

El cambio climático en las zonas costeras; previsiones y estrategias de adaptación

Iñigo Losada

Universidad de Cantabria

1. Introducción y contexto

De acuerdo con el IPCC cerca de un 50% de la población mundial vive en la zona costera. En lo que se refiere a España, los municipios costeros, con apenas un 7% del territorio, albergan al 45% de la población nacional. Debido a esa densidad de población, el valor de los bienes situados en una banda de 500 metros de la costa, incluidas las viviendas, terrenos agrícolas y las instalaciones industriales, excede, solo en Europa, el billón de Euros (Fuente: Proyecto Eurosion, www.eurosion.org).

Todos estos habitantes y bienes materiales se encuentran amenazados por la inundación y la erosión costera. Más aún, el coste económico de las acciones de mitigación de los efectos frente a la inundación costera, íntimamente relacionados con la erosión litoral, va en aumento. De acuerdo con los resultados del proyecto Eurosión, en 2001 los fondos dedicados a la protección de las costas en Europa ascendió a 3.200 millones de Euros, un 30% más que en 1986. Es importante señalar que dicho coste solo reflejan las inversiones realizadas para proteger los bienes expuestos a un riesgo inminente, pero no los costes inducidos en las actividades humanas. Según estudios previos del IPCC dichos gastos tiene una media anual de unos 5.400 millones de Euros.

Los datos anteriores, unidos a las evidencias mundiales de cambios significativos en la dinámica marina en todos los océanos debido al cambio climático global, motivó que la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMCC) requiriera a los estados miembros la implementación de medidas concretas para adaptarse al ascenso del nivel y demás efectos del cambio climático en la costa (Artículo 4, b).

2. Datos medidos y previsiones de cambios de la dinámica marina por efecto del cambio climático

Se han analizado las tendencias, para toda la costa española, de diversos parámetros representativos de los regímenes medio y extremal de clima marítimo. Estos parámetros son los que se han considerado fundamentales para analizar los agentes o forzamientos cuyas variaciones inducidas en el cambio climático pueden tener efectos reseñables en los diferentes elementos que configuran la zona costera. En los apartados siguientes se señalan los valores de dichas tendencias, así como el valor medio de dichas variables en el año horizonte 2050.

Nivel medio del mar en el litoral español:

A partir de los datos de los mareógrafos existentes a lo largo de la costa española se ha determinado que la tendencia actual de variación del nivel medio del mar en el litoral español es de 2.5-3,0 mm/año, por lo que extrapolando al año 2050, se tendría un ascenso del nivel medio de +0.125 a +0,150 m. Este valor se encuentra en la banda media de los contemplados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) en su último informe, que establecen una variación del nivel del mar entorno de +0.15 m, con una banda de confianza entre +0.1m y +0.25 m.

Magnitud del Oleaje:

Se observa en las medidas instrumentales un aumento de la energía del oleaje que llega a la Costa Cantábrica y Gallega. Este aumento es mayor para la rama alta de régimen medio (H_{s12}), la magnitud del incremento es aun mayor para los sucesos más

extremales (H_{T50}) en la costa de Galicia. Este comportamiento produce una leve tendencia positiva en las duraciones de excedencia de alturas de ola (duración de los temporales). El Golfo de Cádiz presenta una tendencia negativa muy clara en energía del oleaje para todas las variables de oleaje estudiadas, lo que confirma la tendencia a un clima marítimo más suave.

Dirección de abordaje del Oleaje:

Se observa en las medidas un cambio en la dirección de abordaje del oleaje, fundamentalmente en la costa brava y archipiélagos canario y balear. En la Costa Brava se ha detectado una significativa tendencia de giro horario en los oleajes, de forma que la dirección predominante tiende a ser más oriental.

3. Efectos previsibles en las playas

Los efectos más importantes que el cambio climático puede suponer en las playas son: a) una variación en la cota de inundación y b) un retroceso, o en su caso avance, de la línea de costa.

A la luz de los resultados de las tendencias observadas se concluye que se producirá un aumento total de la cota de inundación en todo el litoral español, que es inducido principalmente por el aumento del nivel medio del mar. No obstante, en la cornisa Gallega y en la zona Norte de las Islas Canarias, el aumento es mayor que en el resto del litoral ya que en estas zonas se produce un aumento significativo de la altura de ola significativa con un periodo de retorno de 50 años. Como dato representativo, en el Mediterráneo se obtiene un aumento de aproximadamente 20 cm., mientras que en la costa gallega y en las Islas Canarias puede alcanzar valores de 35 cm. Este aumento se traducirá, debido a la reducida pendiente de las zonas litorales adyacentes a las playas, en decenas de metros de inundación.

Otro efecto en las playas es el **retroceso** de la línea de costa. Las playas constituidas por arenas más finas y mayores profundidades de corte, es decir, las que reciben las olas más grandes, serán aquellas que experimenten el mayor retroceso. Como orden de magnitud se puede estimar un retroceso de 1 metro en la línea de costa por cada centímetro de ascenso del nivel medio del mar, por lo que es esperable un retroceso generalizado de unos 15 metros en las playas del litoral español para el año 2050, solo por el ascenso del nivel del mar de 15 cm.

Otro parámetro que puede contribuir a un retroceso adicional de las playas es la variación en la dirección del flujo medio de energía. Dicho retroceso es altamente dependiente del tipo de playa que se considere, así como de la propagación que el oleaje sufra desde profundidades indefinidas hasta la playa en concreto. Considerando una playa rectilínea no colmatada de arena de 1000 m de longitud una variación en la dirección en las proximidades de la playa, generaría un retroceso en la mitad de la playa y un avance en la otra mitad. Las playas más susceptibles a este tipo de retroceso corresponden a las playas de la zona Norte del mediterráneo, sobre todo las de la Costa Brava, siendo de también relevante el efecto en las islas Baleares y en Sur de las Islas Canarias. En estas zonas el retroceso puede alcanzar hasta 70 m ya que la variación de la dirección flujo medio de energía supera en ocasiones los 8° . En el resto del litoral este hecho tampoco puede ser depreciado observando valores del retroceso del orden de 20 m.

4. Efectos previsibles en las obras marítimas:

Con respecto a los posibles efectos en obras marítimas, el cambio climático puede suponer importantes cambios en el **rebase** e **inundación**, tanto en estructuras en talud así como en estructuras verticales que conforman muchos de los paseos marítimos de nuestras ciudades. Teniendo en cuenta las variaciones de las variables de clima marítimo medidas en el estudio realizado, se pone de manifiesto que esta variable, rebase, sufrirá importantes modificaciones con respecto a los valores actuales y que estas variaciones adimensionales serán más notables en la zona del

Mediterráneo, sobre todo en la zona comprendida entre Málaga y Algeciras, donde se pueden alcanzar hasta variaciones del 250 % con respecto a los rebases actuales (en estructuras con francobordos de 1 metro).

Por otro lado, el cambio climático puede acarrear importantes consecuencias en cuanto a la **estabilidad de los diques** se refiere. Considerando como año objetivo el año 2050, y con base en los valores medios obtenidos para las tendencias de los valores extremos de la altura de ola significativa de periodo de retorno de 50 años, se ha evaluado el porcentaje de la variación adimensional del peso de las piezas de una estructura en talud a lo largo de la costa española. En general, en la cornisa Cantábrica se necesitará aumentar el tamaño de las de este tipo de estructuras en talud aproximadamente un 20 %, excepto en la costa gallega (en los diques muy expuestos al oleaje exterior) donde las variaciones adimensionales deberían ser incluso del 50%.

4. Estrategias de adaptación frente al cambio climático

Los datos anteriores hacen patente la necesidad tomar medidas, tanto a nivel local como regional y nacional tendentes a mitigar, por un lado y adaptarse, por otro, a los efectos del cambio climático en las costas españolas. Entre estas últimas cabe señalar:

Estrategias encaminadas a la evaluación cualitativa y cuantitativa de la vulnerabilidad de las zonas costeras

- Realización de mapas basados en el índice de vulnerabilidad modificado en zonas piloto del litoral español.
- Establecer en zonas de riesgo los criterios de evaluación técnica de las actuaciones considerando los posibles efectos del cambio climático (Estudios de detalle).
- Promover la creación de una gran base de datos centralizada e integrada en un SIG para gestión de la costa.

Estrategias encaminadas a la concienciación social de la problemática inducida en la costa por efecto del cambio climático

- Impulsar programas de concienciación de gestores y técnicos en los diferentes ámbitos de las administraciones públicas.
- Fomentar la puesta en marcha de programas de Educación Ambiental con contenidos sobre los potenciales efectos del cambio climático en la costa.

Estrategias encaminadas a la mitigación de los efectos del cambio climático mediante estrategias de actuación indirectas

- Incorporar el cambio climático en cualquier estudio y planeamiento del litoral como un elemento más de la Gestión Integrada
- Evitar o minimizar cualquier tipo de actuación conducente a la desestabilización de la línea de la costa.
- Favorecer actuaciones conducentes a la estabilización de playas, y dunas; rehabilitación del transporte de sedimentos en zonas de erosión, etc.

Estrategias encaminadas a la aplicación de estrategias de retroceso

- Facilitar la migración hacia el interior de zonas de marismas y humedales favoreciendo las estrategias de retroceso.
- En zonas altamente vulnerables evitar futuros desarrollos en zonas de retroceso. Revisión de deslindes y aplicación de la Ley de Costas.
- En zonas parcialmente recuperables introducir la planificación territorial necesaria introduciendo estudios de vulnerabilidad frente al efecto del cambio climático.

- En nuevas ocupaciones realizar concesión de permisos condicionados; concesiones limitadas; acuerdos de reubicación y/o demolición.
- Establecimiento de estrategias para la compra de terrenos con fines conservacionistas.

Políticas encaminadas a la aplicación de estrategias de adaptación

- Favorecer la implementación de una Gestión Integrada de la Zona Costera en la que se incluya los potenciales efectos del cambio climático como un elemento más a considerar.
- Favorecer un planeamiento y ordenación del territorio anticipándose al cambio climático; modificación de usos; adaptación de normas de edificación en zonas vulnerables; protección de ecosistemas en peligro, etc.
- Introducir en el diseño de nuevas infraestructuras costeras el efecto del cambio climático en la vida útil de la obra.
- Re-evaluar las infraestructuras en zonas de alta vulnerabilidad.
- Fomentar la introducción del efecto del cambio climático en las Recomendaciones de Obras Marítimas y en otras recomendaciones y normas aplicables a infraestructuras en zonas altamente vulnerables.

5. Incertidumbres y retos científicos

Las tendencias presentadas en este texto han sido estimadas con base en datos medidos y, por tanto, tienen un determinado horizonte de validez. Más allá de dicho horizonte, el nivel de incertidumbre de la extrapolación hace que las mismas deban ser tomadas con cautela. Dado que la planificación territorial y la puesta en marcha de alguna de las medidas de adaptación sugeridas tienen escalas temporales muy largas se hace necesario acometer predicciones basadas en escenarios posibles que se basan en hipótesis de crecimiento social y económico, que a su vez tienen sus propias incertidumbres.

El reto científico que se abre ante nosotros es el de reducir, o al menos acotar, dicha incertidumbre y lo que es más importante, ser capaces de trasladar correctamente la información a los gestores.

En ese sentido es necesario ser conscientes que debemos generar información que, con el adecuado rigor científico, sea consciente que las políticas y estrategias de adaptación tiene también sus escalas de tiempo y que, por tanto, use los datos y los modelos adecuados para cada escala de actuación y que proporcione una visión honesta de las incertidumbres existentes en las predicciones realizadas.