

Efectos ambientales en playas turísticas de islas oceánicas por tormentas marinas en el actual contexto de aumento del nivel del mar. El caso de Gran Canaria (islas Canarias, España)

Environmental effects on tourist beaches of oceanic islands by marine storms in the current context of rising sea level. The case of Gran Canaria (Canary Islands, Spain)

L. GARCÍA-ROMERO¹, T. CARREIRA-GALBÁN¹, J. A. RODRÍGUEZ-BÁEZ², P. MÁYER¹,
L. HERNÁNDEZ-CALVENTO¹ y A. YÁNES-LUQUE²

1. Grupo de Geografía Física y Medio Ambiente, IOCG. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

2. Territorial Management and Risks Group (GEORIESGOS). University of La Laguna

Resumen: El ascenso del nivel del mar (ANM), y el incremento de la frecuencia y gravedad de las tormentas marinas tienen importantes impactos socioambientales en las zonas turísticas costeras ubicadas en islas oceánicas, que normalmente dependen del turismo. Este estudio tiene como objetivo mostrar los efectos ambientales presentes y futuros de las tormentas marinas ciclónicas (TMC) sobre playas turísticas insulares ante el previsible ANM. La zona de estudio es el SO de la isla de Gran Canaria (islas Canarias, España), y para ello, se analizan datos de oleaje; se cartografían las cotas de inundación costeras obtenidas mediante modelos bidimensionales en condiciones de eventos de tormentas marinas del SO, proyectándose en un escenario previsto de RCP 8.5. Los resultados muestran un aumento en la frecuencia de episodios de borrascas del SO desde la década de los 90 del siglo XX, detectándose 104 eventos que afectan especialmente a las playas. Se discute la posible pérdida de éstas debido a la erosión marina, y a la imposibilidad de respuesta o recuperación tierra adentro por la ocupación de construcciones.

Palabras clave: temporal marino, cambio climático, erosión de playas, Macaronesia, turismo

Abstract: *The sea level rise (SLR), and the increase of the marine storms frequency and severity have important socio-environmental impacts on coastal tourist areas located in oceanic islands, which normally depend on tourism. This study aims to show the present and future environmental effects of cyclonic marine storms (CMS) on island tourist beaches in the face of the foreseeable ANM. The study area is the SW of the Gran Canaria island (Canary Islands, Spain), and for this, wave data is analyzed; Coastal flood levels obtained by means of two-dimensional models under conditions of SW marine storm events are mapped, projecting them in a predicted*

scenario of RCP 8.5. The results show an increase of SW storm events frequency since the 1990s of the 20th century, detecting 104 events, and that especially affect the beaches. The possible loss of these beaches due to marine erosion is discussed, as well as the impossibility of responding or recovering inland due to the occupation by constructions.

Keywords: storm surge, climate change, beach erosion, Macaronesia, tourism.

1. Introducción

Las tormentas marinas han demostrado la vulnerabilidad de muchas poblaciones costeras, especialmente las de uso turístico. La necesidad de proteger los recursos costeros ante el ANM es fundamental para la economía de muchos países, cuya principal fuente de ingresos es el turismo. Al mismo tiempo, estas regiones, especialmente las insulares, suelen especializarse en las actividades asociadas a este subsector, debido a la disponibilidad de recursos naturales accesibles como las playas, los paisajes o el clima (Becken, 2005). En este sentido, el litoral canario es de gran interés, tanto desde el punto de vista natural, como por sus potenciales implicaciones socioeconómicas (Ferrer-Valero *et al.*, 2017). Por esta razón, los objetivos de este trabajo se centran en (i) analizar las condiciones climáticas actuales y futuras asociadas a los eventos de perturbaciones oceánicas que afectan al área de estudio seleccionada y (ii) determinar los efectos ambientales que estos eventos están teniendo –y tendrán en el futuro–, especialmente sobre las playas turísticas.

2. Área de estudio

El área de estudio se sitúa en el municipio de Mogán, al SO de Gran Canaria (figura 1). Más del 6% de los turistas que llegan a Canarias tienen como destino esta localidad; un 23% en el contexto de la isla. La zona analizada se encuentra protegida a sotavento de los vientos alisios (flechas negras al NE de Gran Canaria, Figura 1A),

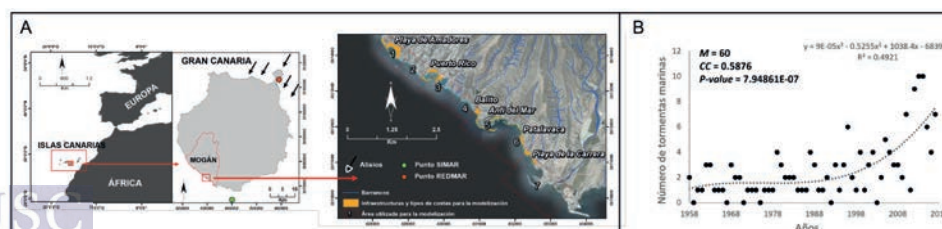


Figura 1. Área de estudio, puntos SIMAR y REDMAR, zonas para la modelización. B. Número de tormentas del SW desde 1958 hasta 2018.

que llegan a las islas a través del anticiclón de las Azores con una dirección N-NE. Sin embargo, está expuesta a los efectos de las tormentas marinas del SO (Yanes-Luque et al., 2021), muy común en la Macaronesia.

3. Metodología

Para el análisis del clima marítimo (tormentas), se utilizaron los datos de viento y oleaje de modelos matemáticos de generación y propagación del oleaje SIMAR-44 (punto 4035005, figura 1) obtenido de la Base de Datos Oceanográfica de Puertos del Estado Español, utilizando el percentil 99 de la altura media diaria de Hs para determinar tormentas marinas (1,7 m para Mogán). También, se trabajaron los datos de condiciones atmosféricas procedentes de los informes meteorológicos de Wetterzentrale (Alemania) y de la Agencia Estatal de Meteorología (España) para determinar la situación sinóptica en el origen y la evolución de las tormentas (Yanes-Luque *et al.*, 2021). El segundo objetivo se abordó con la simulación del oleaje de aguas profundas con la ayuda de modelos numéricos bidimensionales. El nivel del mar de crecida es la suma del nivel de la marea meteorológica y astronómica y el *runup*, cuyo valor, en el caso de proyección para playas, depende de la altura significativa de ola en la línea de costa, el período pico de la ola incidente y la pendiente de esta (Nielsen y Hanslow, 1991), obtenida a través de un modelo digital topobatómico de 2,5 m de resolución espacial. También se utilizó el sistema de modelado costero con la herramienta MOPLA (modelo de evolución morfodinámica, corriente y propagación de olas de playa), y la propagación de ondas espectrales con el módulo OLUCA-SP. Finalmente, para cartografiar las cotas de inundación, se realizaron reclasificaciones ráster sobre un modelo digital del terreno con una resolución de 2 m, utilizando el programa ArcGIS.

4. Resultados y discusión

Los resultados muestran que las playas podrían desaparecer (figura 2, rojo), por la combinación del aumento del número de tormentas desde los años 90, junto al ANM (figura 1, B). De hecho, ya están mostrando signos de vulnerabilidad a los procesos erosivos (tabla 1 y figura 2, verde). Hay que señalar que estas playas tienen una deriva litoral prácticamente nula y se comportan como cápsulas situadas en desembocaduras de barrancos, normalmente entre diques, cuyo aporte de sedimentos/arenas por procesos erosivos es terrígeno, a través de una cuenca hidrográfica no fluvial a la que están asociadas. Así, el aporte de sedimentos de

estas playas es limitado, y sólo se asocia a episodios ocasionales de escorrentía de barrancos, que no se producen durante todo el año, como es el caso de la deriva litoral asociada a los ríos.

Finalmente, la combinación de la pérdida de sedimentos de las playas, el ANM y la urbanización que tiene lugar alrededor de estos sistemas (ver figura 2) dificulta el retroceso de las playas hacia el interior, favoreciendo la desaparición de éstas y rompiendo el modelo/regla propuesta por Bruun (1962).

CLIMA ACTUAL (CA) y ESCENARIO RCP 8.5 (RCP8.5)

Caso de estudio en las playas Media marea: mm Marea alta: ma	¹ Hs (CA)	¹ Hs (RCP8.5)	² Pendiente CA/RCP8.5)	¹ Runup Significan- te (CA)	¹ Runup Significa- nte (RCP8.5)	¹ Medi- a marea (CA/ RCP8. 5)	¹ Mar- ea alta (CA)	¹ Marea alta (RCP8. 5)	¹ Cota de inundaci- ón nivel del mar (CA)	¹ Cota de inundaci- ón nivel del mar (RCP8.5)
Zone 1. Amadores mm	1.96	2.03	0.0575	0.87	0.89	0	0	0.74	0.87	1.63
Zone 1. Amadores ma	2.16	2.24	0.0575	0.91	0.93	0	1.53	2.27	2.44	3.2
Zone 3. Puerto Rico mm	2.05	2.76	0.036	0.89	1.03	0	0	0.74	0.89	1.77
Zone 3. Puerto Rico ma	2.84	2.95	0.036	1.05	1.07	0	1.53	2.27	2.58	3.34
Zone 5. Balito mm	2.32	2.87	0.174	1.94	2.16	0	0	0.74	1.94	2.9
Zone 5. Balito ma	3.01	2.93	0.174	2.21	2.18	0	1.53	2.27	3.74	4.45
Zone 5. Anfi del Mar mm	0.98	0.91	0.062	0.62	0.59	0	0	0.74	0.62	1.33
Zone 5. Anfi del Mar ma	1.03	0.92	0.062	0.86	0.6	0	1.53	2.27	2.39	2.87
Zone 6. Patalavaca mm	3.07	3.13	0.034	1.09	1.1	0	0	0.74	1.09	1.84
Zone 6. Patalavaca ma	3.16	3.17	0.034	1.11	1.11	0	1.53	2.27	2.64	3.38
Zone 7. La Carrera mm	2.33	2.36	0.104	1.16	1.17	0	0	0.74	1.16	1.91
Zone 7. La Carrera ma	2.5	2.7	0.104	1.2	1.25	0	1.53	2.27	2.73	3.52

1metros; 2grados

Tabla 1. Variables para el cálculo de la cota de inundación y cotas de inundación en condiciones de tormentas del SW.



USC *Figura 2. Cartografía de las cotas de inundación obtenidas para las playas analizadas.*
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

5. Conclusiones

El trabajo muestra por primera vez que la combinación entre el ANM y el aumento del número de TMC desde los años 90, podrían afectar a las playas turísticas del SO de Gran Canaria, sin poder emigrar tierra adentro por las construcciones que las bordean.

Agradecimientos

Este trabajo es una contribución del proyecto PLANCLIMAC (MAC/3.5b/244) del programa de cooperación INTERREG-MAC 2014-2020 (Fondos FEDER).

Referencias

- Becken, S. (2005). Harmonising climate change adaptation and mitigation: The case of tourist resorts in Fiji. *Global environmental change*, 15(4): 381-393.
- Bruun, P. (1962). Sea-level rise as a cause of shore erosion. *J. Waterways Harbors Div.* 88 (1): 117-132.
- Ferrer-Valero, N., Hernández-Calvento, L., Hernández-Cordero, A. (2017). Human impacts quantification on the coastal landforms of Gran Canaria Island (Canary Islands). *Geomorphology*, 286:5-67.
- Nielsen, P., & Hanslow, D. J. (1991). Wave runup distributions on natural beaches. *Journal of Coastal Research*, 1139-1152.
- Yánes-Luque, A., Rodríguez-Báez, J. A., Máyer Suárez, P. *et al.* (2021) Marine storms in coastal tourist areas of the Canary Islands. *Natural Hazards* 109: 1297-1325.