

GESTIÓN DE RIESGOS COSTEROS: SOLUCIONES ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES EN LANZAROTE TRAS EL HUNDIMIENTO DE LA CARRETERA LZ-703

Mathilde Wagnier*

Ariadna Torrens*

Aquilino Miguélez

Oficina de la Reserva de la Biosfera, Cabildo de Lanzarote.

Ana Carrasco

Oficina de la Reserva de la Biosfera, Cabildo de Lanzarote.

Orlando Hernández

Casa de los Volcanes, Cabildo de Lanzarote

Jaime Arranz

Casa de los Volcanes, Cabildo de Lanzarote

Elena Mateo

Geoparque de Lanzarote, Cabildo de Lanzarote.

Jesús Martínez Frías

Instituto de Geociencias IGEO, CSIC-UCM

Juan Baztan

Universidad de Versalles SQY, CEARC, Marine Sciences For Society

Resumen

Las disciplinas que trabajan en la ordenación del territorio han observado en las últimas décadas cómo el cambio climático transforma los paisajes y condiciona las herramientas de análisis, estudio e intervención. Los riesgos costeros son testigos del cambio de paradigma requerido y nos ofrecen una buena ocasión para mejorar nuestra capacidad de adaptación integrando medidas no estructurales en la gestión de riesgos. El hundimiento de un tramo de la carretera principal en Lanzarote LZ-703 a su paso por el parque natural de Los Volcanes en febrero de este año 2021, nos recuerda la fragilidad de nuestras infraestructuras costeras y lo necesario, quizás urgente, que es mejorar el diálogo con el conjunto de la sociedad y las medidas no estructurales asociadas, como complemento fundamental a las medidas estructurales en la gestión de riesgos costeros.

En el presente artículo presentamos los primeros resultados de la adición de dos campos metodológicos implicados en la gestión de riesgos costeros en Lanzarote: cuantitativos y cualitativos. Y cómo nos ha aportado una nueva perspectiva, desde la que establecer el perímetro de la representación de los riesgos costeros en Lanzarote para definir las prioridades comunes y que la gestión de los riesgos costeros y el conjunto del territorio tengan en cuenta: la complejidad de los fenómenos asociados, los límites del planeta y los valores de las comunidades afectadas.

Palabras clave: Riesgos costeros, cambio climático, medidas estructurales, medidas no estructurales, complejidad

* Las dos autoras principales del artículo han realizado sus prácticas de fin de estudios en la Oficina de la Reserva de la Biosfera del Cabildo de

Lanzarote con la colaboración activa del conjunto de autores y sus respectivas instituciones. Baztán y Miguélez ejercieron de tutores de ellas dos

1. Introducción

Nuestra visión es la de un mundo en el que las personas sean conscientes de su futuro común y de sus interacciones con nuestro planeta, y trabajen juntas, de manera responsable, para construir sociedades prósperas en armonía con la biosfera.
(UNESCO MaB)

Con esta introducción de su programa Man & Biosphere (MaB, <https://en.unesco.org/mab>), cuyo 50 aniversario se celebra este año 2021, la UNESCO hacía hincapié en la necesidad, para la humanidad, de tomar conciencia de su impacto sobre el entorno natural, y de actuar en consecuencia para lograr desarrollarse de forma más sostenible y respetuosa con el medioambiente. La erupción en La Palma está ocurriendo mien-

tras escribimos este artículo. Nos recuerda lo frágil de nuestras infraestructuras y lo necesario de mejorar el equilibrio entre las actividades humanas y el conjunto del planeta. A otra escala -y de otra naturaleza que la inesperada erupción volcánica en La Palma- se produjo en febrero de este mismo año 2021 el hundimiento del tramo de la Lz-703 en Lanzarote, Reserva de la Biosfera desde hace más de 25 años: riesgo, incertidumbre y complejidad configuran nuestros paisajes (Figura 1).

En la última edición del informe Ocean State Report (2020) del Copernicus Marine Service podemos leer que el nivel del mar ha subido un promedio de 3,3 milímetros anuales desde 1993, con una aceleración de la subida en este mismo periodo. En el puerto de Santa Cruz en la isla de Tenerife vecina de Lanzarote se ha registrado un



Figura 1. Foto del tramo hundido en la carretera Lz-703 el mes de febrero 2021
Foto: (Wargnier,2021).

incremento del nivel del mar de un promedio de 2.09 milímetros por año entre 1927 y 2013 (Marcos et al, 2013), unos 20 centímetros de aumento en un siglo. A la elevación de nivel del mar, se suma la creciente frecuencia de episodios de oleajes extremos; la combinación de ambos resulta en un incremento, generalizado a todas las zonas litorales del planeta, de los peligros costeros, materializados en inundaciones y en una aceleración de la erosión costera, mientras que la exposición y la vulnerabilidad de la sociedad y de los hábitats naturales ante estos peligros se ven agravadas por la creciente concentración de la población, de las actividades socioeconómicas, de las redes de servicios, y de las construcciones e infraestructuras asociadas en las zonas litorales (IPCC, 2019; Rangel-Buitrago, Bonetti y Martínez, 2019). La combinación de estos procesos resulta en un aumento de los riesgos costeros (Zanuttig et al., 2015; IPCC, 2019).

A la luz del consenso científico que afirma el origen antrópico del cambio climático, identificando un aumento claro de los riesgos asociados al cambio climático (IPCC, 2018, IPCC, 2019) y frente a la necesidad de proponer alternativas de gestión territorial que respeten los límites del planeta, parece una hipótesis razonable crear marcos de intervención que integren la complejidad del planeta; alejarnos de las representaciones mecanicistas que representan los métodos estructurales como son los diques y los muros y construir una gestión de riesgos que integre la diversidad de representaciones de las sociedades afectadas y la fragilidad de los sistemas más vulnerables.

2. Metodología

El presente estudio tiene como objetivo establecer el perímetro de los riesgos costeros en Lanzarote, a partir de una perspectiva común definida entre los datos instrumentales y la representación social de los riesgos costeros, combinando dos campos metodológicos:

2.1. Datos cuantitativos y las medidas instrumentales asociadas.

De todos los datos relacionados con el cambio climático, quizás el aumento del nivel del mar es el mejor conocido. El [mareógrafo del puerto de Arrecife](#) adquiere los datos del nivel del mar con licencia abierta activa y declarada (cc-by-nc-sa) y está en funcionamiento desde el año 1949 hasta nuestros días con datos desde 1955 (Fraile et al., 2014). El mareógrafo y los datos asociados son gestionados por Puertos del Estado y el Instituto Español de Oceanografía (Pérez, Payo et al., 2014; Pérez et al., 2013). Al mareógrafo del puerto de Arrecife hay que añadir los tres módulos de observación permanente del Laboratorio de Geodinámica de Lanzarote desde su creación en el año 1986: Cueva de los Verdes, Jameos del Agua y Parque Nacional de Timanfaya (Vieira, 1994). Para el estudio del nivel del mar la estación mareográfica de Jameos del Agua se instaló a finales de los años ochenta y está en funcionamiento desde entonces (Sevilla y García, 2002) a los que se suman un mareógrafo acualogger modelo 101, instalado en 2010 gracias a la colaboración con el CSIC y la UCM a unos 100m de la costa y una profundidad de 7m, un mareógrafo modelo paros en 2007 en el lago chico, un mareógrafo modelo druck en 2007 en el lago grande y otro en 2005 en el lago chico y un modelo saic en 2006 en lago grande (Tabla 1).

2.2. Datos cualitativos.

Los datos cualitativos se han adquirido basándonos en la Teoría Fundamentada de Glaser y Strauss (1967) necesaria para captar la complejidad de los fenómenos sociales (Cuñat, 2007) e involucrar a los participantes, desde una fase temprana del estudio, en la co-construcción de una solución colectiva a la problemática estudiada (Baztan, P. et al., 2016).

Diez entrevistas se han realizado hasta la saturación del discurso entre el 11 de mayo y el

Tabla 1. Mareógrafos instalados en Lanzarote

Lugar de instalación	Año de instalación
Puerto de Arrecife	1949
Jameos del Agua, lago chico	2005
Jameos del Agua, lago grande	2006
Jameos del Agua, lago chico	2007
Jameos del Agua, lago grande	2007
Jameos del Agua, 100 m de costa	2010

8 de julio de 2021. La selección de personas se ha hecho sobre criterios de representatividad y complementariedad, desde el punto de vista de la categoría socio profesional, de la edad, del lugar de residencia en la isla, del nivel de conocimiento previo sobre las cuestiones relacionadas con el cambio climático y los riesgos costeros, de la disponibilidad de las personas y de la voluntad de ser entrevistados (Tabla 2).

El guion de las entrevistas se basa en 3 preguntas abiertas: (i) ¿Puede identificar las zonas de la costa de Lanzarote que, en los últimos 50 años, han sido impactadas o han sufrido algún tipo de riesgos costeros?; (ii) ¿Y los riesgos en el presente? ¿Puede identificar las zonas de la costa que están siendo impactadas o sufren algún tipo de riesgo hoy en día?; y (iii) de cara a los próximos 25-30 años, ¿cómo cree que evolucionarán las situaciones que ha descrito?

Tabla 2. Entrevistas realizadas en Lanzarote los meses de mayo, junio y julio de 2021

Categoría de persona	Duración (minutos)
Administración pública	60
Administración pública	39
Sector empresarial / Turismo	42
Medios privados de comunicación	47
Administración pública	73
Centros culturales	76
Administración pública	22
Sector empresarial / Arquitectura	37
Residente de zona costera	33
Administración pública	30

Las entrevistas son grabadas con el consentimiento previo de los entrevistados, transcritas y anonimizadas para su análisis posterior. Las más de 100 hojas son analizadas de acuerdo a las siguientes categorías: Conflictos de usos, Medidas no estructurales, Medidas estructurales, Legislación (aplicada o no aplicada), Valores (recuerdos, presentes o deseados) individuales/colectivos; lo anecdótico/lo universal; lo local/lo global; Causalidad (por experiencia o esperada).

Los apartados de resultados y discusión presentan la suma de los dos campos metodológicos que nos han permitido establecer el perímetro de la representación de los riesgos costeros en Lanzarote y definir la perspectiva común presentada en las conclusiones.

3. Resultados

Nuestra base teórica parte del postulado que los riesgos costeros son híbridos: tienen una componente de causalidad y otra de construcción social. La forma emergente que llamamos "riesgo" resulta de la articulación de los principios "causales": cómo funcionan el binomio causa-efecto en el lugar del estudio; "normativos": la norma, los valores, lo aceptable e inaceptable y; de "prioridades": qué fenómeno merece nuestra atención. La causalidad, la norma y las prioridades las definimos a título individual y colectivo, ya sea para cada comunidad o para el conjunto de la sociedad. Estos 3 principios: causales, normativos y de prioridades constituyen en su conjunto lo que llamamos "riesgo" que, de forma muy sintética, sería un "peligro" con recorrido en la sociedad y ese "recorrido social" se lo dan los valores de la sociedad en la que se podría manifestar y en el caso que forme parte de las prioridades de esa sociedad; entraremos en más detalles en el apartado de discusión. Aclaremos estos 3 principios, causales, normativos y de prioridades, para describir los resultados en dos apartados, uno de instrumentación en el que presentamos el estado

de los diferentes instrumentos que han existido y/o existen en Lanzarote junto a las medidas a las que hemos podido acceder y, un segundo apartado en el que presentamos los elementos de representación social para definir el perímetro de los riesgos costeros en Lanzarote.

3.1. Datos cuantitativos, instrumentos y sensores.

En 1988 se publica un remarcable trabajo en el que se presentan los detalles de la estación geodinámica de Jameos del Agua y Cueva de los Verdes junto a los objetivos científicos de las instalaciones (Vieira et al., 1994). Desde esa fecha se han instalado más de 100 sensores, gracias al esfuerzo del Laboratorio de Geodinámica de Lanzarote (LGL) y numerosas colaboraciones (Estación Volcanológica de Canarias y el I.G.N.; UCM y el CSIC). De este conjunto de sensores tenemos datos puntuales, o series temporales de menos de 30 años, que no son significativas para los fenómenos vinculados con el cambio climático, pero el inventario de los sensores e instrumentos del LGL resulta de gran valor para establecer un diagnóstico e identificar las necesidades futuras que claramente se presentan bajo el ángulo de datos abiertos y continuidad en la adquisición.

La serie temporal que existe de más de 30 años, válida para fenómenos relacionados con el cambio climático, es la que se elabora a partir de los datos del mareógrafo de Arrecife, instalación permanente propiedad de Puertos del Estado, que ha variado ligeramente su ubicación desde la instalación en 1944 (PSMSL ID: 593), hoy en día tiene el cero hidrográfico a 4,046 metros por debajo de la señal "SS MFO" del Instituto Geográfico Nacional, situada en el interior de la caseta del mareógrafo del puerto de los Mármoles de Arrecife. El nivel medio del mar (NMM) local observado es el nivel medio horario calculado para el período de datos em-

pleados para el cálculo del cero hidrográfico. La nivelación de alta precisión del nuevo mareógrafo de Puertos del Estado y el enlace con el mareógrafo del I.E.O. en el puerto de Arrecife se realizó en el año 2009, todas las medidas se refieren a la Red Nacional de Nivelación de Alta Precisión REDNAP (Ministerio de Fomento, 2009). Los datos del mareógrafo de Arrecife están disponibles en abierto en la plataforma de puertos del estado y compilados en el Servicio Permanente del Nivel Medio del Mar establecido en 1933 (<https://www.psmsl.org>) que recoge datos desde 1949 con la serie de 70 años de 1949 a 2018 que presentamos en la Figura 2.

3.2. Datos cualitativos, representación social de riesgos costeros.

Las más de 100 hojas de transcripción de las entrevistas y haber accedido a la saturación del discurso, nos permite elaborar un primer borrador de la representación de los riesgos costeros en Lanzarote, partiendo de la representación de cada entrevistado. 450 citaciones agrupadas en las siguientes categorías conceptuales:

3.2.1. Carácter volcánico de la isla(*)

La sociedad lanzaroteña no se acuerda de que hay un volcán!.
(ENT_2021_Lz_7)

La sociedad necesita darse cuenta de los límites (...) Que es lo que estamos obligados como seres humanos, inteligentes, para lo que venga, para el futuro. No hay mejor herencia que no romper los volcanes, no romper la lava, no romper el mar....
(ENT_2021_Lz_5)

Particularmente presente en la representación expresada por los entrevistados está el carácter volcánico de la isla, representación que surge como consecuencia, por una parte, de la memoria colectiva de las erupciones recientes del vol-

* Las reseñas ENT_2010_Lz se refieren a códigos de entrevistas disponibles en (Wargnier, 2021)

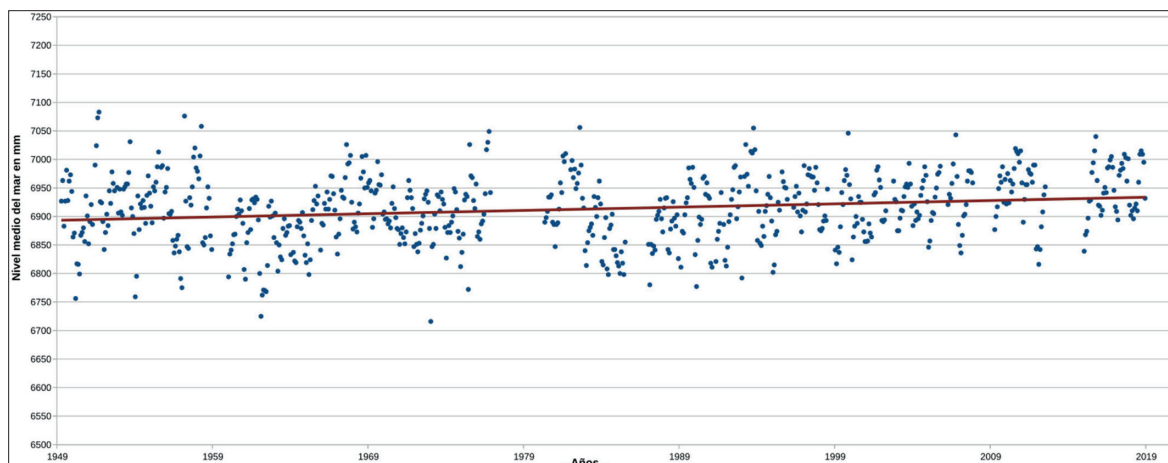


Figura 2. Nivel medio del mar en el puerto de Arrecife. Datos de puertos del Estado compilados en Servicio Permanente del Nivel Medio del Mar (<https://www.psmsl.org>)

cán de Timanfaya en los siglos XVIII y XIX, y, por otra parte, de la gran visibilidad del volcanismo de la isla hoy en día, a través del paisaje y del material geológico. Según se representan los entrevistados, el volcanismo de la isla ha permitido, por ejemplo, que se construyeran infraestructuras en acantilados rocosos volcánicos muy cercanos al mar, a la vez que la fragilidad del material volcánico contribuye hoy en día a amplificar y acelerar la erosión de la costa, aumentando de esta manera los riesgos costeros.

Es interesante notar que, sin embargo, y paradójicamente, prácticamente ninguno de los entrevistados mencionó el riesgo asociado con las potenciales erupciones volcánicas en la isla o en el resto del archipiélago canario. Parece que existe poca cultura del riesgo en la isla de Lanzarote, a pesar de su marcado carácter volcánico, mencionado de forma recurrente en las entrevistas. De ello, intuimos que quizás se pueda apelar a la memoria colectiva de las erupciones volcánicas para construir una nueva cultura del riesgo en la isla.

3.2.2. Convivencia con el mar

"Es una gozada tener una casa allí y escuchar las olas del mar y salir y bañarte (...). No somos muy conscientes de eso, de que se nos vaya a inundar el pueblo" (ENT_2021_Lz_3)

"Es decir que todo esto estaba en el agua, y la gente mayor cuenta que llegaba el agua hasta la plazuela...todo esto es terreno ganado al mar" (ENT_2021_Lz_7)

"Hacían pues eso, casas muy pequeñitas, muy estrechitas, lo más pegado al mar posible" (ENT_2021_Lz_4)

También muy destacable es la conexión de los lanzaroteños con el mar, resultante por una parte de la tradición pesquera en la isla y, por otra parte, del disfrute contemporáneo del litoral, lugar de actividades de ocio y de relajación. Esta proximidad con el mar se materializa físicamente bajo la forma de infraestructuras y núcleos urbanos construidos en la proximidad inmediata de la línea de costa, o incluso en el dominio público marítimo-terrestre. Varios entrevistados expresan el vínculo que se representan entre esta convivencia con el mar y los riesgos costeros en la isla, mientras otros evocan la proximidad al mar al ser preguntados sobre riesgos costeros, pero sin expresar explícitamente la relación de causalidad entre ambos. Muchos de ellos manifiestan un fuerte apego, e incluso vínculo emocional, con la zona costera y con el medio marino de Lanzarote; y subrayan la fuerza de los elementos, con repetidas referencias a la amplitud de las llamadas "mareas del Pino" y a la potencia del mar y de los elementos naturales en general. Entende-

mos, por tanto, que, a pesar de tener conciencia de la peligrosidad del medio marino y de los riesgos que existen en las zonas costeras urbanizadas, la relación de los entrevistados con su espacio de vida les impide en muchos casos tener lucidez a la hora de interiorizar estos riesgos, de aceptar la evidencia, y de actuar consecuentemente.

3.2.3. Cambio Climático y conciencia ambiental

"Llevamos cargándonos el planeta desde muchos años, y tiene consecuencias, evidentemente" (ENT_2021_Lz_1)

"Y luego el tema de la subida de nivel del mar, yo supongo que en un futuro se verán afectados los establecimientos ubicados cerca del mar y las casas que están en esas zonas" (ENT_2021_Lz_8)

"Creo que desgraciadamente los últimos años, no sé de qué número de años hablar, pero sí es verdad que los fenómenos meteorológicos que han sucedido, creo que han dejado patente que algo está pasando"

(ENT_2021_Lz_10)

Del fuerte vínculo de los entrevistados con su entorno natural en la isla, surge cierta conciencia ecologista -evidentemente mucho más marcada en los entrevistados expertos de esta cuestión- que les permite establecer una relación de causalidad entre las acciones de los seres humanos y las consecuencias sobre el medioambiente, aunque no siempre se exprese espontáneamente. Esta conciencia subyacente será una ventaja en las acciones de comunicación ambiental y de riesgos que se lleven a cabo.

Entre los resultados más destacables, está el grado contrastado de conciencia del cambio climático y de sus efectos, desde muy alto en los especialistas de cuestiones medioambientales, hasta casi ausente en otros entrevistados. Se expresan opiniones diversas, si no opuestas,

sobre la realidad de la subida de nivel del mar, tanto en la isla como a nivel del planeta, reflejando la inmensa brecha que existe hoy entre el conocimiento científico, la realidad aprehensible del cambio climático, y su percepción por una parte de la sociedad. Notamos en el transcurso de las entrevistas una causalidad entre la distancia mental o temporal expresada por varios entrevistados con los riesgos resultantes del cambio climático, y el hecho de que no los perciben como inmediatos ni perceptibles en el curso de su vida cotidiana.

Sin embargo, podemos observar cómo, durante las entrevistas, varias personas convierten una primera mirada al problema planteado, riesgos costeros, en una puesta en orden de su memoria y conciencia, y un cambio de actitud, hacia mayor preocupación sobre el futuro. En la misma línea de pensamiento, es muy interesante notar cómo todos los entrevistados, incluso los que prima facie expresan o demuestran una conciencia muy limitada de los riesgos costeros en Lanzarote, finalmente mencionan uno o varios puntos de la isla donde se notan señales visibles de estos riesgos, demostrando que cierto conocimiento de los efectos del cambio climático ya yacía en su subconsciente, aunque no fuesen conscientes de ello. La mayoría de estos puntos coinciden con las 29 Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación Costera (ARPSI costeras) identificadas por la Dirección General de la Costa y el Mar del Ministerio de la Transición Ecológica, Energía y Reto Demográfico (MITERD) e integradas en el Plan Hidrológico de la demarcación hidrográfica de Lanzarote, lo que indica que los entrevistados, muchos de ellos sin ni siquiera darse cuenta, sí perciben los riesgos costeros en las zonas más afectadas de la isla, aunque que no lleguen a representárselos como tal.

Partiendo de estas indicaciones, elaboramos un mapa de sensores naturales de los efectos del cambio climático en las zonas costeras de Lanzarote (erosión e inundaciones costeras),

con sus citas asociadas. Vemos cómo la isla de Lanzarote, debido a la proximidad con los elementos naturales de su territorio, y, por tanto, a la visibilidad de los procesos que los afectan, se perfila como un sistema idóneo de monitorización y alerta de riesgos ambientales, entre ellos, los riesgos costeros; característica que se podrá aprovechar en el marco de la comunicación de riesgos y de la concienciación del público.

La mayoría de los entrevistados, incluso aquellos que cuestionan la realidad de la subida de nivel del mar, subrayan el hecho de que el acceso a datos científicos relacionados con el cambio climático y sus efectos, a nivel de la isla de Lanzarote, si existen, serían esenciales para valorar estos efectos, despertar conciencias, y abrir el debate en la sociedad; y varios lamentan la ausencia, o falta de acceso, a estos datos, mientras mencionan que esta información sí está disponible a nivel global.

Algunos entrevistados tienen conocimiento de que existen mareógrafos colocados en la costa de Lanzarote y deploran que el público no tenga acceso a los datos recopilados por estos dispositivos; mientras que otros afirman que estos datos contradicen las realidades ya perceptibles a simple vista en muchas zonas de la isla; hecho que ilustra la dificultad en interpretar y divulgar los datos científicos, y los límites de la metodología cuantitativa. Entendemos, por tanto, que, en el caso que nos interesa, los datos cuantitativos en sí mismos no son suficientes para explicar los procesos biosféricos complejos que desembocan en los riesgos costeros. Por lo tanto, es necesario abordar el tema desde varias vertientes para comprenderlo y tratarlo lo más completamente posible.

3.2.4. Métodos de gestión de los riesgos costeros

Para que el mar no invada las zonas construidas, creo que solo hay una solución, que es retrasar aquello que se ha construido.

Porque seguramente el nivel del mar siga subiendo, y no le veo muchas más soluciones

(ENT_2021_Lz_9).

Lo más racional sería dejar libre la zona de costa lo más posible (ENT_2021_Lz_9).

Depende de la exigencia de nosotros mismos, y de que de verdad se avance en una ley que sea consciente de que la costa... de que tiene que retroceder (ENT_2021_Lz_9).

También muy notable es el hecho de que las opiniones expresadas en cuanto a la eficacia de los modos estructurales de gestión de los riesgos costeros están a veces opuestas, con una visión "clásica" por parte de los legos en esta materia, quienes siguen viendo las barreras físicas como pueden ser diques, rompeolas, muros etc. como protecciones válidas, sin expresar conocimiento del enfoque no-estructural: planeamiento territorial, programas de continuidad del negocio y de los servicios básicos, planes de seguro, prevención etc.; mientras que los especialistas miran con cada vez más circunspección los modos tradicionales de gestión, sin que tampoco se exhiba un conocimiento muy avanzado de las otras opciones de gestión.

Por otra parte, cabe destacar que muchos entrevistados, entre ellos aquellos que demostraron un conocimiento muy limitado de la problemática de los riesgos costeros al inicio de la entrevista, y cuya conciencia fue despertando en el transcurso de la conversación, acaban evocando el retroceso y la relocalización de los intereses costeros como única solución a largo plazo. De ello deducimos que esta medida de gestión se vuelve más aceptable conforme aumenta la conciencia de los riesgos costeros.

3.2.5. César Manrique

La enorme influencia de César Manrique en la isla transpira en casi todas las entrevistas, sobre todo desde el ángulo de la voluntad que expresó, en su obra arquitectural, de poner al

turista, y al hombre más generalmente, al borde de los elementos, creando así un vínculo especial e íntimo entre el ser humano y el entorno natural de Lanzarote; pero a la vez exponiéndole en mayor medida a estos elementos, que hoy en día superan los límites que alcanzaban hace medio siglo, y convirtiendo así la isla de Lanzarote en sensor temprano, como fue mencionado anteriormente.

En particular, el caso de Jameos del Agua, inicialmente un desplome del techo del tubo volcánico creado por la erupción del Volcán de la Corona, y acondicionado por César Manrique con el objetivo de desvelar su belleza natural y convertirlo en un lugar insignia para el desarrollo del turismo en la isla, está citado por casi todos los entrevistados para ilustrar la noción de riesgos costeros en Lanzarote; principalmente, por el hecho de que una pasarela y una pista de baile ubicadas en el interior del Jameos y bordeando con el lago interior de agua de mar, se inundan con frecuencia, ilustrando así la movilidad del límite entre medio terrestre y marino, o entre el ser humano y su entorno natural; y, posiblemente, reflejando los efectos del cambio climático y de la consiguiente subida del nivel del mar; a pesar de que no existen, en la actualidad, datos cuantitativos accesibles que demuestren científicamente que el nivel del mar esté subiendo en los lagos de Jameos del Agua. Ello nos da una pista de reflexión sobre la posibilidad de comunicar con el público, mediante el arte, aprovechando la cultura artística lanzaroteña, y apelando a los sentimientos insulares, para conseguir despertar conciencias sobre el tema del cambio climático y de los riesgos costeros.

3.2.6. Conflictos de uso

El Suite Farión, que todavía Costas está intentando derrumbar y tantos otros hoteles ilegales que están en el medio de la playa, construido o bien en dominio público, o bien en la franja de servidumbre (ENT_2021_Lz_3).

Empresarios que, al estar más cerca de la administración, pues va a ser más fácil hacer aquellas cosas que quieren hacer

(ENT_2021_Lz_2).

Independientemente de la legislación, sigue habiendo interés para explotar la costa, para sacarle rendimiento económico

(ENT_2021_Lz_7).

Transpiran en casi todas las entrevistas los conflictos de uso y abuso, lamentando que el modelo turístico actual se haya alejado mucho de la visión inicial que tuvo Manrique para la isla. La cantidad de opiniones expresadas sobre esta cuestión deja patente la importancia que reviste el asunto para ellos.

Si bien subrayan el hecho de que, en varias zonas de la isla, se ha mantenido el carácter pesquero histórico de los pueblos, casi todos expresan una profunda desaprobación de la masificación del turismo de playa, y de las correspondientes edificaciones e infraestructuras (urbanizaciones, hoteles, marinas, paseos marítimos, ampliación de aeropuerto, etc.) en las zonas costeras más concurridas de la isla, que han ido alterando a lo largo de los años el paisaje de la isla, y ocupando el litoral de manera creciente, en muchos casos en detrimento de gran parte de la sociedad lanzaroteña.

Manifiestan que esta creciente urbanización, artificialización, masificación y privatización del litoral no solo choca con el derecho básico de libre acceso y disfrute de las zonas de costas y con preocupaciones como la protección de la calidad y de la estética del entorno natural, sino también con la protección de la población frente a los riesgos costeros, pues aumenta su exposición a ellos.

A pesar de la existencia de normas insulares de planeamiento y de ordenación territorial y turística muy voluntaristas desde el punto de vista de la protección ambiental y social, y de las determinaciones estrictas de la Ley de Costas,

los entrevistados subrayan que esta evolución indeseable del modelo turístico ha sido facilitada por fallos legales y administrativos así como una mala articulación entre las competencias estatales, autonómicas, insulares y municipales, que permiten que se siga ocupando la zona costera en incumplimiento de las leyes y normas territoriales y sectoriales, dejando la impresión de que la justicia “no da la talla” en la isla, como en muchas otras zonas litorales del territorio español. Ello nos indica que estos fallos deben ser solucionados si se quiere conseguir la adhesión de la sociedad a cualquier estrategia de gestión y de adaptación a los riesgos costeros.

Por otra parte, algunos entrevistados evocan el conflicto que existe entre la protección del medioambiente y el uso del litoral por los residentes de las zonas costeras, lo que ilustra nuevamente la importancia de la mediación y el diálogo para incorporar los valores de las comunidades afectadas en la toma de decisiones, si queremos que las decisiones sean respetadas.

4. Discusión y conclusiones sobre los efectos esperados en la costa.

Este apartado de discusión y conclusiones nos permite trazar las primeras líneas para un nuevo perímetro de gestión de los riesgos costeros en Lanzarote y definir el borrador para la perspectiva común presentada en las conclusiones.

Los datos y el conjunto de la información de los numerosos instrumentos desplegados en la isla desde hace décadas necesitan articularse con la serie temporal del mareógrafo de Arrecife por ser la que tiene mejor continuidad en el pasado. Si observamos con más detalle la figura 2 de los resultados podemos ver cómo la tendencia lineal, si consideremos el conjunto de los datos desde principios de 1949 a finales del año 2018 (periodo al que hemos añadido

dos años para compensar la falta puntual de algunos datos y así tener una serie consistente de 30 años), nos indica un aumento del nivel del mar con una pendiente para ese periodo de 0.58; y observamos que la pendiente de la regresión aumenta a 1.96. Es decir, el nivel del mar de las últimas 3 décadas es 3 veces superior al conjunto de la serie temporal 1949-2018 con un aumento aproximado de 5cm en el puerto de Arrecife (Figura 3).

Este aumento del nivel medio en Lanzarote ya había sido observado y publicado en estudios anteriores (por ejemplo en el artículo de Fraile et al. de 2014), si bien los datos de los últimos años permiten una actualización, confirman la tendencia y apuntan a una posible aceleración de la subida del mar en las últimas décadas, permitiendo ajustar las observaciones locales con los escenarios globales del IPCC, que apuntan un aumento de aproximadamente 15 centímetros a nivel global a lo largo del siglo XX, y que el ritmo de subida es actualmente dos veces más rápido (3.6 milímetros/año), y que sigue con una tendencia al alza.

Según sus proyecciones, este aumento podría alcanzar entre 30 centímetros y más de 1 metro en 2100. Como comentábamos en la introducción, el Copernicus Marine Service, servicio de investigación y de supervisión del entorno marino de la Comisión Europea, constata en la última edición de su informe Ocean State Report (2020) que el nivel del mar ha subido un promedio de 3,3 milímetros anuales desde 1993, con una aceleración de la subida en este mismo periodo. En el puerto de Santa Cruz, de la vecina isla de Tenerife, se ha registrado un incremento del nivel del mar de un promedio de 2.09 milímetros por año entre 1927 y 2013 (Marcos et al, 2013). Sí, está claro que el nivel del mar sube y sube también en Lanzarote.

A la elevación del nivel del mar, se suma la creciente frecuencia de episodios de oleajes extremos; la combinación de ambos resul-

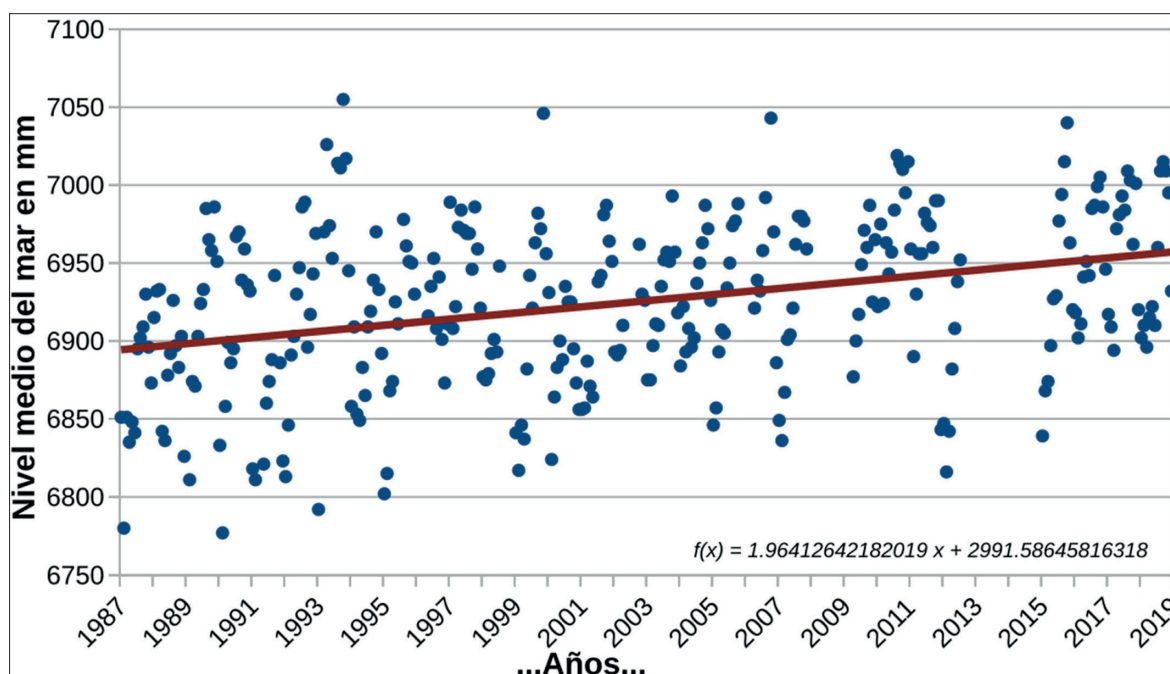


Figura 3. Detalle de la evolución de los últimos 30 años del nivel del mar en Lanzarote, datos del mareógrafo de Arrecife (<https://www.psmsl.org/data/obtaining/stations/593.php>).

ta en un incremento, generalizado a todas las zonas litorales del planeta, de los peligros costeros, materializados en inundaciones y en una aceleración de la erosión costeras, mientras que la exposición y la vulnerabilidad de la sociedad y de los hábitats naturales ante estos peligros se ven agravadas por la creciente concentración de la población, de las actividades socioeconómicas, de las redes de servicios, y de las construcciones e infraestructuras asociadas en las zonas litorales (IPCC, 2019; Rangel-Buitrago et al., 2019).

La combinación de estos procesos resulta en un aumento de los riesgos costeros (Zanuttig et al., 2015; IPCC, 2019). Reflejando esta tendencia a escala local, en la isla de Lanzarote tuvo lugar en febrero de este año un desmoronamiento de roca significativo que abrió un socavón en el borde de la carretera LZ-703 entre Los Hervideros y Playa Janubio, mostrando que la inestabilidad natural de los acantilados se debe a una combinación de los factores señalados (Mallet et al., 2014). El análisis de las entrevistas presentado en el apartado de resultados nos indica también la complejidad perceptual

del caso. A los elementos causales se les suman las prioridades individuales y colectivas y el conjunto de normas y valores que configuran la sociedad de Lanzarote y sus dinámicas.

El desmoronamiento del tramo de la LZ-703 pone en peligro la estabilidad y la existencia misma del tramo de carretera donde ocurrió, y consecuentemente, la seguridad de sus usuarios; por tanto, el Cabildo de Lanzarote procedió a cerrar el tramo afectado de inmediato, con la intención de arreglarlo cuanto antes para poder volver a abrir la carretera, muy transitada, con la mayor brevedad posible. Sin embargo, la búsqueda de una solución adecuada que se pudiera implementar en un plazo reducido chocó muy rápidamente con varias limitaciones y representa un reto en la ordenación del territorio.

4.1. Métodos de intervención

El amplio rango de métodos para la gestión de los riesgos de inundación y de erosión costera, desarrollados desde hace varios siglos (Deboudt, P., 1999, Meur-Férec, 2004), sigue evolucionando.

nando en la actualidad como reflejo, por una parte, de la creciente exposición de la sociedad a estos riesgos (Hénaff et al, 2018), y, por otra parte, de la acumulación de conocimientos y de las enseñanzas extraídas de las experiencias adquiridas en relación con estas técnicas (Red Atlántica para la Gestión de los Riesgos Costeros, 2017).

De hecho, podemos clasificar estos métodos en cuatro grandes categorías (Correa y Gonzalez, 2000; Zanuttig et al., 2015; Minneo-Kleiner y Meur-Férec, 2016; Red Atlántica para la Gestión de los Riesgos Costeros, 2017; Madelenat, 2019):

4.1.1. Métodos tradicionales

Los métodos tradicionales de gestión implican técnicas basadas en la ingeniería estructural, que protegen las zonas costeras frente a las inundaciones marinas, o conservan la línea de costa frente a la erosión, de manera artificial. Consisten en construcciones, o reforzamiento de las mismas, que se disponen en el medio marino o en la costa:

- los primeros actúan sobre la hidrodinámica; permiten atenuar el oleaje y controlar las inundaciones y el transporte sedimentario. A esta categoría pertenecen, por ejemplo, los diques rompeolas, diques exentos y espigones,
- los segundos consisten en adaptaciones de la zona costera para establecer barreras físicas ante el oleaje y el nivel del mar: muros de protección o de contención, escolleras, diques costeros, barreras de inundación; y, en el caso particular de la erosión de acantilados, consolidación de éstos mediante anclaje de pernos, inyección de cemento, colocación de geomalla reforzada, contrafuerte, modificación del perfilado, drenaje para limitar la escorrentía, etc. (Mallet et al, 2014; Reguero et al, 2017).

En el caso de las inundaciones costeras, estos métodos han podido demostrar su eficacia en ciertas circunstancias, como en el caso del Plan Delta holandés (Meur-Férec, 2011), pero también sus fallos, como pusieron de manifiesto de manera trágicamente espectacular los acontecimientos de la tormenta Xynthia de 2010 en Francia (Mercier y Acerra, 2011, Chauveau et al, 2011).

En lo que se refiere a la erosión del litoral, se está construyendo en la actualidad un consenso científico en base a la constatación retrospectiva de que los modos de gestión estructurales, en muchos casos, no logran aportar soluciones perennes a esta problemática, pues numerosas zonas donde se llevaron a cabo obras de protección se ven nuevamente afectadas por el fenómeno erosivo después de una o varias décadas, como consecuencia de la progresión ineluctable del proceso erosivo (Mallet et al., 2014). Más aún, en muchas ocasiones estas obras no hacen más que desplazar el problema, agravar la erosión en zonas adyacentes hasta incluso modificar la geomorfología costera, y afectar los ecosistemas como consecuencia de la perturbación de los procesos naturales (Meur-Férec et al., 2011; Red Atlántica para la Gestión de los Riesgos Costeros, 2017; Reguero et al, 2017).

Además, las proyecciones climáticas apuntando variaciones significativas, pero difíciles de prever, en el nivel del mar, y el aumento de la frecuencia e intensidad de los episodios de oleaje extremo, convierten estas medidas de gestión en soluciones cada vez menos fiables, pues requieren cálculos complejos muy sensibles a estas variables, y corren el riesgo, cada vez mayor, de quedarse obsoletas frente a la evolución rápida del entorno natural. Por último, suelen ser soluciones costosas. (Ibarra y Belmonte, 2017, Red Atlántica para la Gestión de los Riesgos Costeros, 2017, Zanuttig et al, 2015).

Técnicas de gestión estructural novedosas han emergido en respuesta a estos nuevos retos cli-

máticos y ambientales: dispositivos flotantes convertidores o disipadores de oleaje, estructuras sumergidas o de baja cuota de coronación, estructuras edificadas a partir de materiales ecológicos (contenedores geotextiles rellenos de arena, rocas naturales), y/o colocadas de manera que afecten menos los ecosistemas o incluso que favorezcan la biodiversidad, y medidas de aumento de la resistencia de las estructuras de defensas existentes al sobrepaso del agua y a la mayor intensidad y frecuencia de los episodios de temporal. (Zanuttigh et al, 2015; Reguero et al, 2017).

Estas técnicas pueden ser soluciones alternativas o complementarias a los métodos tradicionales, interesantes desde el punto de vista de la eficacia, del coste, de la rapidez y facilidad de ejecución, de la reversibilidad, del menor impacto ambiental y/o de la resistencia ante el cambio climático; pero, en todo caso, resalta el hecho de que las obras marítimas son estructuras que modifican las dinámicas marinas y litorales, y que conllevan, por tanto, un fuerte impacto paisajístico y ambiental. Por estas razones, la atención de los responsables en la gestión de riesgos costeros se gira cada vez más hacia otros métodos.

4.1.2. Métodos basados en los ecosistemas

Una alternativa y/o complemento a los métodos tradicionales de ingeniería estructural reside en las técnicas que utilizan el entorno natural y los ecosistemas como infraestructura. También son conocidos bajo la denominación “ecológicos”, “blandos”, o “verdes”.

Los hábitats naturales costeros tales como los arrecifes, sumergidos o no, las praderas marinas, las islas barreras, las playas y dunas, los bosques, los humedales, las marismas y los manglares constituyen defensas eficaces frente a la erosión y a las inundaciones: atenúan el oleaje, absorben las mareas de tormenta, retie-

nen los sedimentos y ofrecen zonas de resguardo durante los temporales. Su conservación, restauración y mejora suele tener un coste económico y ambiental significativamente menor que las medidas tradicionales de gestión de los riesgos costeros. Su comportamiento dinámico y no lineal, propio de los elementos biosféricos, las hace más adaptables a condiciones climáticas y bioquímicas cambiantes. Por último, proporcionan múltiples beneficios adicionales a través de los servicios ecosistémicos que ofrecen los hábitats (Zanuttigh et al, 2015; Reguero et al, 2017; Red Atlántica para la Gestión de los Riesgos Costeros, 2017).

Dentro de esta categoría, además de la simple protección de los hábitats naturales para evitar su deterioro por la acción antrópica, o para fomentar su regeneración natural, las técnicas más conocidas de restauración y de mejora de los hábitats costeros suelen ser la estabilización del medio (mediante revegetación, reforestación, colocación de cubiertas de restos vegetales o de geotextil en el suelo por ejemplo), la reintroducción de ganado o de fauna salvaje, la instalación de cortavientos o de pilotes hidráulicos de madera para mitigar los efectos del viento, del oleaje y de las corrientes marinas, o el drenaje, y la recarga en sedimentos, que puede revestir varias formas: recargas mecánicas, puente sedimentario (bypass) mecánico, hidráulico o marítimo. Estas técnicas deben en muchos casos acompañarse de medidas de gestión que limiten o prohíban el uso recreativo del medio, su frecuentación o su urbanización para no comprometer los esfuerzos de regeneración (Mallet et al., 2014; Zanuttigh et al, 2015).

La eficacia de estos métodos es muy variable, pues depende de una multitud de factores y procesos biosféricos dinámicos entrelazados cuya evolución es muy difícil, si no imposible, de prever a corto, medio y largo plazo. Existe, además, un debate sobre el impacto ambiental de estas técnicas supuestamente más ecológi-

cas que los métodos tradicionales: en primer lugar, toda acción externa sobre los ecosistemas conlleva una perturbación de estos, cuya consecuencia puede ser su deterioro o el de ecosistemas cercanos. Pensemos, por ejemplo, en la mayor turbidez del agua o en el desequilibrio sedimentario provocados por recargas de arena, en la contaminación del medio traída por ganado reintroducido, en la pérdida del equilibrio vegetal causada por plantaciones hechas por el hombre, etc. En segundo lugar, estas técnicas casi siempre implican la movilización de maquinaria, y/o la recogida de elementos naturales (vegetales, sedimentos...) de un lugar para transportar y descargarlos en otro lugar, con los impactos que conllevan estas actuaciones sobre el entorno natural. Vemos, por tanto, que el límite entre técnicas "duras" y "ecológicas" es, de hecho, muy tenue; y que muchas técnicas se sitúan en realidad en el espacio entre ingeniería y ecología (Zanuttigh et al, 2015; Red Atlántica para la Gestión de los Riesgos Costeros, 2017, Ibarra y Belmonte, 2017).

4.1.3. Métodos no estructurales

Además de los métodos de gestión arriba mencionados, existe una amplia gama de medidas de gobernanza de la acción colectiva y que, utilizadas de forma combinada, pueden demostrar una gran eficacia en la mitigación de los riesgos costeros. Permiten no solo limitar la exposición y la vulnerabilidad de la sociedad a los riesgos costeros, sino también aumentar su resiliencia frente a estos riesgos. Tal como se describe detalladamente en el apartado 5. "Non-Structural Approaches to Coastal Risk Mitigations" del libro "Coastal Risk Management in a Changing Climate" (Zanuttigh et al, 2015), incluyen:

- La elaboración de planes de seguros privados y públicos que, por su diseño, inciten a la sociedad (individuos, organizaciones, administraciones, empresas) a reducir su exposición y su vulnerabilidad a los riesgos;

y al mismo tiempo aumenten su capacidad de recuperación post desastre, permitiendo indemnizaciones adecuadas y reparaciones/reconstrucciones rápidas. Estas políticas de seguros pueden, así mismo, contribuir a intensificar la cultura del riesgo en la sociedad, tanto por su mera existencia, como a través de su obligatoriedad en las zonas más expuestas.

- La planificación territorial, que puede reducir significativamente la exposición y la vulnerabilidad de las propiedades privadas, de los negocios, de las infraestructuras y de los equipamientos y servicios vitales a los riesgos costeros, adaptando los usos permitidos y/o las exigencias arquitectónicas, y limitando o prohibiendo futuros desarrollos en determinadas zonas. La localización de equipamientos y servicios esenciales en zonas no expuestas al riesgo aumenta, además, la resiliencia post desastre.

- La planificación de la continuidad del negocio, que también permite, mediante un plan logístico de contingencia, reducir la vulnerabilidad de los negocios a los riesgos costeros y aumentar su capacidad y rapidez de recuperación post desastre. La planificación de continuidad del negocio abarca consideraciones también sobre la elaboración y la contratación de planes de seguros adaptados, y la elección de ubicación y adecuación arquitectónica de los elementos inmobiliarios claves de las empresas frente a estos riesgos, con medidas estructurales, en su caso.

- La gestión de la recuperación pre y post desastre, cuyos elementos claves son: la información, educación y formación de todas las partes interesadas (ciudadanos, empresarios, agentes y administradores públicos, científicos), aumentando su capacidad de acción y reacción en situaciones de emergencia; la implementación de sistemas de

monitorización y alerta temprana que ofrezcan a la población la posibilidad de reaccionar antes de ser impactada; la elaboración de estrategias que permitan la continuidad de instalaciones y servicios críticos en situaciones de emergencia, reduciendo así la vulnerabilidad de la sociedad ante los riesgos; la elaboración de planes de evacuación que limiten las pérdidas humanas y favorezcan de esta manera la recuperación post crisis.

Una de las conclusiones del informe “Vivir con la erosión costera en Europa: sedimentos y espacio para la sostenibilidad: resultados del estudio” (EUROSIO, 2005), que sigue pareciendo válida hoy en día, es que el coste de las medidas de mitigación de los riesgos costeros está soportado principalmente por fondos públicos nacionales y regionales, no por las personas afectadas, y aún menos, por los responsables de estos riesgos. Por tanto, otra medida potencial de gestión no estructural consistiría en reequilibrar la carga económica de la mitigación de los riesgos y de la recuperación post desastre, a fin de incitar a las personas afectadas a limitar su exposición y su vulnerabilidad, y a las personas responsables, a adaptar su comportamiento. Esto se puede conseguir, en parte, mediante las políticas de seguro mencionadas previamente.

4.1.4. No intervención, retroceso, relocalización.

Con creciente frecuencia, entre las opciones de gestión de los riesgos costeros, se está contemplando e integrando en las estrategias públicas la posibilidad de no intervenir, de retroceder, y de relocalizar infraestructuras, bienes, actividades y personas (Mineo-Kleiner y Meur-Férec, 2016; Red Atlántica para la Gestión de los Riesgos Costeros, 2017; Madalenat, 2019). Este modo de gestión consiste en la deconstrucción de las infraestructuras y de los bienes expuestos al riesgo, y en el reacondicionamiento de las zonas afectadas para que estas mismas

constituyan una infraestructura natural de protección. Los equipamientos y bienes destruidos pueden ser relocalizados, o no (Rey-Valette et al, 2018). La estrategia a adoptar depende de las circunstancias particulares de la zona afectada, de los intereses en riesgo y de los objetivos que se busque conseguir:

- Si los intereses en riesgo no justifican una actuación, o si el balance coste-beneficio de una intervención no está probado, se puede elegir dejar seguir la tendencia natural, o incluso actuar para devolver el medio a su estado natural, como en el caso de proyectos de “despolderización” de sectores no urbanizados, como se ha visto en varios países de la UE, con el objetivo de restaurar hábitats naturales y de reducir la vulnerabilidad de las zonas en retroceso a los riesgos costeros. En este caso, no existen intereses en riesgo en la zona afectada, o no son suficientes para justificar relocalizaciones (Red Atlántica para la Gestión de los Riesgos Costeros, 2017),
- Si existen intereses significativos en riesgo, pero la actuación no permite garantizar la seguridad de las personas y de los bienes, o el balance coste/beneficio no la justifica, se puede contemplar la opción de una relocalización estratégica de equipamiento, infraestructura, e incluso de la población, de las actividades y de los bienes inmobiliarios asociados (Mineo-Kleiner y Meur-Férec, 2016; Red Atlántica para la Gestión de los Riesgos Costeros, 2017).

La opción de la relocalización se ha implementado en varios países en las últimas décadas, pero a menudo de forma puntual: por ejemplo, con la expropiación y derribo preventivo de un número limitado de viviendas amenazadas por la erosión costera (Criel-sur-Mer, Francia), o con el desplazamiento de infraestructuras de transporte (Sète, Francia), cuando ya no quedaba otro remedio, y sin que formase parte de

una estrategia planificada a nivel nacional o regional. Quizás el caso más impactante sea la reciente decisión del Gobierno de Indonesia de relocalizar la capital desde la isla de Jakarta a la de Borneo (Van de Vuurst y Escobar, 2020).

En años recientes, la opción del retroceso y de la relocalización estratégica se ha estudiado en el marco de estrategias nacionales que pretenden aportar soluciones más perennes y respetuosas del medioambiente a la cuestión de los riesgos costeros, con resultados contrastados (Correa y Gonzalez, 2000; Mineo-Kleiner y Meur-Férec, 2016; Guéguen y Renard, 2017). Aunque existe un consenso científico sobre la pertinencia de este modo de gestión desde el punto de vista de la preservación del medioambiente, del nivel de protección de la sociedad y de la perennidad de la solución que ofrece, las experimentaciones han puesto de manifiesto frenos significativos. El mayor de ellos es la muy baja aceptabilidad social de estas medidas, relacionada con la baja percepción de los riesgos costeros por las poblaciones afectadas y con su apego por su espacio de vida, con el riesgo electoral que conlleva para los actores políticos locales y nacionales responsables de su implementación; pero también han surgido otros desafíos en la aplicación de este modo de gestión: retos legales relacionados con la carencia de herramientas jurídicas que permitan llevar a cabo las actuaciones; y retos financieros debido al coste de las indemnizaciones y/o de la relocalización (Mineo-Kleiner y Meur-Férec, 2016; Guéguen y Renard, 2017; Rey-Valette et al, 2018).

4.2. Percepción y representación de los riesgos costeros

A pesar de que exista un conocimiento y consenso científico inapelable sobre riesgos costeros a nivel global desde hace varias décadas (Quélenec, 1987; Deboudt, 1999) seguimos asistiendo hoy al creciente interés de la sociedad por vivir e implantar sus negocios en las

frangas litorales, proceso que resulta en una “rigidización” cada vez más marcada de estas zonas con la intensificación de la urbanización, y en un alza descontrolada de los precios inmobiliarios en primera línea de costa. Este contraste traduce la inmensa brecha que existe entre la realidad de los riesgos costeros, su percepción y representación por la sociedad, y las actitudes que derivan de ello; y, también, entre las políticas públicas y su puesta en práctica (Kane et al., 2014; Touili et al., 2014; Michel-Guillou y Meur-Férec, 2017).

Por tanto, transversalmente a las medidas de gestión y de gobernanza de los riesgos costeros, parece fundamental, para garantizar su eficacia, que se integren las dimensiones psicológicas, sociales, culturales y políticas de la sociedad y de los individuos que la componen, así como su relación con los riesgos (proximidad, experiencia) y con su espacio de vida (apego), pues todos estos aspectos influyen en su percepción y representación de los riesgos, y en su actitud ante estos riesgos. Condicionan por tanto su exposición y su vulnerabilidad a ellos, así como la aceptabilidad de las medidas de gestión que se implementen (Michel-Guillou, y Meur-Férec, 2015; Kane, 2016; Julien et al, 2020).

La consideración de la percepción y de la representación del riesgo por la sociedad, y su integración en el proceso de gestión de los riesgos costeros, puede, entre otras muchas formas, materializarse en:

- La concertación y participación ciudadana, fomentando la implicación de todas las partes interesadas en la elaboración y la aplicación de las medidas de gestión de los riesgos, con el objetivo de aumentar la pertinencia de estas, incrementar el reparto de conocimiento y de entendimiento del riesgo en la sociedad (cultura del riesgo) para provocar un cambio progresivo de percepción, de representación y de actitud, garantizar

una mejor aceptabilidad de las medidas, y potenciar su eficacia (Lahaye, 2007; Zanuttigh et al, 2015; De Longueville et al, 2020).

- La comunicación de riesgo, enfocada tanto a la prevención de los riesgos como a la recuperación post crisis, realizada en la forma y por los canales más adaptados a cada franja de población (Gomez, 2014; Rosas y Barrios, 2017): comunicación verbal presencial, talleres participativos, redes sociales físicas y virtuales, medios de comunicación públicos y privados, simulacros de situaciones de emergencia, etc. Y ello, usando una estrategia de comunicación y una semántica adecuadas para que el mensaje sea accesible, comprensible, asimilable y aceptable por las personas receptoras, teniendo en cuenta elementos centrales como el perfil socio-económico, la identidad, la cultura y la historia local, y los valores, memorias y representaciones, individuales y colectivos (Lahaye, 2007; Michel-Guillou y Kirien, 2014; Michel-Guillou y Meur-Férec, 2017; De Longueville et al, 2020; Reghezza et al, 2020). En la sociedad contemporánea, las redes sociales virtuales, en particular, son una herramienta de comunicación de riesgos muy potente (Gómez, 2014).

- La comunicación de riesgo pasa también por la educación desde la primera edad, y por la formación en todas las capas de la sociedad, que permiten potenciar la percepción de los riesgos, ajustar la comprensión de estos, y, en definitiva, mejorar la cultura del riesgo (Julien et al, 2020).

Existe una interconexión fuerte entre todos los elementos que constituyen la gestión y la gobernanza de los riesgos. Por tanto, no deben contemplarse de manera individual, sino en su conjunto, teniendo en cuenta su complementariedad, tal como lo resume perfectamente esta frase extraída del informe de evaluación del IPCC (2014):

Muchas opciones de adaptación y de mitigación pueden ayudar a hacer frente al cambio climático, pero ninguna opción es suficiente por sí sola. Su implementación efectiva depende de políticas y de una cooperación a todos los niveles, y puede ser realizada a través de respuestas integradas que vinculen adaptación y mitigación con otros objetivos sociales

4.3. Apuntes del marco legal

La problemática de la gestión de los riesgos costeros en Lanzarote se inscribe en un marco legal complejo en que interaccionan legislaciones y competencias de la Unión Europea, Estado español, administraciones Autonómicas y locales. En esta complejidad, las Directivas Europeas se han de cumplir y las Leyes estatales no las pueden contradecir, igual sucede con las normas municipales con las autonómicas y estas respecto a las estatales, independientemente de las competencias que se hayan transferido.

Esta confluencia de normativas y de competencias se refleja en los 13 Espacios Naturales Protegidos competencia del Cabildo Insular y, a modo de ejemplo, en la promulgación de la Ley 4/2017 del Suelo y de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias, en la formulación y aprobación de sus normativas reguladoras de Uso y Gestión, y en los instrumentos de planeamiento aplicables, según su clasificación en Parque Nacional, Parque Natural, Reserva Natural, Monumento Natural, Paisaje Protegido, o Sitio de Interés Científico.

Instrumentos elaborados por el Gobierno de Canarias y aprobados definitivamente de 2003 a 2009, a excepción del Parque Natural de los Volcanes, cuyo Plan Rector de Uso y Gestión se aprobó inicialmente en 2004 pero nunca alcanzó la aprobación definitiva, y del Parque Natural del Archipiélago Chinijo, cuyo

Plan Rector quedó anulado en el 2018, como consecuencia de la inexistencia de Plan de Ordenación de Recursos Naturales cuando se realizó la declaración de dicho Espacio Natural, perdiendo dicha declaración su eficacia jurídica (BOC Nº 141, Miércoles 24 de julio de 2019 – 3715).

Muchos de los espacios naturales terrestres lanzaroteños que gozan de un estatuto de protección específico tienen fachada al litoral; por tanto, los criterios y limitaciones particulares que implica su estatuto deben condicionar la toma de decisiones y las autorizaciones de gestión en áreas costeras pertenecientes a estas zonas, cuya gestión se refuerza con las regulaciones de la Directiva Europea por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (2000), que se pasó al derecho español por medio del Texto refundido de la Ley de Aguas (2001), que regula el dominio público hidráulico, el uso del agua, y el ejercicio de las competencias en las materias relacionadas con dicho dominio, habiendo sido modificado, en 2005, con aspectos fundamentales como pasar al dominio público el agua desalada e incluir la protegiendo particularizada de manantiales y de caudales ecológicos.

La Directiva Europea, de 2007, de Evaluación y Gestión de los Riesgos de Inundación, que viene a complementar la Directiva Marco de Aguas, del 2000, elabora nuevos instrumentos a nivel comunitario para gestionar los riesgos de inundación, apoyándose en una cartografía de peligrosidad y de riesgo. Se ha traspuesto al ordenamiento jurídico español mediante el Real Decreto 903/2010, de 09 de julio, de Evaluación y Gestión de Riesgos de Inundación, reforzado por el Plan Hidrológico Especial para coordinar la actuación de todas las administraciones públicas para mitigar las consecuencias de las inundaciones y los procesos de erosión costera, como sería el caso del tramo hundido de la LZ-703 en Lanzarote.

4.4. El tramo hundido de la LZ-703 y conclusiones

En el tramo de la carretera LZ-703 se materializaron parte de estos riesgos en la forma del desmoronamiento de acantilado que provocó el hundimiento de parte de la infraestructura viaria. La carretera LZ-703 es una ruta escénica preparada para la visita turística de la isla, construida a principios de los años 80, y cuyo trazado fue diseñado por el artista nativo de la isla, César Manrique, con el objetivo de poner al visitante al borde de los elementos.

Es una de las vías más transitadas por los visitantes motorizados y ciclistas de la isla, muy apreciada por su excepcional valor estético debido a su situación dentro del Parque Natural de los Volcanes (Red Canaria de Espacios Naturales) y de la ZEC los Volcanes (Red Natura 2000), lindando con el Parque Nacional de Timanfaya, y precisamente al límite entre un acantilado de basalto volcánico negro, y el mar que viene a chocar contra él, en una zona de la costa lanzaroteña muy expuesta a potentes temporales y fuertes oleajes del noroeste. Las ZEC, una vez aprobadas y comunicadas a la UE, tienen un marco jurídico legalmente no afectable por el urbanismo o la ordenación del territorio.

La carretera LZ-703 se asienta sobre una colada volcánica resultante de las erupciones recientes de Timanfaya, del 1730 al 1736, que constituyen gran parte del Parque Nacional de Timanfaya. Intervenida en varias ocasiones en las dos últimas décadas -en el 2002 y 2004 se trasladaron hacia el interior otros tramos de la carretera amenazados por hundimientos-, este tramo, en particular, fue reforzado con un muro de contención de hormigón en el año 2008, llevado por el mar pocos años después, en el 2012.

En aquel momento se tomó la decisión de no seguir proponiendo medidas estructurales

contra la erosión y de desplazar este tramo de la carretera también hacia el interior. El nuevo tramo de carretera ha vuelto a sufrir deterioros en el pie del acantilado, aunque esté más alejado de la línea de costa que en su anterior trazado. Otros cinco tramos de la carretera han sido destacados por los servicios técnicos del Cabildo Insular como “puntos críticos”, que amenazan con hundirse.

El creciente consenso de los técnicos y de los científicos sobre los límites de los métodos de gestión estructurales de los riesgos costeros, tanto desde el ángulo de la eficacia y de la perennidad, como del coste y del impacto sobre los ecosistemas presentes en la zona, y teniendo en cuenta, además, la evolución rápida del entorno natural resultante de la aceleración del cambio climático y de la naturaleza muy friable de la roca en esta zona de la isla, nos lleva a imaginar soluciones no estructurales para este tipo de situaciones de riesgo.

Las soluciones de gestión basadas en los ecosistemas son de difícil aplicación debido a las características de la zona: el acantilado volcánico, con escasa vegetación y clima árido, limita el abanico de las opciones disponibles y aplicables. El impacto que conllevarían tanto los modos de gestión estructurales como los basados en los ecosistemas – aunque estos últimos en menor medida – sería poco aceptable desde el punto de vista ambiental, en un entorno tan frágil y de tal valor ecológico, protegido por gran cantidad de normativas.

El enfoque, por tanto, podría centrarse en opciones de gestión no estructurales que destaquen:

- El valor turístico y cultural de la carretera, por su estética y por la contribución de César Manrique a la realización de su trazado.
- El valor ecológico del entorno de la carretera, por los ecosistemas que concentra, tal como

se describe, detalladamente, en el Plan de Gestión de la ZEC Los Volcanes (2015); y, en particular, las comunidades biológicas que albergan los acantilados, y que podrían verse afectadas por su deterioro.

Teniendo estas características en cuenta, las opciones de gestión no estructural podrían integrar la adaptación mediante planes de suscripción de seguros y de ordenación territorial:

- La adaptación de las políticas de seguros de vehículos motorizados, para que éstas inciten a las empresas de alquiler de coches, y a los particulares, a reducir su exposición a los riesgos costeros existentes en este tramo de la carretera.
- O, la opción, más rotunda, de adaptar la movilidad en la ordenación territorial para convertir este tramo de carretera, hasta ahora destinado a recibir un importante tráfico motorizado, en una vía de tránsito ligero, principalmente peatonal y ciclista, que se podría al mismo tiempo aprovechar para fines pedagógicos.

Estas dos opciones contribuirían a intensificar la percepción del riesgo en esta zona, y de forma más general, la cultura del riesgo en la isla.

La opción del retroceso también sería aceptable desde el punto de vista medioambiental. Si tenemos en consideración el alto valor ecológico del entorno natural de la carretera LZ-703 hasta varios kilómetros tierra adentro, debido a su situación dentro del Parque Natural y ZEC de los Volcanes, la falta de perennidad de las actuaciones que consistieron en desplazar tramos de esta carretera en el pasado, y el hecho de que el mayor interés en juego es precisamente el valor turístico, estético cultural y ecológico del entorno de la vía, entendemos que el balance intereses/coste/beneficios no

justificaría una relocalización. Y cabe destacar que un retroceso no ofrecería las mismas oportunidades de concienciación de la sociedad.

El área que nos interesa se encuentra, además, en la franja litoral del término municipal de Yaiza, territorio regido por el Plan General de Ordenación, Plan Supletorio, y Normas Urbanísticas Generales de Yaiza, 2014 (en adelante, "PGO de Yaiza") y por la Ley de Costas en lo que se refiere al dominio público costero y su área de influencia. La aprobación definitiva del PGO de Yaiza se llevó a cabo prescindiendo del informe exigido por los artículos 112 y 117 de la Ley de Costas en la tramitación de todo planeamiento territorial y urbanístico que ordene el litoral, pues este informe fue solicitado en su momento a la Administración del Estado, pero no fue emitido en el plazo previsto. Como consecuencia, la Dirección General de Costas pidió la anulación del PGO de Yaiza, impugnando la línea de dominio público marítimo-terrestre y la zona de servidumbre de la costa determinadas en el Plan. El Tribunal Superior de Justicia de Canarias y el Tribunal Supremo, en sus decisiones respectivas de 2018 y 2020, declararon la nulidad parcial del Plan, pero únicamente en la parte que incide sobre el dominio público marítimo terrestre y sus zonas de servidumbre, para que se vuelva a solicitar, se emita y se tenga en cuenta en el Plan el informe de la Dirección General de Costas.

Este informe fue finalmente emitido en junio de este año, e insta el PGO de Yaiza a fijar 100 metros de servidumbre de protección en el litoral, en lugar de los 20 metros inicialmente previstos, en varias zonas (www.Lancelotdigital.com, julio 2021; Yaiza.es, julio 2021).

El tramo afectado de la carretera LZ-703 se encuentra:

- a) Lindando con la línea de dominio público marítimo-terrestre, y, por tanto, dentro de la zona de servidumbre de

tránsito (6 metros tierra adentro), de protección (100 metros tierra adentro, de acuerdo con el informe de Costas arriba mencionado), y de influencia (500 metros tierra adentro) de Costas.

- b) En una zona clasificada por el PGO de Yaiza como suelo rústico de protección ambiental del tipo "EN", correspondiente a los espacios naturales protegidos (ENP) declarados legalmente: ZEC de los Volcanes, ZEPA de La Geria, y Parque Natural de los Volcanes, donde, de acuerdo con el PGO de Yaiza, los usos, actividades, edificaciones e instalaciones permitidos se limitan a los que estén previstos en el instrumento que desarrolle su ordenación y regulación, quedando prohibidos los usos y actividades señalados expresamente en la legislación urbanística y ambiental, y los que señale el instrumento de ordenación correspondiente. En este caso, los instrumentos que ordenan estos ENP son:

- El Plan de Gestión de la ZEC Los Volcanes de la Red Natura 2000, aprobado en 2015, que clasifica al área del tramo afectado de la carretera LZ-703 como zona de conservación prioritaria,
- El Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG) del Parque Natural de los Volcanes, de la Red Canaria de Espacios Protegidos, aprobado inicialmente en 2009, pero todavía no aprobado definitivamente hasta hoy.

- c) No se ha redactado normativa para la ZEPA la Geria, pero se superpone a la ZEC y al Parque Natural de los Volcanes en la zona que nos interesa.

Como conclusión, las actuaciones que se contemplen en esta zona deberá someterse a las disposiciones de la Ley de Costas, o a

disposiciones más restrictivas que hayan podido ser establecidas por instrumentos de ordenación y regulación insulares o municipales (PIOT, PGO de Yaiza); y a las normas de gestión de la ZEC de los Volcanes. Es, además, de especial relevancia destacar que el Plan de Gestión de la ZEC de Los Volcanes la considera compatible con la zona de conservación prioritaria; y que, en ausencia de normas reguladoras de la ZEPA de la Geria, y de aprobación definitiva del PRUG del Parque Natural de los Volcanes, se aplican por defecto las disposiciones del PIOT en cuanto al suelo rústico de protección en las zonas de valor natural ecológico, que establece “como criterio básico la estricta conservación de los elementos y procesos a los que deben su valor”. No obstante, se pueden solicitar autorizaciones para actuaciones de gestión con fines de concienciación, educativas y científicas: entre otras muchas posibilidades, la implementación de un sistema de monitorización y alerta temprana sobre los riesgos de inundación de origen costero y/o de desmoronamiento de acantilado en esta zona de la LZ-703, con información in situ; el acondicionamiento de la carretera para un uso exclusivamente no-motorizado, colocando en ella carteles informativos para fomentar la toma de conciencia, por parte de los usuarios, de los efectos del cambio climático; la organización de visitas escolares; etc.

Por último, teniendo en cuenta la transferencia de competencias de Costas al Gobierno de Canarias, entendemos que:

- La autorización de cualquier actuación o actividad que se contemple dentro de la franja de servidumbre de protección del DPMT, de 100 metros, corresponderá al Gobierno de Canarias, excepto la realización de proyectos y obras de protección y conservación de los elementos que integran el DPMT, que permanecen competencias exclusivas del Gobierno central, y sin

perjuicio de la vinculación del informe de la Administración central cuando esté afectada la zona de servidumbre de tránsito;

- La autorización de actuaciones o actividades más allá de esta franja corresponderá al Cabildo Insular de Lanzarote, quien tiene competencia en la gestión y la conservación de los Espacios Naturales Protegidos de la isla.

A modo de conclusión para este punto, resaltamos que, al igual que en el análisis del contexto histórico, técnico y ambiental que rodea el hundimiento del tramo de la carretera LZ-703, el examen del marco legal y decisonal pone de manifiesto que las únicas soluciones pertinentes y susceptibles de conseguir autorización por las autoridades competentes son de naturaleza no estructural. En particular, estamos pensando en una intervención simbólica, pedagógica y preventiva que contribuya a despertar conciencia y aumentar cultura del riesgo en Lanzarote, de tal manera que futuras actuaciones, inevitables en otros puntos de la isla con más intereses en riesgo, sean aceptables para la población; y que la sociedad Lanzaroteña pueda aumentar su adaptabilidad y resiliencia frente a los efectos del cambio climático. Ello sería coherente con la pertenencia de Lanzarote a la Red Mundial de Reservas de la Biosfera.

Para una intervención desde el respeto se necesitaría:

- (i) Entender mejor el nivel de percepción y la representación de los riesgos costeros y de las medidas de gestión asociadas por la sociedad lanzaroteña, así como su relación con su espacio de vida;
- (ii) Determinar las formas más efectivas de fomentar e integrar la educación, la prevención, la comunicación y la participación ciudadana al proceso de

elaboración de las medidas de gestión, tanto del tramo hundido de la carretera LZ-703 como de otras zonas de la isla que, tarde o temprano, se verán afectadas por riesgos costeros, para aumentar la pertinencia y la aceptabilidad de las actuaciones que se implementen desde un proceso reflexivo y participativo para proponer una gestión no estructural, de alto valor simbólico en la que encuentren eco los valores de la sociedad de Lanzarote.

La carretera LZ-703 podría ser un testigo de la huella humana en el planeta, donde el público pueda visualizar, comprender e interiorizar los efectos del cambio climático. En una isla de sensores naturales como se perfila Lanzarote, Reserva de Biosfera MaB, podemos imaginar que esta solución de gestión podrá ser replicada en otras zonas de la isla, convirtiendo el territorio insular en sí en un sistema de monitorización y alerta temprana sobre los efectos del cambio climático, acompañado por acciones de comunicación, prevención, educación y formación sobre el caso de la LZ-703 en particular y los riesgos costeros y del cambio global, en general.

La adaptación de la ordenación territorial y del planeamiento urbanístico, de las políticas de seguros públicas y privadas, de los protocolos de actuación y de los planes de protección civil permitirían fomentar, acompañar y reforzar la toma de conciencia y el cambio de actitud de la sociedad frente a los riesgos costeros.

Al igual que lo harían el mejorar la articulación con las distintas disciplinas científicas para reforzar los conocimientos y permitir la implementación de sistemas de medición, de predicción y de alerta temprana fiables y eficaces, así como la accesibilidad y publicidad de datos científicos legítimos que pueden contribuir a incrementar la percepción y la comprensión de los efectos del cambio

climático en la sociedad. Todo ello, con la transdisciplinariedad y transversalidad de las distintas formas de conocimiento que permitan abordar la gestión de los riesgos costeros desde el análisis y consideración de acciones transversales que integren métodos cualitativos y cuantitativos, con la implicación activa del conjunto de la sociedad.

5. Bibliografía

Baztan, P., Jorgensen, B., Tejada Fernández, J., & Baztan, J. (2016). Structural analysis and stakeholder-developed scenarios for the continuous training of secondary school teachers in Barcelona. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, 7(1). pp. 137-161.
<http://hdl.handle.net/10481/42994>

Chauveau E. et al. (2011). Xynthia: leçons d'une catastrophe. *Cybergeog: European Journal of Geography. Environnement, Nature, Paysage*. Doc. 538.
<https://doi.org/10.4000/cybergeog.23763>

Correa I. D. & Gonzalez J. L. (2000). Coastal erosion and village relocation: a Colombian case study. *Ocean-Coastal Management*. Vol. 43(1). pág. 51-64
[https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(99\)00066-6](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(99)00066-6)

Cuñat Giménez, R. J. (2007). *Aplicación de la teoría fundamentada (grounded theory) al estudio del proceso de creación de empresas*. En Asociación Española de Dirección y Economía de la Empresa (AEDEM). XX Congreso anual de la Vol. 2. Comunicaciones. Palma de Mallorca.
https://redaadem.org/?seccion=congresos_nacionales

De Longueville, F. et al. (2020). Perceptions of and responses to coastal erosion risks: The case of Cotonou in Benin. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. Vol. 51.
<https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101882>

- Deboudt, P., (1999). Les hommes et la lutte contre l'érosion côtière sur le littoral de Sangatte (Pas-de-Calais, France) / Man and the fight against coastal erosion on the Sangatte coast in northern France. *Geocarrefour. Revue de géographie de Lyon*. Vol. 74(1). pp. 65-74
<https://journals.openedition.org/geocarrefour/persee-166642>
- EUROSIO (2005). *Vivir con la erosión costera en Europa. Sedimentos y espacio para la sostenibilidad*. Doody P. et al. (ed.). Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.
- Fraile Jurado et al., (2014). Estimación del comportamiento futuro del nivel del mar en las Islas Canarias a partir del análisis de registros recientes. *Geographica*, 66. pp. 79-98
https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.2014661066
- Glaser B., Strauss A, (1967) *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Weidenfield and Nicholson
- Alberto Gómez J. (2014). *Las redes sociales en la comunicación de riesgos y crisis: oportunidades y retos*. I Congreso Nacional Cambio Climático, Riesgo y Vulnerabilidad Social. Tamaulipas. México.
- Guéguen A., Renard M. (2017). La faisabilité d'une relocalisation des biens et activités face aux risques littoraux à Lacanau. *Sciences Eaux & Territoires* 23. pp. 26-31.
<https://doi.org/10.3917/set.023.0026>
- Hénaff A. et al. (2018). Caractérisation des aléas littoraux d'érosion et de submersion en Bretagne par l'approche historique. *Cybergeog: European Journal of Geography Environnement, Nature, Paysage*. Doc. 847.
<https://doi.org/10.4000/cybergeog.29000>
- Ibarra Marinas D. & Belmonte Serrato, F. (2017). *Comprendiendo el litoral: Dinámica y procesos*. Ediciones de la Universidad de Murcia.
- <https://www.age-geografia.es/site/wp-content/uploads/2017/12/lbarraBelmonte.pdf>
- Instituto Español de Oceanografía. Tide gauge at Arrecife (PSMSL ID: 593). Sea level data.
<http://datos.ieo.es/geonetwork/srv/api/records/951667fd-e8cf-4d9e-89f1-60719dae8705>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (IPCC).
 - (2014). *Fifth Assessment Report (AR5)*.
<https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
 - (2018). *Special Report on Global Warming of 1.5°C*. <https://www.ipcc.ch/sr15/>
 - (2019). *Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*.
<https://www.ipcc.ch/srocc/>
- Julien M.P. et al. (2020). Éduquer aux risques dès l'école primaire: de la représentation à la conscientisation. *Vertigo. La revue électronique en sciences de l'environnement*. Vol. 20(3)
<https://doi.org/10.4000/vertigo.28806>
- Kane O., Vanderlinden J., Baztan, J., Touili N & Claus S. (2014). Communicating risk through a DSS: A coastal risk centred empirical analysis. *Coastal Engineering*, 87, pp. 240-248.
<https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2014.01.007>
- Kane, O. (2016). *La communication environnementale: enjeux, acteurs et stratégies*. Éditions L'Harmattan, 132 pages
- Lahaye N. (2007). La dimension conflictuelle de la valorisation touristique d'un espace naturel protégé : le cas du Mont Orford. *Tèoros. Revue de Reserche en Tourisme*. Vol 26 (2)
<https://journals.openedition.org/teoros/834>
- Madelenat, J. (2019). *L'adaptation au changement climatique sur le littoral français*. Les études de La Fabrique Ecologique. Fondation Pluraliste de L'Ecologia.

- <https://www.lafabriqueecologique.fr/app/uploads/2020/03/Rapport-final-adaptation-changement-climatique-3.pdf>
- Mallet C., Garnier C. & Marçot N. (2014). Gestion de l'érosion des côtes à falaises rocheuses. *Géosciences, BRGM*. pp. 18-25
- Marcos, M. et al. (2013). Sea level changes at Tenerife Island (NE Tropical Atlantic) since 1927. *Journal of Geophysical Research (JGR) Oceans*. Vol. 118(10). pp. 4899-4910
<https://doi.org/10.1002/jgrc.20377>
- Mercier D. & Acerra M. (2011). Xynthia, une tragédie prévisible. *Place Publique*.
- Meur-Férec C. & Morel V. (2004). L'érosion sur la frange côtière : un exemple de gestion des risques". *Natures Sciences Sociétés* Vol. 12. pp. 263-273.
<https://www.cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2004-3-page-263.htm>
- Meur-Férec C. et al. (2011). La gestión des risques côtiers en France métropolitaine: évolution des doctrines, inertie des pratiques?. *Georisques*. pp. 57-67.
- Michel-Guillou E. & Kirien, N. (2014). Place des risques côtiers dans les représentations sociales du cadre de vie d'habitants des communes littorales. *Les Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale*. n° 101. pp. 101-122.
<https://doi.org/10.3917/cips.101.0101>
- Michel-Guillou E. & Meur-Férec C. (2017). Representations of coastal risk (erosion and marine flooding) among inhabitants of at-risk municipalities. *Journal of Risk Research*. Vol. 20(6). pp. 776-799.
<https://doi.org/10.1080/13669877.2015.1119181>
- Mineo-Kleiner L. & Meur-Férec C. (2016). Relocaliser les enjeux exposés aux risques côtiers en France : points de vue des acteurs institutionnels. *Vertigo. La revue électronique en sciences de l'environnement* Vol. 16(2).
<https://doi.org/10.4000/vertigo.17656>
- Ministerio de Fomento (2009). *Puerto de Arrecife (Lanzarote). Nivelación de alta precisión*.
<https://portus.puertos.es/Portus/pdf/nivelacion/3470.pdf>
- Pérez B., Payo A., López D., Woodworth P. L. & Álvarez Fanjul, E. (2014). Overlapping sea level time series measured using different technologies: an example from the REDMAR Spanish network. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Vol. 14(3). pp. 589-610,
<https://doi.org/10.5194/nhess-14-589-2014>.
- Pérez B., Álvarez Fanjul E., Pérez S, de Alfonso M & Vela, J (2013). Use of tide gauge data in operational oceanography and sea level hazard warning systems. *Journal of Operational Oceanography* Vol. 6(2). pp. 1-18.
<https://doi.org/10.1080/1755876X.2013.11020147>
- Quélénnec, R. (1987). *Inventaire des problèmes d'érosion côtière dans les pays de la communauté européenne, Guide méthodologique*. Commission des Communautés Européennes.
- Rangel-Buitrago N., Bonetti J. & Martínez, C., (2019). Caracterización del riesgo costero por eventos extremos de oleaje. En Martínez et al. (ed.) *La zona costera en Chile: adaptación y planificación para la resiliencia*. pp. 14-50. Universidad Católica de Chile.
<http://geografia.uc.cl/Destacados/se-publica-nuevo-geolibro-la-zona-costera-en-chile-adaptacion-y-planificacion-para-la-resiliencia.html>
- Red Atlántica para la Gestión de los Riesgos Costeros (2017). *Soluciones alternativas para la protección de las costas*.
https://corimat.net/wp-content/uploads/2017/03/2_Outil2_56P_ES.pdf

- Reghezza, M. et al. (2020). Vivre avec la mémoire de la catastrophe: L'éruption de La Soufrière de Guadeloupe en 1976. *Vertigo. La revue électronique en sciences de l'environnement*. Vol. 20(3) <https://doi.org/10.4000/vertigo.28911>
- Reguero, B. et al, (2017). Uniendo ingeniería y ecología: la protección costera basada en ecosistemas. *Ribagua. Revista Iberoamericana del Agua*. Vio. 4(1) <https://doi.org/10.1080/23863781.2017.1332824>
- Rey-Valette, H. et al. (2018). Acceptabilité des relocalisations des biens face à l'élévation du niveau de la mer: perceptions de nouveaux dispositifs de gouvernance du foncier. *Géographie, Économie, Société*. Vol.20. pp. 359-379 <https://doi.org/10.3166/ges.2018.0005>
- Rosas Rodríguez, M. & Barrios Puga, A. (2017). Comunicación de riesgo, cambio climático y crisis ambientales. *Chasqui Revista Latinoamericana de Comunicación*. nº 136. pp. 179-194 <https://doi.org/10.16921/chasqui.voi136.3294>
- Sevilla M., Ortiz E. & García Cañada E. (2002). Enlace altimétrico GPS-Mareógrafos en la estación GPS permanente de Lanzarote. En 3ª *Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica*. pp.339-343. Universidad Politécnica de Valencia.
- Touili N., Baztan J., Vanderlinden J.-P., Kane I. O., Diaz-Simal P., & Pietrantoni, L. (2014). Public perception of engineering-based coastal flooding and erosion risk mitigation options: Lessons from three European coastal settings. *Coastal Engineering*, Vol.87. pp. 205-209. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2014.01.004>
- VandeVuurst, V. & Escobar, L. (2020). Perspective: Climate change and the relocation of Indonesia's capital to Borneo. *Frontiers in Earth Science*. <https://doi.org/10.3389/feart.2020.00005>
- Vieira R. (1994): La estación geodinámica de Lanzarote. Serie Casa de los Volcanes. Monografía nº. 3, pp. 31-40. <http://hdl.handle.net/10261/28898>
- Von Schuckmann et al. (2020). Copernicus Marine Service. Ocean State Report. *Journal of Operational Oceanography* Vol. 13(4). Supplement 1. pp.S1-S172 <https://doi.org/10.1080/1755876X.2020.1785097>
- Wargnier M., (2021). *Gestión de los riesgos costeros en la Reserva de Biosfera de Lanzarote, Soluciones estructurales y no estructurales; El caso de la LZ-703*. Tesis de Master. Université de Rennes 1. 70 pp.
- Zanuttig B. et al. (2015). *Coastal risk management in a changing Climate*. Elsevier <https://doi.org/10.1016/C2011-0-05667-3>



Atlántico. Paisaje de Fuerteventura
Foto: E. Antequera