

COSTA VS CAMBIO CLIMÁTICO

José Cristobal Serra Peris.

Catedrático de Universidad
Instituto del Transporte y Territorio, Universidad Politécnica de Valencia
jserra@tra.upv.es

RESUMEN

El estudio de litoral, la definición de la dinámica litoral y los procesos litorales adolece de falta de datos que definen las oscilaciones naturales de las playas, que pretenden establecerse con datos obtenidos de fuentes poco fiables, pero el establecimiento de un sistema de seguimiento, o monitorización de la playa, resolverían esa falta de información que nos definiría de forma más exacta los procesos naturales del litoral. En el presente artículo pretendemos exponer un sistema de monitorización sencillo, económico y preciso para definir los parámetros de oscilación y variaciones naturales de la playa, como, también, poder conocer mejor la tendencia evolutiva de la misma a corto plazo.

Temática clave: Cambio climático, litoral, monitorización playas.

INTRODUCCIÓN

Desde hace décadas el tema del cambio climático y el riesgo de la elevación del nivel del mar ya se planteaba, tímidamente, centrándose en aspectos como: salinización del acuífero litoral, impacto sobre los ecosistemas litorales, efecto sobre las obras litorales, como puertos y sistemas de defensa, y sus efectos en la evolución de las costas y el retroceso de la línea de costa y, en consecuencia, sobre el territorio litoral.

Recientemente, tras las evidencias que parecen apuntar que fenómenos extraordinarios puedan estar ligados al cambio climático, como es la mayor frecuencia de temporales que inciden en nuestras costas con resultados de pérdidas de superficies de playa, daños en infraestructuras litorales, y aumento de la energía de los oleajes que alcanzan la costa, parece que la sociedad y las administraciones deciden tomarse muy en serio el problema.

A nivel de la Comunidad Valenciana, en el mes de septiembre del presente año, ésta ha presentado un Visor Cartográfico de la Costa Valenciana Frente a la Emergencia Climática, que se une a otros visores con el objetivo de dar a conocer cual es el futuro de nuestros litorales, con dos acciones que serán muy consultadas, inundación y recesión de la costa en los años horizontes de 2050 y 2100; sin olvidar los efectos sobre el sistema socioeconómico y natural.

En la Figura 1 recogemos la previsión para el año horizonte de 2050 del área inundada en el frente costero entre el Puerto de Valencia y el Cabo de Cullera, y podemos ver que la superficie de territorio inundado significa la vuelta a la bahía de Valencia por la desaparición de la barra que separa, en la actualidad, el lago de L'Albufera y el mar Mediterráneo. Pensemos que el límite inundado es el nivel que alcanzaría el mar sumando al efecto de las mareas y el oleaje la sobreelevación del NMM por el cambio

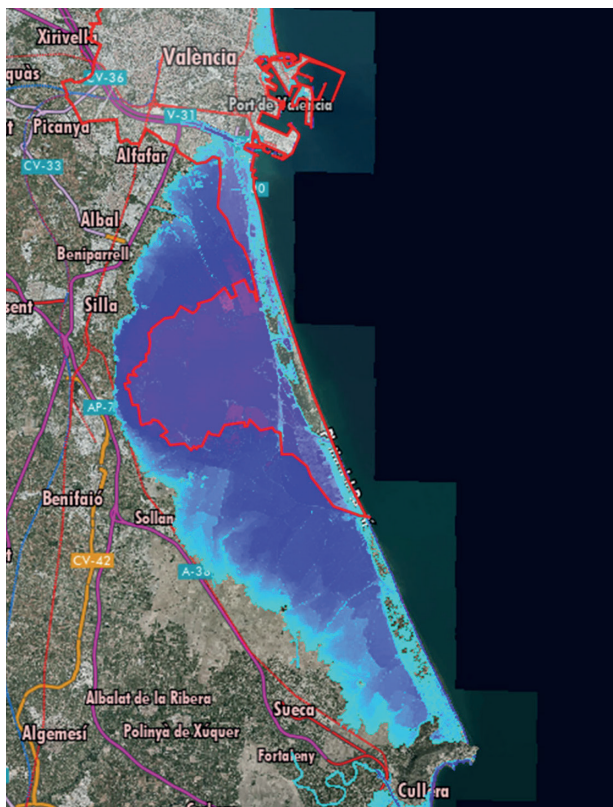


Figura 1. Inundación del frente costero.

Fuente: Generalitat Valenciana

climático. Será un efecto puntual, pero nada garantiza que la barra de protección haya sido barrida con anterioridad.

EL MEDIO COSTERO LITORAL

El medio costero-litoral se representa por una franja litoral que comprende tanto la parte sumergida de la costa, limitándola hasta la denominada profundidad offshore, como la emergida cuyo límite interior podríamos definirlo por el límite del Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT) y que ampliaríamos con la Servidumbre de protección. La forma en planta y perfil de este medio es función del oleaje que alcanza la costa y del Nivel Medio del Mar (NMM), y en este caso de las oscilaciones del mismo, en las que incluiríamos la marea astronómica, la marea meteorológica, el setup del oleaje, y la elevación del NMM por efecto del cambio climático.

Históricamente, la propuesta de defensa, protección y regeneración de la costa siempre se ha emparejado con la especulación del territorio costero, pero señalemos que, en cualquier caso, esa especulación escapa de las actuaciones que se propongan. La responsabilidad recae sobre las políticas que permitan dicha especulación.

La recuperación del espacio costero es recuperar territorio, tengamos presente que la existencia de una playa, con sus formas naturales, es la defensa de la costa, es la defensa del territorio litoral, y, en consecuencia, la recuperación de los espacios costeros es recuperar territorio y un sistema natural de defensa del mismo.

En la Figura 1 recogíamos la previsión para el año horizonte de 2050 del área inundada en el frente costero entre el Puerto de Valencia y el Cabo de Cullera. Los impactos sobre el medio natural y el sistema socioeconómico son evidentes; en la Figura 2 recogemos la previsión, para el año horizonte de 2050, de los hábitats susceptibles de inundación, destacando los sistemas dunares, defensa natural del parque natural de L'Albufera, y los hábitats de interés comunitario según la directiva europea 92/43/CEE relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres, igualmente recogemos la previsión del porcentaje de población afectada.

La primera conclusión que se alcanza es la necesidad de empezar a plantearse actuaciones para la conservación del espacio, hemos elegido precisamente este tramo de costa por la importancia del parque de L'Albufera, así se expuso en la presentación del visor, pero igualmente se puso de manifiesto la necesidad de un seguimiento de los litorales, que nos permita ir por delante del efecto del cambio climático y poder definir mejor las actuaciones para la defensa del medio costero-litoral, tanto para la conservación y defensa del territorio, como la protección del sistema natural y socioeconómico.

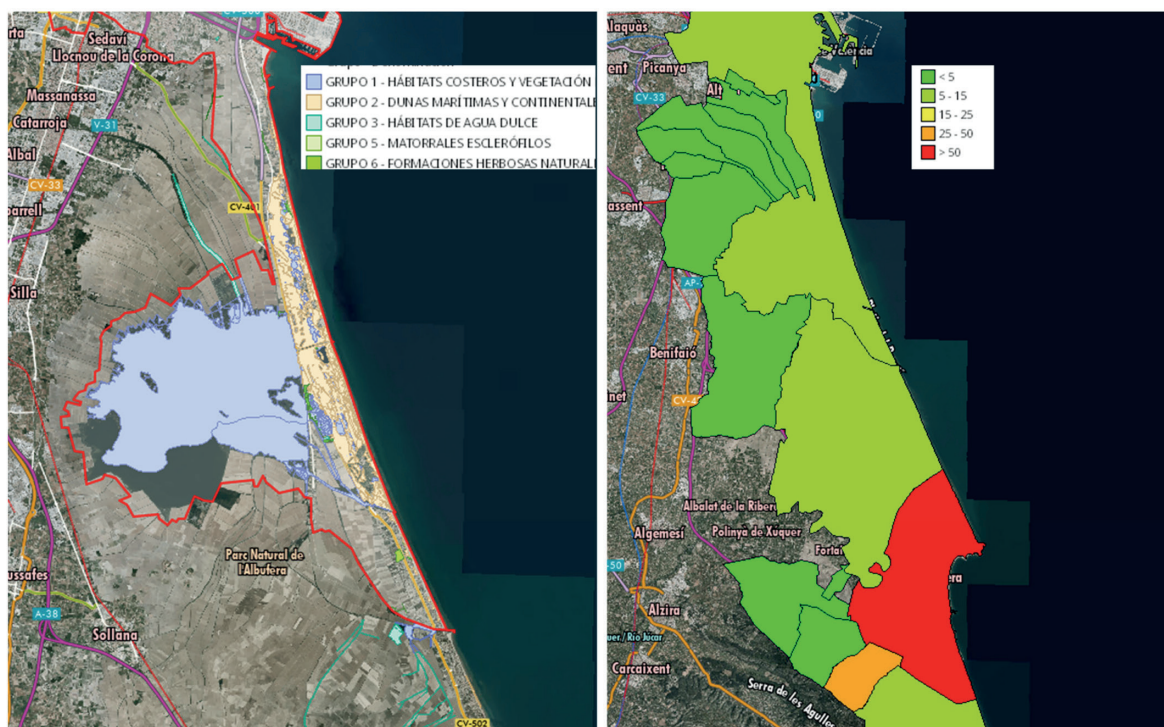


Figura 2. Hábitats susceptibles de inundación y porcentaje de población afectada (2050)

Fuente: Generalitat Valenciana

Es evidente el efecto de la elevación del NMM por causa del cambio climático, y es muy sencillo pensar que una subida del mismo significa una entrada del mar en el continente. Podemos hacer un análisis muy sencillo de la entrada del mar en el continente, partiendo de la pendiente media de las playas en el entorno de la ciudad de Valencia, y considerando una subida de un simple centímetro, con lo que nos encontramos con los siguientes valores, tabla I y tabla II.

En la Tabla I recogemos los datos al norte del Puerto de Valencia, la pendiente corresponde a la playa seca bajo condiciones de acreción (Cabanyal), aparentemente estable (Patacona) y en recesión (Saplaya), valores obtenidos de los

seguimientos ejecutados entre 1992 y 2015 por el Laboratorio de Puertos y Costas de la Universidad Politécnica de Valencia (LPC-UPV). Como es evidente, a menor pendiente mayor intrusión del mar en la playa seca.

En la Tabla II recogemos los datos al sur del Puerto de Valencia, en este caso todos los frentes se encuentran en recesión, las pendientes son superiores al tres por cien y vemos que la intrusión es inferior a los treinta metros, siempre en base a las pendientes medias determinadas en el mismo periodo que el anterior.

Las tablas anteriores nos están señalando cual debería ser la anchura mínima de la playa seca en función de su pendiente, y de su situación desde el punto de vista de su estabilidad. Pero nos falta una segunda dimensión a establecer para definir las dimensiones, en anchura y cota, de la playa que nos debe defender de la elevación del NMM.

Las gráficas del visor aquí comentado nos dan la cota máxima del NMM en los años horizon-

Tabla I. Playas al norte del Puerto de València

Playas	Cabanyal	Patacona	Saplaya
Pendiente (%)	1,75	2,77	6,35
Retroceso línea de orilla (cm)	57,14	36,10	17,75

Tabla II. Playas al sur del Puerto de València

Playas	L'Abre del Gos	La Creu	El Saler	Garrofera	Devesa
Pendiente (%)	3,61	5,88	4,25	7,79	8,53
Retroceso línea de orilla (cm)	27,70	17,01	23,53	12,84	11,72

tes de 2050 y 2010, pero consideramos que la determinación de la cota de inundación, cota máxima que alcanza el NMM considerando las variables expuestas con anterioridad, pleamar viva equinoccial, marea meteorológica máxima, setup del oleaje máximo y sobreelevación por efecto del cambio climático, definiría la cota del sistema de defensa del territorio litoral, que se recomienda sea un cordón dunar en el mejor de los casos. En la actualidad, por ejemplo, y para las playas al norte del Puerto de Valencia la cota de inundación se cifra en algo más dos metros, y ya supone que con temporales de carácter extraordinario los paseos marítimos de Valencia (playas de Cabanyal y Malva-rosa) y Alboraya (playa de Patacona) son inundados por el mar; esta situación, que igualmente se da en las playas al sur del puerto, suponen un efecto de recesión en el cordón dunar y la inundación del medio litoral en aquellos tramos donde no se encuentra la defensa natural del escarpe, duna transversal.

Todo esto parece llevarnos a la necesidad de conocer en tiempo real tanto la pendiente de la playa seca, su anchura y la cota interior de la playa seca, del cordón dunar o del muro del paseo marítimo.

MONITORIZACIÓN DE LA COSTA

Dos acciones se plantean ante el reto frente a la emergencia del cambio climático, como hemos señalado: actuaciones en defensa del territorio y monitorización de la costa. Por establecer orden de prioridad, señalaríamos como prioritaria la adopción de un sistema de monitorización con la finalidad de conocer los procesos

litorales del frente costero que nos señalicen la evolución esperada, y que permitan adoptar actuaciones compatibles con la evolución y que puedan garantizar la sostenibilidad del litoral, así como conocer las variables que nos deben definir el diseño de las actuaciones.

En el epígrafe anterior concluíamos que conocer la pendiente de la playa seca, su anchura y la cota superior en tiempo real es la mejor forma de adelantarse a los impactos del efecto del cambio climático y la elevación del nivel del mar, y la mejor forma es la adopción de un plan de monitorización de la costa.

La monitorización, también conocida como seguimiento, puede realizarse de diversas formas, pero con efectividad muy distinta entre ellas. Uno de los métodos aplicados es apoyarse en ortofotos, e incluso con imágenes satelitales. En este punto realizaremos una discusión de los seguimientos que vienen realizándose y propondremos una alternativa de precisión, económica y fácil de aplicar.

En primer lugar, consideramos importante la monitorización de la evolución del NMM que puede apoyarse en los mareógrafos ya instalados en los puertos comerciales, fundamentalmente, en nuestro entorno, puertos de Sagunto, Valencia y Gandía; pero se propone ampliar la red en puertos menores, como los deportivos entre otros, y que no precisamente tienen por qué ser instalaciones sofisticadas, pueden instalarse sistemas que permitan seguir la evolución del NMM de forma sencilla, y que nos puedan permitir seguir la evolución, sin olvidar, evidentemente, el apoyo de los diversos paneles existentes y los informes que periódicamente

te se emiten y que nos permiten conocer en cuanto se cifra la elevación del NMM por efecto del cambio climático, en diversos escenarios.

Una monitorización, que está realizándose, es la de apoyarse en imágenes, ortofotos, vuelos e imágenes satelitales, como señalábamos. En estos casos, la monitorización se centra en los avances y retrocesos de la línea de orilla; línea de orilla que habría que definir como aparente, en algunos casos con errores por la propia imagen, como son las satelitales, y en todas ellas la imagen no se sabe, a ciencia cierta, si se ha tomado en bajamar o pleamar, o con perfil de calmas o de temporales. En la Figura 3 representamos el perfil de equilibrio de la playa en periodos de calmas (perfil negro), y el perfil de equilibrio de la playa en periodos de temporales (línea roja), estos perfiles muestran que en épocas de calmas la línea de orilla avanza (falsa acreción), mientras que en periodos de temporales retrocede (falsa recesión), y entre las dos posiciones señalamos la denominada “oscilación natural de la playa”, y que en el litoral del ovalo valenciano se estima con un valor medio de diez metros (10 m); esto obliga a conocer el clima marítimo de la costa con anterioridad a la toma de la imagen y poder establecer si la playa presenta un perfil de calmas o de temporales, ya que en el caso de no tomar esta precaución estaríamos determinando una falsa posición de la orilla. Tomando precauciones podríamos establecer el avance o retroceso de la orilla, incluso la tasa de evolución, pero falta la evolución

del perfil, sobre todo de la parte sumergida de la playa, que es la parte que más información puede darnos sobre la evolución y prognosis de evolución.

Algunos autores fijan la línea de orilla en el límite de la playa seca mojada, en realidad están determinando el límite del “runup”, pero no la orilla real ni la aparente, y como en el caso anterior se desconoce la situación del NMM por oscilación natural, ni se conoce el perfil de la playa; como en el caso anterior, los resultados no son muy validables y pueden equivocarnos en las conclusiones que puedan alcanzarse.

El LPC-UPV desarrollo en los años 90 del siglo pasado el método BP, sistema que permite obtener datos con un error de un centímetro, y tras su aplicación en numerosos seguimientos ha demostrado su eficacia y permite conocer en tiempo real la situación del litoral. El método permite realizar el seguimiento de la evolución de los perfiles transversales de la playa, la determinación del punto cero del perfil y la evolución de la línea de costa.

En primer lugar, quiero exponer la determinación del punto cero del perfil transversal. En principio el método permite determinar el cero, punto de cota cero, en nuestro caso referido al cero de Alicante, y consiste en determinar la cota del “runup” y la del “rundown”, e interpolando, determinamos el punto de cota cero del perfil, y de la orilla real del mar, en caso de no

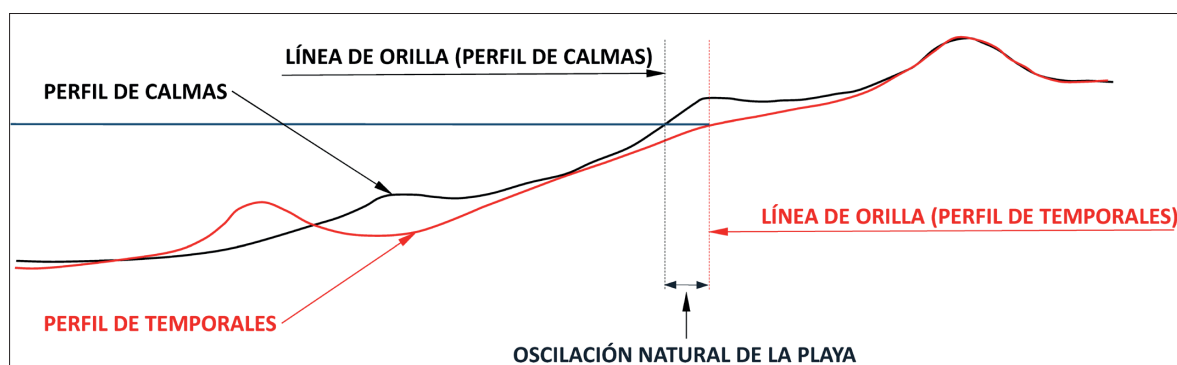


Figura 3. Oscilación natural de la playa.
Fuente: Elaboración propia

contar con la posición real del NMM por el cambio climático; pero al mismo tiempo podemos definir la orilla aparente, es decir la posición del NMM por apreciación visual de la oscilación de la orilla. Con las tres determinaciones, "runup"- "rundown"-orilla aparente y la determinación del cero podemos definir la posición del NMM con relación al cero; es decir, podemos, al mismo tiempo, estar siguiendo la elevación por cambio climático.

En la Figura 4 recogemos los perfiles transversales de la playa de la Garrofera (Valencia), entre octubre de 2010 y octubre de 2015, con perfiles levantados cada seis meses, y podemos ver los cambios que va sufriendo entre campañas. Previamente hay que definir el clima marítimo con la finalidad de conocer si ha habido calmas o temporales antes de la toma de datos, señalar que los datos tomados, debido al método, son distancia a la denominada Cabeza de perfil, o definir en coordenadas (UTM) y la cota (Z), de forma que se comprenden que no hay interferencias en los datos tomados por oscilación del NMM (marea astronómica) o por oscilación del oleaje; por ello se definen como perfiles de precisión. El perfil nos define la playa seca, el estrán y la playa sumergida, y el escarpe, natural o artificial de la playa.

El análisis de los perfiles nos permite conocer que ocurre bajo el agua, conocer las pendientes de cada una de las partes del perfil, y lo más importante, la recesión de la playa empieza por la parte sumergida, un aumento de la anchura del estrán y la migración a mayor profundidad del límite inferior del mismo no da la señal de que la playa se encuentra en recesión. Otra de las conclusiones que podemos extraer de este análisis es la definición más concreta de la oscilación natural de la playa, que se expuso con anterioridad; en su momento señalábamos que ese valor se estimó en diez metros, pero cada playa tiene oscilaciones distintas pudiendo oscilar entre seis y quince metros.

La Figura 5, por su parte nos define la anchura de la playa seca y su evolución, en el caso representado la anchura es desde el muro del paseo marítimo y el cero del perfil. En esta ocasión podemos analizar la evolución de la playa, si esta en acreción o recesión, o es aparentemente estable.

La figura nos señala una anchura media de un poco más de veinte metros, y nos está diciendo que la anchura mínima, en su caso, debería ser de cincuenta y cinco metros y no es así; por tanto, a pesar de que la anchura aumenta, pero con una tasa muy baja, la playa es recesiva por

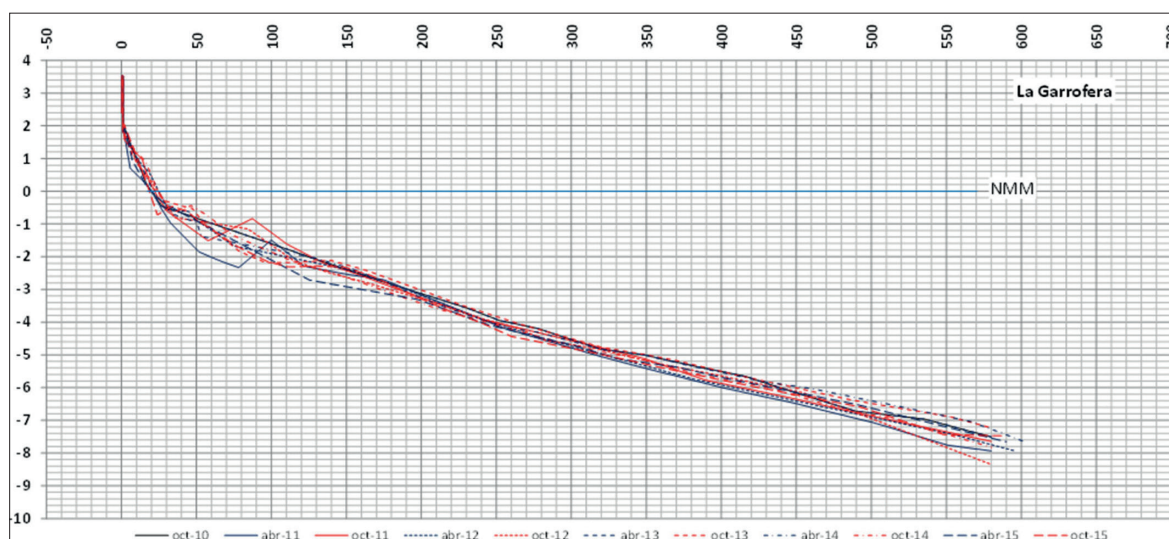


Figura 4. Evolución perfil transversal.
Fuente: Elaboración propia

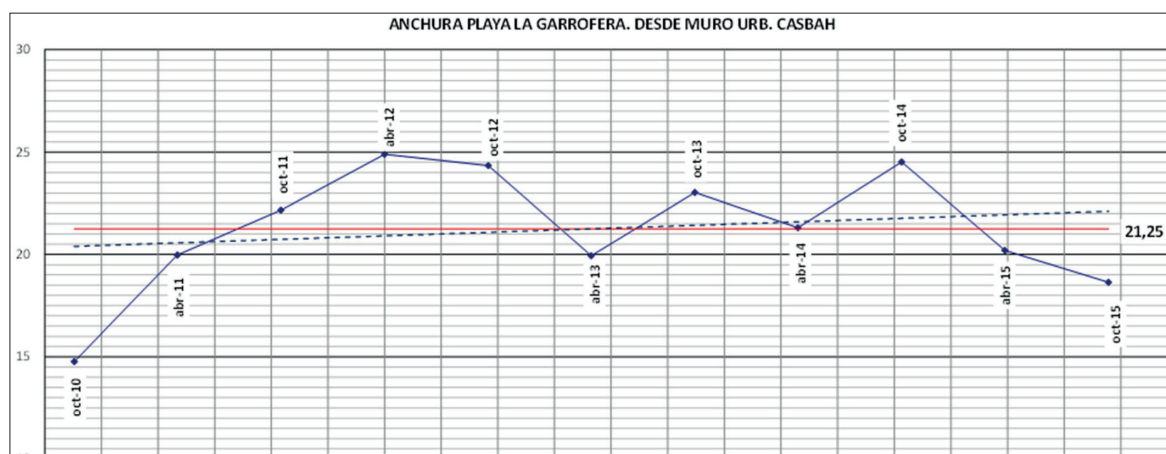


Figura 5. Evolución anchura de la playa seca.

Fuente: Elaboración propia

la anchura tan pequeña. En este caso, el seguimiento del perfil nos permite conocer, como es evidente, la anchura de la playa seca, y podremos conocer el margen que existe entre la playa ocupada por el mar en cota de inundación y el límite interior de la misma; y, por otro lado, en el caso del perfil, Figura 4, conocemos la cota interior de la playa, considerando el escarpe natural y poder establecer si el NMM en su cota máxima pueda inundar el territorio litoral. En el caso del perfil representado en la Figura 6 una cota de inundación superior a los tres metros, que sería probable, supondría la inundación de litoral por desbordamiento del mar.

Por último, recogemos, en la Figura 7, el levantamiento de la línea cero, en este caso de las playas al sur del Puerto de Valencia, entre los años 2010 y 2015, en campañas de levantamiento cada tres meses. En este caso podemos analizar la evolución de la línea de costa del frente litoral, a lo largo del seguimiento realizado, y poder establecer la situación de la costa, fundamentalmente la determinación de tasas de evolución.

En la Figura 8 vemos precisamente la variación superficial de la playa en los tramos denominados.

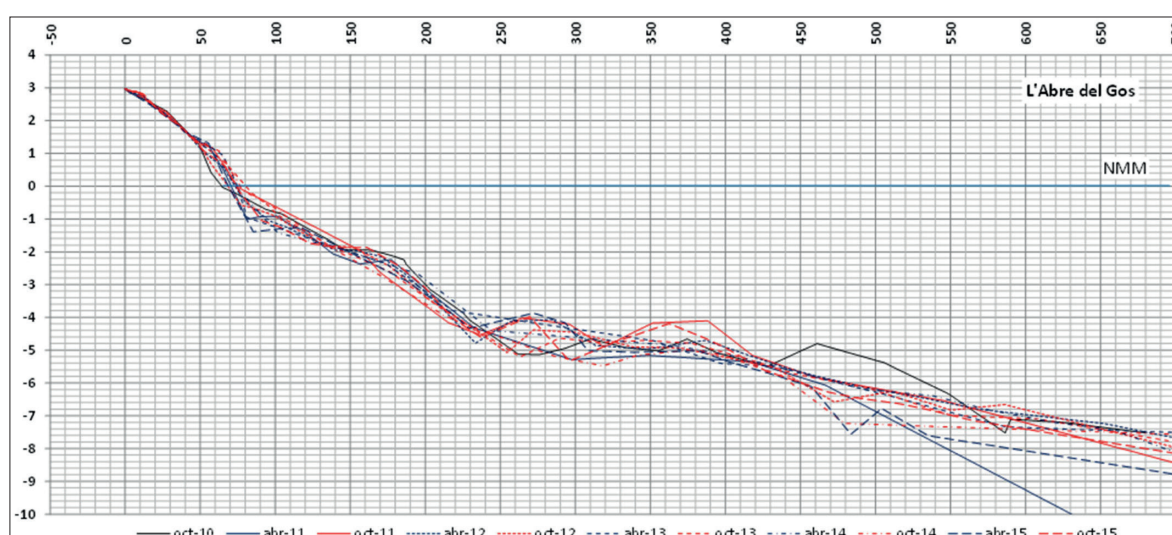


Figura 6. Evolución perfil transversal.

Fuente: Evolución propia

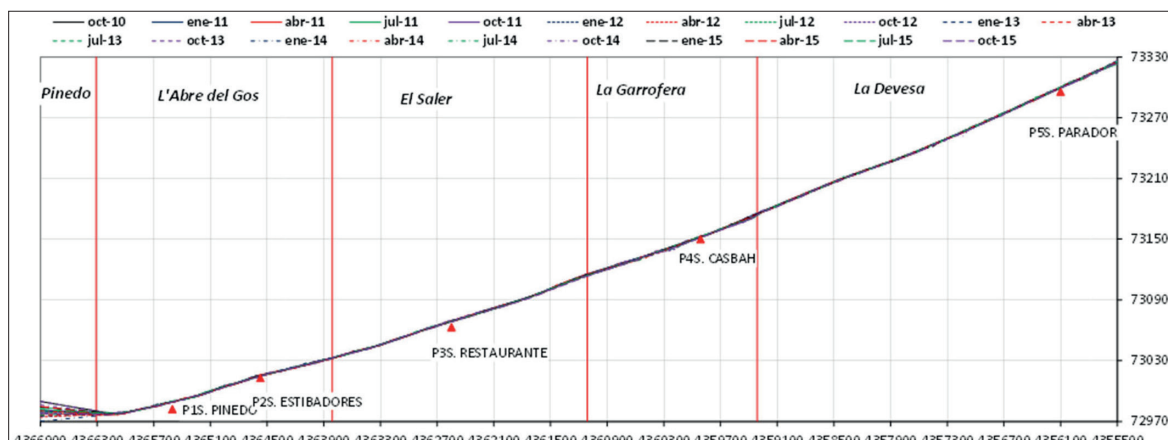


Figura 7. Evolución línea cero
Fuente: Elaboración propia

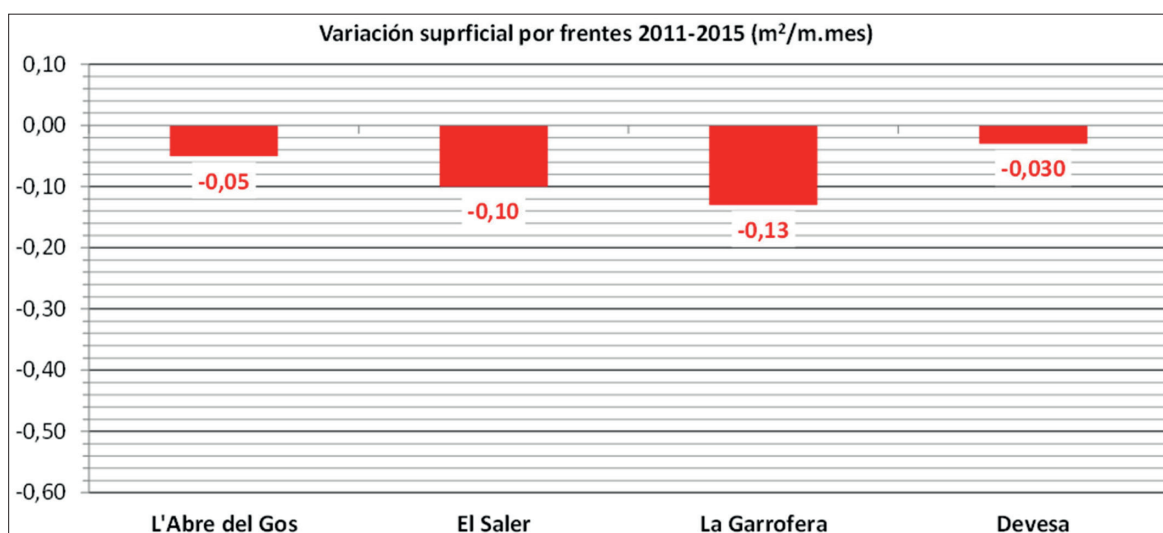


Figura 8. Variación superficial
Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

En la actualidad, y desde diversos sectores, ya se habla de emergencia climática y que en el medio costero-litoral supone la pérdida del territorio, y partimos de que la mejor defensa del territorio costero es una playa, pero una playa con sus formas naturales, su parte sumergida, estrán y playa sumergida, la playa seca, y un escarpe, que en el caso de playas de arena debe ser un cordón dunar que impediría la inundación del trasdós costero.

En este escenario todos coinciden en la necesidad de actuar ya para defenderse del riesgo

que supone la elevación del NMM, tanto sobre el territorio como sobre el medio ambiente litoral, emergido y sumergido, y añaden la necesidad, también ya, de implantar sistemas de monitorización de la costa que nos permita poder responder, en tiempo real, a los eventuales fenómenos extraordinarios, que cada vez son más y más energéticos. Tenemos la experiencia de la Dana Gloria, que puso en evidencia la fragilidad de nuestros litorales, y la ausencia de actuaciones para prevenir los efectos catastróficos.

La adopción de un plan de monitorización de la costa es una acción que puede adoptarse

de forma inmediata, pero en condiciones que nos permitan poder conocer en tiempo real el estado del litoral. La monitorización no debe quedarse en analizar la evolución de la línea de costa, la información es parcial y adolece de varias fuentes de error que podrían llevarnos a conclusiones erróneas. La monitorización debe contemplar tanto la parte de la costa emergida como de la sumergida, y debe buscar tanto la evolución del NMM, la oscilación natural de la playa, la anchura de la playa seca y la cota interior tanto de la playa seca como del escarpe natural, sin olvidarnos de la monitorización del clima marítimo que interviene en la determinación de la cota de inundación.

Apoyándonos en lo expuesto en epígrafes anteriores, todo parece llevarnos a la adopción del método BP, por dos motivos fundamentales: permite conocer la evolución de las formas litorales y la determinación de parámetros que serán la base para definir las actuaciones. Actuaciones que deben tener como objetivo la creación de una playa, defensa natural del territorio litoral y que sea sostenible, bien de forma, desde el inicio de la actuación, o con actuaciones que con posterioridad aseguren la sostenibilidad. Una forma probable de actuar es apoyarse en el banco de arenas sumergido de Cullera y trasvases inversos, creando circuitos de transporte que permitan mantener la defensa que constituye la playa.



Mar del Norte. Puerto de Den Helder (Holanda)
Foto: E. Antequera