/ Doña María de Padilla s/n 41002 (Sevilla). E-mail: pcampos@us.es, pilard@us.es, zujar@us.es, jalvarez2@us.es

**Resumen:** La presencia de infraestructuras antrópicas (tanto longitudinales como transversales) y la urbanización en contacto con las playas expuestas supone la modificación de la dinámica litoral, imposibilitando el ajuste del perfil de estas al oleaje. Este trabajo presenta la distribución de estos elementos a lo largo de las playas expuestas del frente costero andaluz para el período 1956-2011, analizando el comportamiento de las tasas de erosión en un período reciente (2001-2011) de los tramos afectados por los mismos y su comparación con el período anterior (1977-2001). El *proxy* utilizado para el cálculo de erosión (límite interno del *backshore*) proporciona un alto porcentaje de playas estables que, observando el período precedente, revelan un comportamiento mayoritariamente erosivo (causa de la construcción de infraestructuras) o una disminución de los procesos de acumulación (déficit sedimentario). De ello se deduce una alta vulnerabilidad de estos tramos a pesar de la “estabilidad” que refleja el *proxy* utilizado para el último período.

**Palabras clave:** infraestructuras costeras, urbanización, erosión de playas expuestas, Andalucía.

**Abstract:** *Sea-defense infrastructures (both longitudinal and transversal) and built-up areas in contact with exposed beaches along the Andalusian coast generate the modification of coastal dynamics and unables the adjustment of the beach profile to wave action. This paper presents the distribution of sea-defense infrastructures along the exposed beaches in Andalusian coast during the period 1956-2011, by analyzing the recent behavior (2001-2011) of sections affected by coastal defense infrastructures and changes of the erosion rates in relation with the precedent period (1977-2001). The proxy used for erosion rates calculation (inner limit of backshore) causes a high percentage of stable beaches which, observing the preceding period, shows a mostly erosive behavior (the reason for the construction of infrastructure) or a decrease in the accretion rates (reflecting a sedimentary deficit). Despite the "stability" of these sections in the recent period caused for the proxy used, these are the sections with high vulnerability.*

**Key words:** Coastal infrastructures, built-up areas, exposed beaches erosion rates, Andalusia

### INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

En Andalucía se ha observado un claro aumento de las playas afectadas por la presencia de alguna construcción antrópica (inmueble o infraestructura) entre 1956 y 2011, especialmente en la fachada mediterránea, donde el alto valor de inmuebles e infraestructuras elevan exponencialmente la vulnerabilidad ante los procesos erosivos costeros (Villar y Ojeda, 2012; Prieto, 2017).

Esta creciente presión antrópica supone un progresivo proceso de artificialización del frente costero y, con ello, de la línea de costa. Dicho proceso impide la correcta y natural oscilación de la misma, teniendo influencia directa sobre los cálculos de tasas de erosión según el criterio o *proxy* utilizado.

En estos casos, las tasas de erosión reflejan un comportamiento estable, forzado por la presencia de infraestructuras. Por ello, se hace necesario un análisis retrospectivo de dichas zonas para observar la tendencia evolutiva anterior al proceso urbanizador.

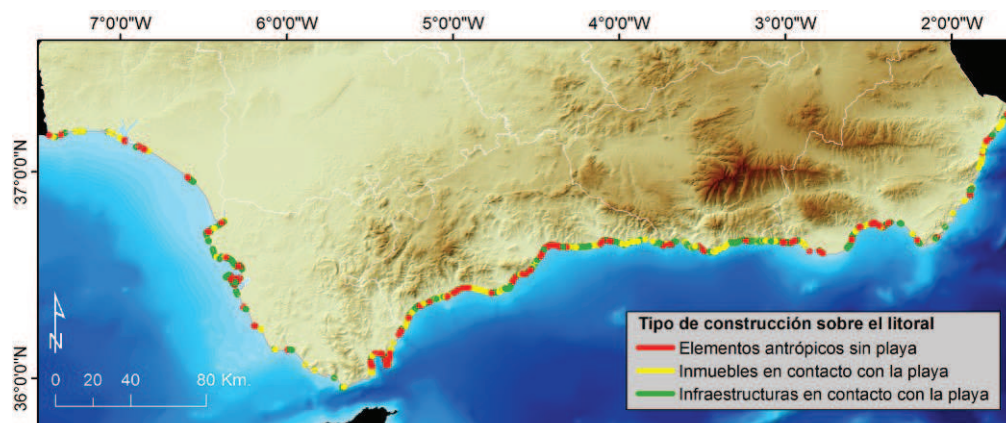
Por todo ello, el objetivo general de este trabajo consiste en cuantificar la evolución de la presencia

antrópica (inmuebles o infraestructuras) sobre las playas y dunas costeras en Andalucía para el período 1956-2011, así como evaluar el comportamiento de los procesos erosivos en estos tramos litorales para los períodos 1977-2011 y 2001-2011.

### ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se centra exclusivamente en las playas expuestas en contacto con alguna construcción antrópica en 2011 (Fig. 1), excluyéndose de este análisis aquellos tramos con playas desaparecidas por la implantación de algún tipo de construcción de primer nivel (por ejemplo, puertos).

En la actualidad, de los 640 km de playas expuestas en Andalucía, 240 km (37,5 % del total) se encuentran alteradas por la presencia de alguna construcción, ya sea inmueble o infraestructura. Estas se concentran mayoritariamente en la fachada mediterránea (202 km suponiendo un 53% del total de playas), mientras en la fachada atlántica solo están afectadas 38 km (15% de las playas de esta vertiente).

FIGURA 1: *Ámbito de estudio.*

## FUENTES Y METODOLOGÍA

Las fuentes y metodología se estructuran en función de los objetivos planteados:

### 1.- Cuantificar la presencia de construcciones (inmuebles o infraestructuras) sobre la playa y duna costera para el período 1956-2011.

**Fuentes:** (i) Ortofotografía de 1956-1957 (Vuelo Americano), pancromático y resolución espacial de 1 m., facilitada por la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM). (ii) Ortofotografías de 1977-1983 (Vuelo IRYDA), pancromático y con 0.5 m. de resolución espacial, facilitada por la REDIAM. (iii) Ortofotografía de 2001-2003, de similar resolución espectral y espacial que la anterior, facilitada por el IECA. (iv) Ortofotografía de 2010-2011, realizada en color (RGB + IRC) y con una resolución espacial de 0.5 m, facilitada por el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA).

**Metodología:** se basa en la fotointerpretación de la presencia de inmuebles e infraestructuras en contacto o sobre la playa a partir de las fuentes de datos de referencia, y digitalización (a escala 1:2.500) mediante el uso del software propietario *ArcGis 10.3*.

### 2.- Evaluar el comportamiento de los procesos erosivos en estos tramos litorales para los períodos 1977-2011 y 2001-2011.

**Fuentes:** dada la escasa calidad geométrica y radiométrica de la Ortofotografía de 1956-1957, se ha optado por su exclusión en el proceso de cálculo de tasas de erosión. Por ello, las fuentes de datos utilizadas son las Ortofotografías de 1977-1983, 2001-2003 y 2010-2011, anteriormente comentadas.

**Metodología:** el proceso metodológico seguido tiene 2 fases:

- Fotointerpretación y digitalización del *proxy* que se utilizará como indicador de línea de costa: en este caso se utiliza el más recomendado por la bibliografía especializada (Del Río, 2007; Ojeda,

2015; Prieto, 2017) para los análisis a medio-largo plazo (límite playa alta *-backshore-*/duna costera *-foredune-*, pie de acantilado o infraestructura).

- Cálculo de tasas con la herramienta *DSAS* (*Digital Shoreline Analysis System*): este software, desarrollado por el *U.S. Geological Survey*, es ampliamente utilizado en la bibliografía específica (Thieler et al., 2009). Para el presente trabajo se ha utilizado un muestreo espacial equidistante de 50 m. para toda la zona de estudio. Para el cálculo se utilizará la tasa de cambio anual o *End Point Rate -EPR-*.

## RESULTADOS

### 1.- Cuantificación de la presencia de construcciones (inmuebles o infraestructuras) sobre la playa y duna costera para el período 1956-2011.

La Fig. 2 muestra un incremento exponencial a lo largo del período de estudio, pasando de algo más de 40 km en 1956 a casi 240 km durante el último año de estudio.

No obstante, los resultados varían según la vertiente y el período de estudio analizado. Se observa como las escasas construcciones en 1956 condicionan los resultados del primer período, obteniéndose porcentajes elevados de aumento de las construcciones sobre las playas (> 125%) pese al escaso ritmo de ocupación durante el período 1956-1977. Los datos absolutos, sin embargo, reflejan los mayores ritmos de ocupación durante el período 1977-2001, sobre todo en la vertiente mediterránea, donde se contabiliza un aumento de casi 70 km (92%) de playas con construcciones. La vertiente atlántica apenas sufre un aumento de 7 km (32%) de playas ocupadas con construcciones para dicho período.

Para el período 2001-2011 se sigue observando un ritmo importante de ocupación, destacando igualmente la vertiente mediterránea con un aumento de 60 km (42%) de playas con construcciones. La vertiente atlántica, por su parte, contabiliza un aumento de 8 km (26%) para dicho período.

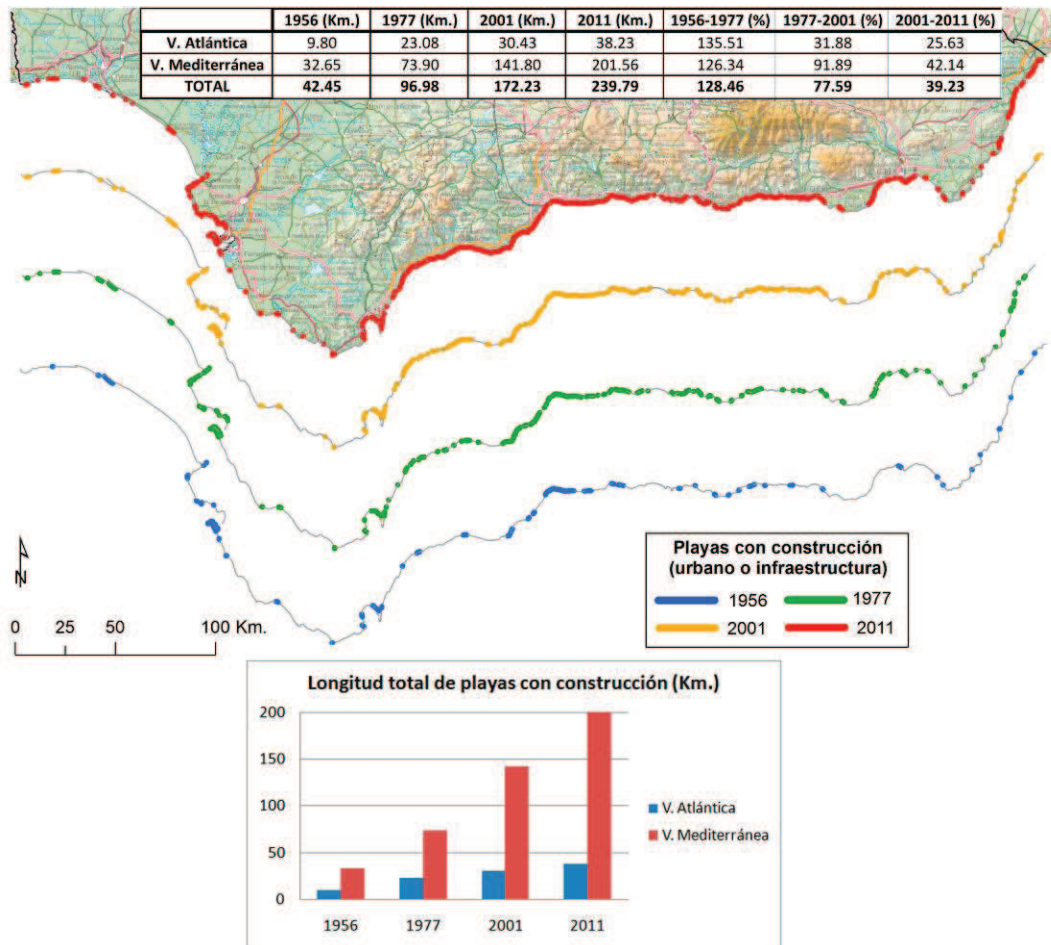


FIGURA 2: Distribución y cuantificación de playas con presencia de construcciones.

## 2.- Evaluación del comportamiento de los procesos erosivos en estos tramos litorales para los períodos 1977-2011 y 2001-2011.

La Figura 3 muestra la situación en Andalucía para el período 2001-2011, reflejando una amplia mayoría de las playas tendentes a la estabilidad (un 72% del total de playas analizadas) debido a la presencia de construcciones, las cuales impiden el retroceso del *proxy* elegido. Un 19% restante manifiesta problemas de erosión, como consecuencia de la construcción reciente sobre el espacio litoral y sólo un 9% refleja procesos de acumulación, bien por la dinámica natural (sectores puntuales de la costa onubense) o por la construcción sobre la playa que hace avanzar la línea que define el *proxy*.

Sin embargo, los sectores estables para el período actual (2001-2011) arrojan datos muy significativos si analizamos su comportamiento en las tasas para el período anterior (1977-2001). El 36% de los tramos actualmente estables reflejaba un comportamiento erosivo, de los cuales el 30% ha sufrido la pérdida de la duna costera. La presencia actual de construcciones antrópicas ha impedido el retroceso del *proxy* aunque siguen siendo tramos sometidos a erosión que incidirá en la disminución de la anchura de la playa alta y media. Por otra parte, un 30% de los tramos estables actuales mostraba una tendencia acumulativa en el

período anterior, ausente en el período actual. De ambos hechos se puede deducir que, a pesar de la apariencia de estabilidad que genera el *proxy* utilizado, se trataría de sectores predominantemente erosivos o con un claro déficit sedimentario, lo cual, dado el valor de las construcciones e infraestructuras expuestas, significaría un incremento de su vulnerabilidad.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En relación a la cuantificación de la presencia de construcciones (inmuebles o infraestructuras) sobre la playa y duna costera para el período 1956-2011, se constata una intensificación de la ocupación antrópica litoral, especialmente a partir de los años 70 en la vertiente mediterránea, ya manifestada en otros trabajos (Villar y Ojeda, 2012). En la actualidad 240 km de los 640 km de las playas expuestas de Andalucía están afectadas (un 34%), mayoritariamente en la vertiente mediterránea.

En relación al análisis del comportamiento de los procesos erosivos en estos tramos litorales para los períodos 1977-2011 y 2001-2011, se constata la importancia del cálculo para varios períodos (Del Río, 2007), revelando tendencias indetectables exclusivamente con el período actual (falsa sensación de estabilidad). Al contrastar los valores de las tasas

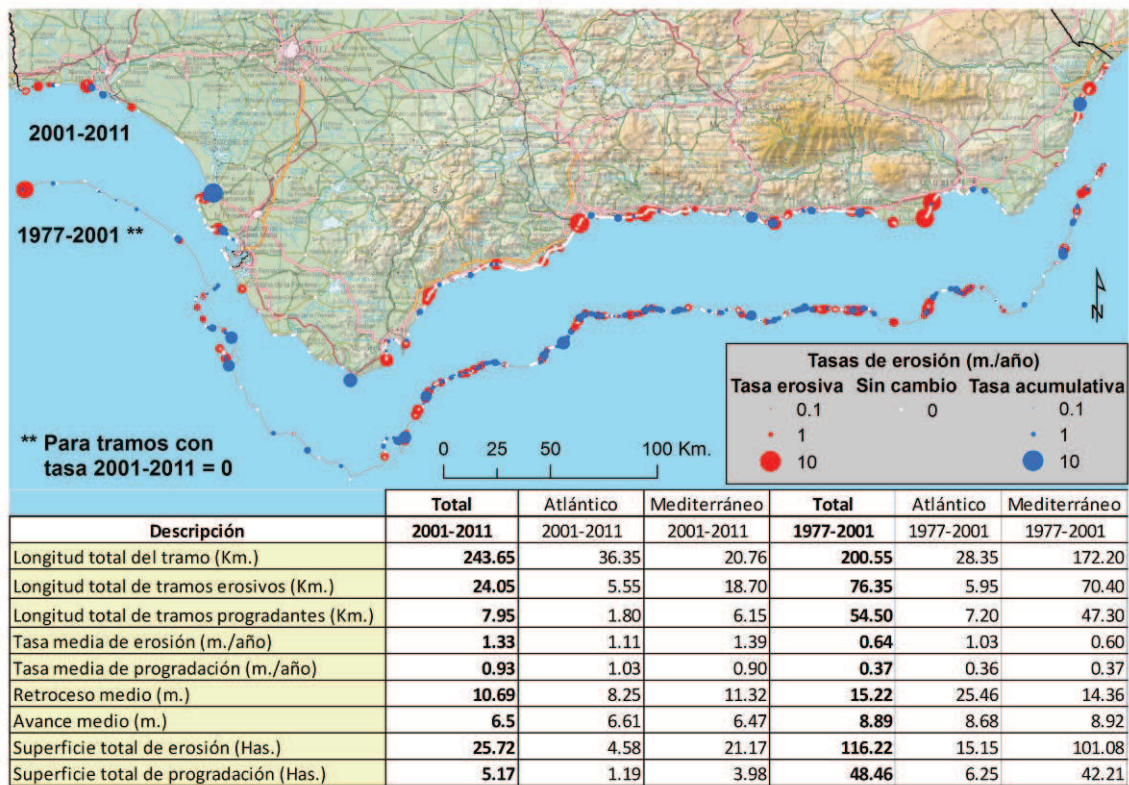


FIGURA 3: Tasas de erosión y estadísticos para los períodos 2001-2011 y 1977-2001.

con el período 1977-2001, para los tramos estables en 2001-2011 (un 72%), se revelan:

- Un número mayoritario de tramos presentaba tasas de erosión evidentes (casi un 36%), generando retrocesos que en el período 2001-2011 son impedidos por las infraestructuras.
- Un 30% presentaban valores positivos durante el período 1977-2001, de lo cual se deriva un actual déficit sedimentario, ya que en estos casos la progradación no está impedida por el proxy.

Por todo ello, frente a la apariencia de estabilidad del último período, los tramos que presentaban valores positivos y negativos en el período precedente marcarían las áreas más vulnerables a los procesos erosivos por el elevado valor de las infraestructuras o inmuebles construidos expuestos a la incidencia directa del oleaje.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad y FEDER a través del proyecto *Espacialización y Difusión Web a escalas de detalle de indicadores de vulnerabilidad de las playas de Andalucía como recurso turístico ante los procesos erosivos* (CSO2014-51994-P).

## REFERENCIAS

- Del Río, L. (2007). *Riesgos de erosión costera en el litoral atlántico gaditano*. Tesis Doctoral. Universidad de Cádiz, Puerto Real. 496 pp.
- Ojeda, J. (2015). Los procesos erosivos de las playas en la nueva "Ley de Costas". Reflexiones desde la geomorfología litoral. En J. Rodríguez y M. C. Núñez (Eds.), *Litoral de Andalucía. Norma y naturaleza* (1ª ed., pp. 13–39). Universidad de Huelva.
- Prieto, A. (2017). Propuesta metodológica para el cálculo, explotación y difusión de líneas de costa y tasas de erosión a medio plazo (1956-2011) en Andalucía. Tesis Doctoral. Inédita. Universidad de Sevilla, Sevilla. 336 pp.
- Thieler, E. R., Himmelstoss, E. A., Zichichi, J. L. y Ergun, A. (2009). *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0- An ArcGIS extension for calculating shoreline change*. United States Geological Survey. Open-File Report 2008-1278.
- Villar, A. y Ojeda, J. (2012). El desarrollo de una base de datos espacial sobre el proceso de urbanización en el litoral de Andalucía: Indicadores del colapso inmobiliario (2004-2007-2009). En *Tecnologías de la información geográfica en el contexto del cambio global* (pp. 427-437). Madrid.