

Aproximación al análisis de sensibilidad geomorfológica-sedimentológica de las playas de Gran Canaria (España).

Approach to the geomorphological-sedimentological sensitivity analysis of the beaches of Gran Canaria (Spain).

C. Peña¹, E. Ariza², P. Fraile³ y L. Hernández Calvento¹

1 Grupo de Geografía Física y Medio Ambiente - Instituto en Oceanografía y Cambio Global (IOGAG). Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. CP35003 (cpenabecarios.ulpgc.es; luis.hernandez.calvento@ulpgc.es)

2 Departamento de Geografía. Universidad Autónoma de Barcelona. CP08193 (eduard.ariza@uab.cat)

3 Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional. Universidad de Sevilla. CP41004 (pfraile@us.es)

Resumen: Las playas canarias son elementos esenciales de la economía de las islas, razón por la cual resulta indispensable conocer sus características geológicas-geomorfológicas. Sin embargo, no existen estudios que abarquen la caracterización de la geología-sedimentología de estas playas. El objetivo de este trabajo es presentar una primera aproximación a un método, basado en indicadores, para estimar la sensibilidad geomorfológica de las playas de Canarias. Esta sensibilidad, definida como la respuesta del sistema playa a los modificaciones generadas por los agentes modeladores, es valorada mediante una *checklist* de 12 variables relacionadas con: 1) la susceptibilidad geomorfológica-sedimentológica, o robustez intrínseca del sistema frente a los agentes modeladores (naturales y antrópicos) a los que se expone; y 2) la resiliencia o capacidad del sistema para absorber de manera elástica los impactos acaecidos durante un período de tiempo. Estas variables han sido valoradas en 34 playas de Gran Canaria. Los resultados demuestran que la susceptibilidad geomorfológica-sedimentológica es generalmente moderada, mientras que la resiliencia es variable. Destacan elementos comunes que aportan fortaleza (estados modales intermedios y disipativos, materiales líticos y sedimentos con granulometrías $>2\Phi$) y debilidad (inexistencia de dunas costeras, ausencia de *beachrocks* y escasa anchura de la zona intermareal).

Palabras clave: Susceptibilidad, resiliencia, sistema-playa, *checklist*, Canarias.

Abstract: *The Canary Islands' beaches are essential elements of the economic sector of the islands, and hence it is essential to know their geological-geomorphological characteristics. However, there are not studies covering geological-sedimentological characterization of these beaches. The aim of this paper is to present a first methodological proposal, based on indicators, to estimate the geomorphological sensitivity of the Canarian beaches. This sensitivity, defined as the response of the beach system to modeling efforts, is assessed by means of a checklist of 12 variables related to: 1) the geomorphological-sedimentological susceptibility, or intrinsic robustness, of one system against the modelers agents (natural and anthropogenic) to which it is exposed; and 2) the resilience, or ability of the system to absorb resiliently the impacts occurring with time. These variables have been valued for 34 beaches of Gran Canaria. The results show that the geomorphological-sedimentological susceptibility generally is moderate, while the resilience is quite variable. Also there are other common remarkable elements that provide strength (modal states intermediate and dissipative, lithic origin of materials and sediment with grain size $>2\Phi$) and weakness (absence of coastal dunes and/or beachrocks and low width of the intertidal zone).*

Key words: *Susceptibility, resilience, beach system, checklist, Canarias.*

INTRODUCCIÓN

Las playas de las islas Canarias están asociadas a geoformas diferenciadas (acantilados, desembocaduras de barrancos, islas bajas, tómbolos o sistemas de dunas activos). Por ello la geodiversidad (geoformas y geología) de las playas es heterogénea, incluso en ambientes próximos dentro de una misma isla. Estas playas son un atractivo primordial para el desarrollo de la industria turística, pilar de la economía de las islas. Hasta ahora, existen estudios realizados por encargos de las administraciones públicas (Pérez-Chacón et al.,

2010; Medina et al., 2007, entre otros) e investigaciones académicas (Di Paola et al., 2011; Bru y Alonso, 2013, entre otras) basados en el análisis de procesos geomorfológicos en playas concretas. Sin embargo, hasta la fecha, no se ha realizado ningún análisis global sobre la sensibilidad de las playas de Canarias, a pesar de ser un aspecto clave para su mantenimiento y gestión integrada.

En este trabajo se plantea un método basado en indicadores que permite aportar información sobre la sensibilidad geomorfológica de las playas y de los parámetros que determinan este aspecto. El concepto de la sensibilidad ha sido definido a nivel climático por

el IPCC (Solomon, 2007) y puede ser extrapolado al sistema playa desde un punto de vista geomorfológico. En este caso se define como la respuesta del sistema playa a las modificaciones ocasionadas por la incidencia de los agentes de modelado (naturales y antrópicos). Esta respuesta está condicionada por: 1) elementos de debilidad intrínseca del sistema o por su susceptibilidad geomorfológica (Füßel, 2007) y, 2) la resiliencia o la capacidad de reorganización y mantenimiento de estructuras esenciales y funciones básicas, tras un acontecimiento que suponga cambios geomorfológicos (Newton y Weichsengartner, 2014, p.124). La finalidad del método es la estimación de la sensibilidad geomorfológica de las playas para facilitar el conocimiento de disfunciones presentes y permitir el establecimiento de prioridades en la gestión.

ÁREA DE ESTUDIO

Se ha seleccionado la isla de Gran Canaria como área piloto para la aplicación de la metodología que se propone en este trabajo. Se entiende que las playas de esta isla son representativas de la diversidad tipológica existente en el archipiélago. Se han seleccionado 34 playas (Fig.1) por la combinación de factores como: 1) la configuración geomorfológica (de la playa y de su entorno), 2) la geología, y 3) su posición geográfica, (condiciones de oleaje, viento y ocupación humana).

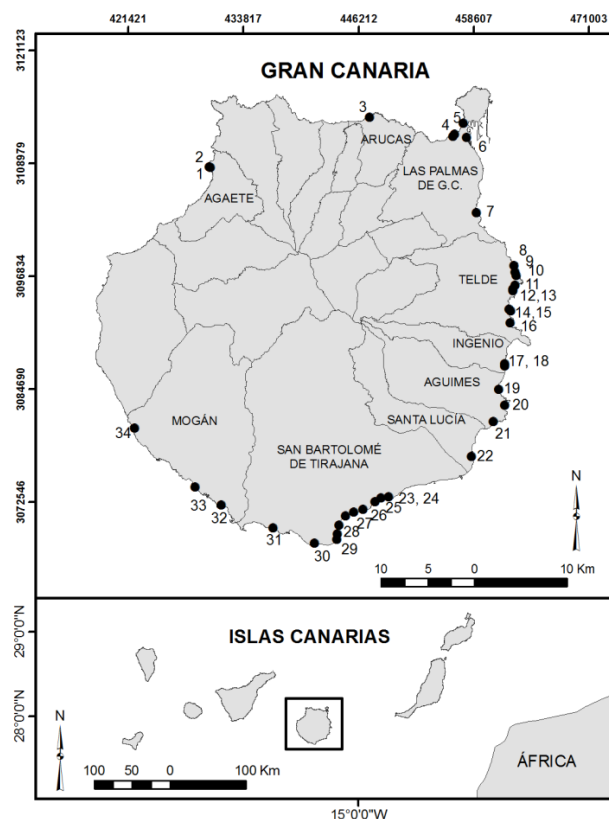


FIGURA 1. Localización de las 34 playas piloto. Los números son identificadores (ID) asociado a las playas seleccionadas. Pueden consultarse en la Fig.2.

METODOLOGÍA

La sensibilidad (SG) de las playas se calcula a partir de un sistema de 12 variables distribuidas en dos subíndices: susceptibilidad geomorfológica (SUS) y resiliencia (RS). Por un lado, las variables que definen la SUS hacen referencia a los elementos geológicos y geomorfológicos que forman la playa, y que permiten identificar aspectos de debilidad o fortaleza intrínseca en cada sistema (estado modal, material de la playa, presencia de dunas costeras, etc). Las variables de resiliencia (RS) definen los cambios que han experimentado las playas. Se basa en dos elementos: los cambios de la línea de costa y la variación de la superficie de la playa seca (Tabla I).

Las variables se miden a partir de unos rangos de valoración establecidos mediante una “escala Likert” (Tabla I) de 0 a 4 para cada variable. 0 es indicativo de una escasa susceptibilidad o resiliencia y 4 lo contrario. El valor de los subíndices (I_s) se calcula a partir de la fracción entre el sumatorio de los valores asignados por variable (V_i) y el sumatorio de los máximos posibles obtenidos en cada subíndice ($V_{p_{máx}}$) (eq.1). El resultado de los subíndices (SUS y RS) se normaliza en valores que oscilan entre 0 y 4, siendo 0 sinónimo de una escasa o nula sensibilidad, y 4 lo contrario.

$$I_s = V_i / V_{p_{máx}} \text{ (eq.1)}$$

Tras ese ejercicio se evalúa la sensibilidad geomorfológica (SG) de cada playa como la fracción entre la susceptibilidad geomorfológica y la resiliencia (eq.2) obtenida en cada una de ellas.

$$SG = SUS / RS \text{ (eq.2)}$$

Una vez establecidas las variables y el método de estimación de éstas, se recopilaron los datos necesarios en las 34 playas piloto seleccionadas. Se utilizaron las siguientes fuentes:

- 1) Fotografías aéreas históricas (año 1962. Geocart-Cabildo de Gran Canaria. Escala 1:16000 (playas del NO, N y E - ID: 1-13) y 1:18000 (playas del E, S y O - ID: 13-34)) y ortofortos recientes (años 2008-2012. GRAFCAN-Gobierno de Canarias. Escala 1:6000/1:25000) utilizadas para la observación de la variación de la línea de costa y la superficie de cada playa en los últimos 50 años.
- 2) Trabajo de campo: realizado para la recogida de muestras y la observación de las geoformas de las playas, tales como bermas, dunas costeras y embrionarias o tipo de material.
- 3) Laboratorio: para la identificación del origen de los sedimentos, la granulometría (ϕ) de la playa seca y el cálculo del estado modal.

Siguiendo la metodología, las playas se valoraron con base al listado de variables propuesto (Tabla I). De este modo, se calculan los subíndices (SUS y RS) y el valor del indicador (SG).

	DENOMINACIÓN DE LA VARIABLES	CÓDIGO	0	1	2	3	4
SUS	Existencia de escalones o bermas	Sus_1	No	-	-	-	Sí
	Presencia de dunas embrionarias en playa seca	Sus_2	Sí	-	-	-	No
	Estado modal de la playa	Sus_3	Disipativa	-	Intermedia	-	Reflejante
	Dunas costeras	Sus_4	Sí	-	-	-	No
	Anchura de la zona intermareal (m)	Sus_5	>100	-	>50	-	<50
	Anchura de playa seca (m)	Sus_6	>75	75-25	24-10	9-1	0
	Material de la playa	Sus_7	>75% cantos	50-75% cantos	25-50% cantos	1-25% cantos	0% cantos
	Naturaleza de los sedimentos	Sus_8	Lítico	-	Lítico/organógeno	-	Organógeno
	Granulometría sedimento de playa (ϕ)	Sus_9	>2	-	0 a 2	-	<0
	Existencia de <i>beachrock</i>	Sus_10	Sí	-	-	-	No
RS	Variación (m) de la línea de costa	RS_1	<-100m	-25m a 100m	-	>0m a -25m	>0 o igual
	Variación (tantos por 1) superficie de la playa seca	RS_2	<-1	-0,15 a -1	-	<0 a -0,15	>0 o igual

TABLA I. Rangos de valoración de las variables establecidas para los subíndices de Resiliencia (RS) y Susceptibilidad (SUS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos demuestran que los valores de susceptibilidad geomorfológica de las playas son, por lo general, moderados (cerca del valor 2) (Tabla II). No obstante, se observan algunos resultados que indican una susceptibilidad elevada: 1) la inexistencia de dunas embrionarias (Sus_2) y de dunas costeras (Sus_4) en las playas implica que en periodos de temporales marinos, estas playas no tienen un almacén de arena que reponga su perfil de equilibrio, haciéndolas más susceptibles ante fenómenos de tipo climático; 2) la anchura de la zona intermareal (Sus_5) es estrecha (>50m) en el 88% de las playas analizadas. Esta zona representa la franja de depósito de sedimentos. Cuanto más estrecha sea, menor será la superficie donde se produce el transporte de sedimentos hacia la playa seca. Esto implica que, en general, no existe una zona amplia para el depósito y transporte de sedimentos en las playas seleccionadas; y 3) la existencia de *beachrocks* (Sus_10) apreciable solo en el 18% de las playas analizadas. Esta geoforma frena la intensidad del oleaje incidente, reduciendo el impacto de temporales marinos sobre la playa.

También se aprecian resultados que indican escasa susceptibilidad en las playas, relacionado con variables como: 1) el estado modal (Sus_3), generalmente, disipativo o intermedio. No se han identificado estados modales de tipo reflejante, relacionados con perfiles batimétricos acusados generados por la incidencia de un oleaje intenso; 2) la naturaleza de los sedimentos (Sus_8) es lítica o una mezcla de proporciones variables entre sedimentos de origen lítico y organógeno. Los sedimentos líticos, de mayor densidad que los organógenos, son menos susceptibles a ser transportados por el oleaje; 3) el sedimento de la playa seca (Sus_9) se caracteriza por tener diámetros finos (>2 ϕ ; <0,25mm) e intermedios (0-2 ϕ ; 1-0,25mm) susceptibles de ser transportados con facilidad. Se observan valores de susceptibilidad moderados en las

variables “presencia de escalones o bermas” (Sus_1) y “material de la playa” (Sus_7) debido a la existencia de valores extremos entre playas. Ambos elementos están vinculados a la naturaleza de los materiales que conforman la playa y su entorno y, por ello, presentan resultados tan diversos. No obstante, la “anchura de la playa seca” (Sus_6) ha obtenido valores moderados (entre 10 y 75m) en el 97% de las playas.

VARIABLES	CÓDIGO	PROMEDIO	DS
Escalones o bermas	Sus_1	2,00	2,03
Dunas embrionarias en playa seca	Sus_2	3,29	1,55
Estado modal de la playa	Sus_3	1,47	0,90
Dunas costeras	Sus_4	3,18	1,64
Anchura de zona intermareal (m)	Sus_5	3,76	0,65
Anchura de playa seca (m)	Sus_6	1,97	0,87
Material de la playa	Sus_7	2,50	1,64
Naturaleza de los sedimentos	Sus_8	1,29	1,29
Granulometría sedimento (ϕ)	Sus_9	0,59	0,92
Existencia de <i>beachrock</i>	Sus_10	3,29	1,55
Variación (m) de línea de costa	RS_1	3,44	0,89
Variación superficie de playa seca	RS_2	1,50	1,89

TABLA II. Valor promedio y desviación estándar de los resultados de las variables de sensibilidad basados en las 34 playas piloto.

La resiliencia presenta resultados diferenciados. La variación de la línea de costa (RS_1) es positiva, excepto en tres playas (El Hombre, Maspalomas y Veneguera) en las que ha retrocedido en los últimos 50 años. La superficie de playa seca (RS_2) es inestable, pues ha variado, en el 65% de las playas.

Entre los casos analizados se aprecia una gradación de la sensibilidad, determinada por la relación existente entre la susceptibilidad y la resiliencia (Fig. 2). Las playas menos sensibles son las que tienen una susceptibilidad geomorfológica escasa y una resiliencia alta, permaneciendo estables en los últimos 50 años (playas de El Inglés, Burrero N, Salinetas S, etc.).

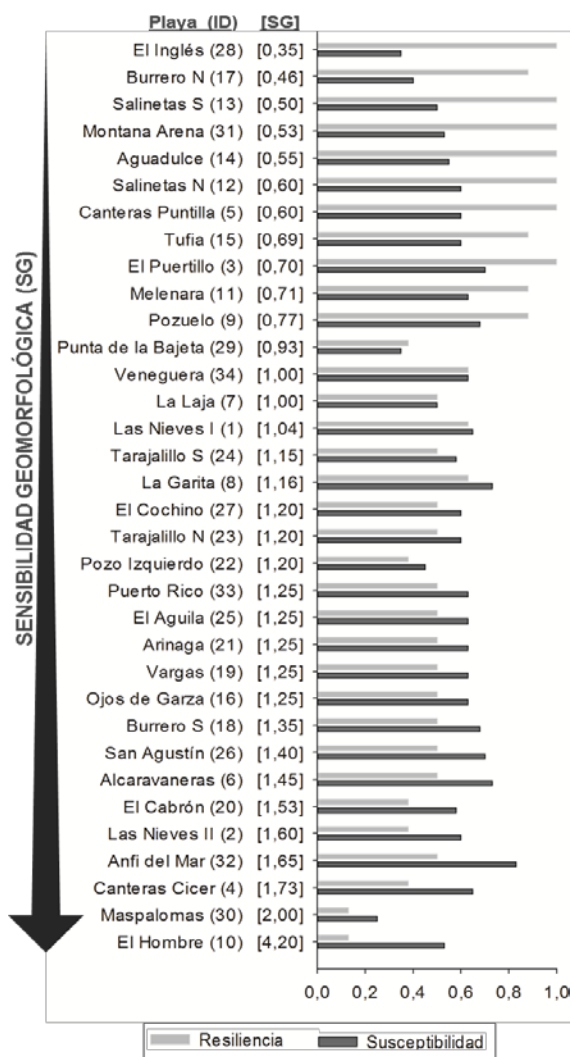


FIGURA 2. Sensibilidad geomorfológica en las playas piloto.

Las playas con escasa resiliencia y elevada susceptibilidad, son las más sensibles (El Hombre, Maspalomas, Las Canteras-Cicer, etc.). También se aprecian playas en las que los valores de ambos subíndices son similares, con una sensibilidad también escasa (Punta de la Bajeta, Veneguera, La Laja o Las Nieves I). El orden de las playas, según sensibilidad geomorfológica, no sigue patrones geográficos, ni relacionados con su ocupación antrópica. Sin embargo, se observa que las playas menos sensibles están vinculadas a la presencia de campos de dunas activos o con actividad reducida; las de sensibilidad intermedia se ubican en desembocaduras de barrancos, mientras que las de sensibilidad elevada se relacionan con procesos erosivos asociados a sistemas de dunas en retroceso (Maspalomas o El Hombre) o a espacios altamente transformados (Anfi del Mar o Las Canteras-Cicer).

CONCLUSIONES

La configuración geológica y geomorfológica de las playas y de su entorno es clave para su sensibilidad. En Gran Canaria, los elementos responsables de la

susceptibilidad geomorfológica se relacionan con la ausencia de dunas embrionarias, dunas costeras, *beachrocks* y una zona intermareal con una anchura escasa. La resiliencia se ve perjudicada por la variación de la superficie de las playas analizadas. Entre los casos analizados, se identifican playas “incapaces” de reorganizar y mantener sus estructuras fundamentales a lo largo del tiempo, como ocurre claramente en las playas de El Hombre y Maspalomas. Estos resultados, además, son importantes en el proceso de planificación de playas pues la geomorfología influye en las actividades e infraestructuras que se desarrollan en su entorno.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es una contribución de los proyectos CSO2010-18150 y CSO2013-43256-R del Plan Nacional de I+D+i, cofinanciados con fondos FEDER. Ha sido desarrollado gracias al programa de ayudas a la investigación del Gobierno de Canarias, cofinanciado con fondos FEDER.

REFERENCIAS

- Bru, E. y Alonso, I. (2013): Evolución Temporal de playa Barca (Fuerteventura, España). *Geotemas*, 14: 135-138.
- Di Paola, G., Iglesias, J., Rodríguez, G., Benassai, G., Aucelli, P. y Pappone, G. (2011): Estimating coastal vulnerability in a meso-tidal beach by means of quantitative and semi-quantitative methodologies. *J. Coastal Research*, 61: 303-308.
- Füssel, H.M. (2007): Vulnerability: a generally applicable conceptual framework for climate change research. *Global Environmental Change*, 17(2): 155-167.
- Medina, R., Camus, P., Requejo, S., Luque, A., Alonso, I., Hernández, L. y Hernández, A. (2007): *Estudio integral de la playa y dunas de Maspalomas (Gran Canaria)*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Newton, A. y Weichselgartner, J. (2014): Hotspots of coastal vulnerability: A DPSIR analysis to find societal pathways and responses. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 140: 123-133.
- Pérez-Chacón, E., Hernández, L., Fernández, E., Romero, L., Mayer, P., Hernández, A., Cruz, N., Fernández, E., Peña, C., Corbalán, Y., Mangas, J., Alonso, I., Rodríguez, S., Sánchez, I. y Cabrera, L. (2010): *Caracterización del sistema sedimentario eólico de La Graciosa (archipiélago Canario)*. Informe final. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. 155 p.
- Solomon, S. (Ed.). (2007): *Climate change 2007-the physical science basis: Working group I contribution to the fourth assessment report of the IPCC (Vol. 4)*. Cambridge University Press.