

CARMEN ZORNOZA-GALLEGÓ^a
ANA CAMARASA BELMONTE^b
MARIA DOLORES PITARCH GARRIDO^c
JAVIER SERRANO LARA^d

VULNERABILIDAD DEL SUELO RESIDENCIAL EN LA COSTA DE LA COMUNIDAD VALENCIANA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO: EXPOSICIÓN A LAS INUNDACIONES MARINAS

RESUMEN

El trabajo realizado tiene como objetivo analizar la vulnerabilidad de las zonas residenciales localizadas en el litoral valenciano ante un escenario de cambio climático, específicamente, teniendo en cuenta las inundaciones marinas. La metodología compara las zonas residenciales que se inundan por

a Instituto Interuniversitario de Desarrollo Local. C/ Serpis, 29, 46022 València. Departamento de Geografía, Universidad de Valencia. Av. Blasco Ibáñez, 28, 46010 València. carmen.zornoza@uv.es, <https://orcid.org/0000-0001-9680-4983>

b Departamento de Geografía, Universidad de Valencia. Av. Blasco Ibáñez, 28, 46010 València. ana.camarasa@uv.es, <https://orcid.org/0000-0001-7173-5344>

c Instituto Interuniversitario de Desarrollo Local. C/ Serpis, 29, 46022 València. Departamento de Geografía, Universidad de Valencia. Av. Blasco Ibáñez, 28, 46010 València. maria.pitarch@uv.es, <https://orcid.org/0000-0001-9109-4687>

d Instituto Interuniversitario de Desarrollo Local. C/ Serpis, 29, 46022 València. Departamento de Geografía, Universidad de Valencia. Av. Blasco Ibáñez, 28, 46010 València. J.Javier.Serrano@uv.es, <https://orcid.org/0000-0003-0349-4176>

Contribución de las personas autoras: CZG ha realizado el análisis SIG. CZG y ACB han creado la metodología. ACB ha interpretado los resultados desde su perspectiva física. MDP ha interpretado los resultados sobre la base de los procesos territoriales ocurridos. JSL ha interpretado los resultados en función de su perspectiva social. Todos han colaborado en la elaboración del texto y en la introducción de las modificaciones de los revisores.

Fecha de recepción: 27-11-2022. Fecha de aceptación: 28-04-2023.

efecto de temporales marinos en la situación actual y con un escenario de cambio climático RCP 4,5. Una vez evaluados los resultados a escala municipal, se muestra la afección territorial de parte de los municipios costeros de: Peñíscola, Benicarló, Oropesa, Cullera, Gandia, Oliva, Xàbia, Dénia y Santa Pola. Los resultados muestran que, en el escenario de cambio climático analizado, la vulnerabilidad de las zonas residenciales por episodios de inundación marina aumentará, aunque de forma diferente en función de la tipología de las costas. Este análisis destaca la importancia de profundizar en los efectos territoriales del cambio climático, así como de incluir este riesgo en los futuros procesos de ordenación territorial con el fin de minimizarlo.

PALABRAS CLAVE: cambio climático; Comunidad Valenciana; vulnerabilidad residencial; inundaciones marinas.

VULNERABILITY OF RESIDENTIAL LAND ON THE COAST OF THE VALENCIAN COMMUNITY TO CLIMATE CHANGE: EXPOSURE TO MARINE FLOODING

ABSTRACT

The aim of the research is to analyze the vulnerability of coastal residential areas in the Valencian Community regarding a climate change scenario. Specifically, marine floods are the main variable analyzed. The methodology compares the residential areas that are flooded by the effect of marine storms in the current situation and with an RCP 4.5 climate change scenario. Once the results have been evaluated at the municipal level, the territorial condition of the coastal municipalities of: Peñíscola, Benicarló, Oropesa, Cullera, Gandia, Oliva, Xàbia, Dénia and Santa Pola is shown. The results confirm that, in the climate change scenario analyzed, the vulnerability of residential areas to episodes of marine flooding will increase, although in a different way depending on the type of coast. This analysis highlights the importance of delving into the territorial effects of climate change, as well as including this risk in future territorial planning processes in order to minimize it.

KEYWORDS: climate change; Valencian Community; residential vulnerability; marine floods.

INTRODUCCIÓN

La gestión de los riesgos naturales es una de las principales funciones de la ordenación territorial. Son múltiples las normativas a escala europea, estatal y autonómica que se dedican a sentar las bases para que los riesgos existentes produzcan el menor impacto posible en la sociedad. La implantación de estos instrumentos de planificación se hace aún más necesaria y, a su vez, compleja ante la incertidumbre derivada de la modificación en los sistemas naturales que suponen los distintos escenarios de cambio climático (Olcina y Farinós, 2022).

Una de las cuestiones principales para enfrentar el reto que suponen los potenciales impactos del cambio climático es conocerlos, cuantificarlos y localizarlos para introducir las estrategias de adaptación necesarias y reducir sus riesgos. El análisis de riesgos requiere de un proceso de integración de factores

climáticos, medioambientales y humanos, que será fundamental para minimizar los impactos (Turner et al., 2003; Birkmann, 2006).

El cambio climático es uno de los grandes retos a los que se enfrenta la humanidad y así ha sido reconocido desde hace años por Naciones Unidas, la Unión Europea y otros organismos internacionales, además de la mayoría de los Gobiernos nacionales. Según el informe de la European Environmental Agency (EEA, 2017), la modificación de las condiciones climáticas no producirá los mismos impactos en todas las regiones del planeta, sino que estarán condicionados por la escala regional, ya que dependen de la interacción entre la circulación atmosférica y oceánica y las características físicas del entorno (orografía, albedo, rugosidad...). En este mismo estudio, y también en Romero y Olcina (2021), se señala que la zona mediterránea será una de las que más cantidad de impactos acumulará ante un escenario de cambio climático.

Los principales impactos apuntan a un descenso en las precipitaciones y un aumento en las temperaturas, lo que conllevaría un descenso en la cantidad de agua disponible, con todas las implicaciones para los sistemas ambientales y la sociedad asociadas. A su vez, se espera también el aumento de eventos meteorológicos extremos. Si bien los cambios relacionados con un aumento de la temperatura no ofrecen dudas, los modelos de predicción pluviométrica futura presentan gran variabilidad, lo cual obstaculiza la interpretación de las tendencias generales (Lionello, 2012). Sin embargo, pese a esta elevada incertidumbre, la comunidad científica está de acuerdo en que en la zona mediterránea los episodios de lluvia extrema están aumentando en número e intensidad (Xoplaki et al., 2012; Barrera-Escoda et al., 2014; Romera et al., 2017).

Ejemplo de ello lo constituye el litoral de la Comunidad Valenciana. En este sentido, en un estudio llevado a cabo en el ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Júcar, Camarasa et al. (2020) analizan la evolución de 698 episodios, entre 1989 y 2016, a partir de los datos del SAIH (Sistema Automático de Información Hidrológica) y constatan cómo están disminuyendo los indicadores de recurso (relacionados con la precipitación acumulada por episodio) mientras se incrementan los de riesgo (referidos a las intensidades máximas). Además, en este trabajo se constata el aumento de intensidad de los episodios que entrañan mayor riesgo en el ámbito litoral, lo cual implica un incremento importante del riesgo por *lluvia in situ*, en un territorio ampliamente urbanizado. Otra tendencia preocupante que se apunta es el desplazamiento temporal de los tipos de episodios a lo largo del año, que puede dar lugar a sinergias negativas porque coinciden en el otoño los sucesos muy productivos, propios de esta estación, con los muy intensos que antes se producían en verano. Este hecho incrementaría considerablemente el riesgo (Camarasa et al., 2020b).

Uno de los principales impactos de esta evolución pluviométrica es el incremento de las inundaciones, que ya de por sí constituyen el riesgo natural que más pérdidas económicas y humanas ocasiona en España (Oliva et al., 2021). El motivo principal por el que produce gran cantidad de daños es que este riesgo no ha sido siempre limitante para la ocupación del territorio

De hecho, hasta 2003 no se aprueba la primera versión del PATRICOVA (Plan de Acción Territorial sobre Prevención del Riesgo de Inundación en la Comunitat Valenciana), revisado en 2015, que establece limitaciones de uso del suelo en función de la peligrosidad establecida.

En este sentido, cabe destacar que el territorio de la Comunidad Valenciana presenta un alto grado de artificialización, especialmente sobre las principales áreas urbanas y litorales. En Zornoza-Gallego (2013) se cuantificaba la proporción de suelo artificializado para distintas franjas territoriales, tomando como referencia la línea de costa. A partir de datos del SIOSE (2009), se observó que la urbanización ocupaba el 51,3 % de la primera franja litoral, establecida en los primeros 500 m desde la línea de costa. En la siguiente franja, hasta el primer kilómetro, la proporción disminuía hasta el 35,3 %. De manera consecutiva, en la siguiente zona, que comprendía el resto de los municipios litorales, se ocupaba el 15,1 %, y, por último, en los municipios no litorales la proporción de suelo artificial era de 4,8 %. Estos datos son clave para comprender la importancia de la franja costera ante los principales procesos de ocupación territorial en la Comunidad Valenciana, teniendo también en cuenta que las tres capitales de provincia son municipios litorales.

En este contexto territorial cobra especial relevancia el fenómeno que Olcina (2009) denominaba "litoralización del riesgo". Este fenómeno se describe como el desplazamiento, desde mediados del siglo pasado, hacia las áreas litorales de las zonas de más riesgo, debido al aumento de la importancia socioeconómica de los espacios urbanos y de las áreas litorales.

La Comunidad Valenciana constituye, por tanto, un territorio especialmente vulnerable a los efectos del cambio climático, habida cuenta de que un incremento de los episodios de lluvia extrema sobre un modelo de desarrollo urbano intenso e indiscriminado puede aumentar considerablemente el riesgo de inundación. La ordenación territorial que aporta el PATRICOVA, a partir del análisis y de la zonificación de las zonas inundables, constituye una importante aproximación a la gestión del riesgo. Sin embargo, no deja de ser una solución insuficiente, ya que únicamente tiene en cuenta las inundaciones de tipo fluvial y no contempla las de origen marino. Teniendo en cuenta la gran extensión superficial que la franja costera ocupa en la Comunidad Valenciana, así como su intensa ocupación residencial y su importancia económica, resulta fundamental estudiar los impactos que el cambio climático puede ocasionar en este ámbito, por medio del incremento de las inundaciones de origen marino.

El presente trabajo constituye una primera aproximación al análisis de la vulnerabilidad del suelo residencial frente a las inundaciones marinas producidas por el cambio climático, en la franja costera de la Comunidad Valenciana. Para ello, compara la exposición del territorio residencial según su tipología en las condiciones climáticas actuales, con la que presentaría en un escenario de cambio climático RCP 4,5. Los escenarios de emisión se definen por las trayectorias de concentración representativas (RCP), que se calculan en función de las estimaciones de emisión de gases de efecto invernadero. El RCP 4,5 es un escenario considerado de estabilización, donde se contemplan los efectos de las políticas frente al cambio climático.

La necesidad de desarrollar un estudio como el que se presenta se fundamenta en dos cuestiones. En primer lugar, los riesgos ante un escenario de cambio son dinámicos, por lo que es necesario comenzar a trabajar con una capacidad más flexible que tenga la perspectiva de anticiparse al cambio. Esto resulta especialmente significativo para la ordenación territorial, ya que la implantación de usos urbanos tiene un enorme peso económico y social, por lo que su desarrollo debería incluir los riesgos previsibles. Esto supondría anticiparnos a las situaciones de riesgo estableciendo las estrategias de adaptación más ade-

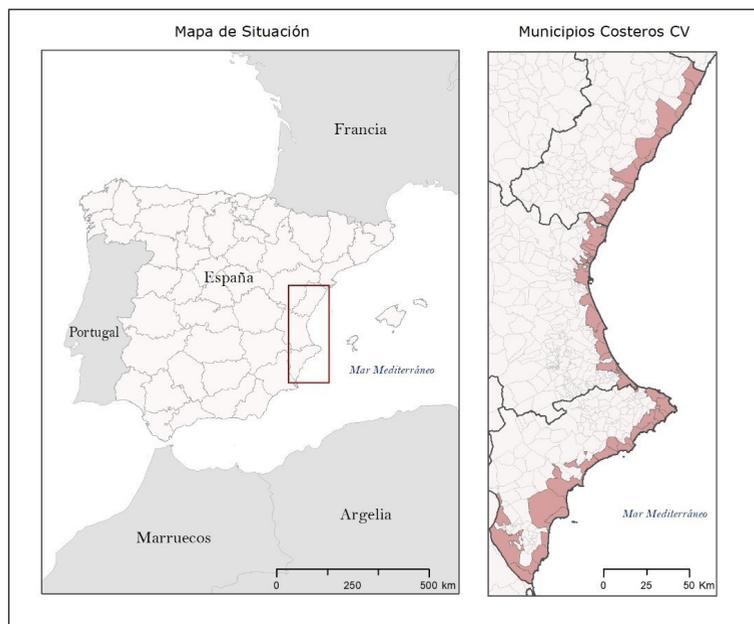
cuadas para cada territorio. En segundo lugar, es de gran interés hacer un cambio de escala, de la regional a la local, para comenzar a comprender el alcance específico de los impactos del cambio climático. Este conocimiento refuerza la implicación de las administraciones y de la ciudadanía para desarrollar tanto las estrategias de adaptación como las de mitigación.

El análisis de los múltiples efectos asociados al cambio climático es muy amplio; en este trabajo, el objetivo es centrarse en episodios de inundación marina causados por temporales. Para ello, en primer lugar, cuantificaremos los espacios urbanos afectados por las inundaciones en el escenario climático actual para compararlos con el escenario climático RCP 4,5. En segundo lugar, realizaremos un análisis específico de casos de estudio, centrado en franjas litorales edificadas que tienen especial vulnerabilidad. El objetivo de esta segunda fase es ofrecer información territorial que permita concretar la afección sobre algunas zonas, aumentando así la concienciación y la urgencia de realizar las acciones de adaptación y mitigación necesarias.

ÁREA DE ESTUDIO

El territorio objeto de estudio comprende todos los municipios costeros de la Comunidad Valenciana, considerando costero aquel municipio que en algún punto linda con el mar Mediterráneo. En total, se trabaja con 59 municipios (figura 1).

Figura 1. Mapa de situación de la zona de estudio



Fuente: elaboración propia.

METODOLOGÍA Y FUENTES DE DATOS

Este trabajo constituye una primera aproximación para detectar qué zonas de la Comunidad Valenciana podrían verse afectadas por inundaciones marinas, en el supuesto de que se alcanzaran las condiciones de cambio climático del escenario RCP 4,5. Como al fin y al cabo se trata de un riesgo de inundación, la metodología para calcular la peligrosidad se ha inspirado en los indicadores clásicos de los modelos fluviales, transpuestos al área litoral: superficie afectada, profundidad del calado y volumen de calado. La exposición residencial se ha estimado a partir del análisis del tipo de tejido urbano afectado. La comparación entre el grado de afección actual y el que se alcanzaría con el escenario de cambio climático nos permite realizar una primera diagnosis de la vulnerabilidad del litoral.

Respecto a las fuentes de datos, cabe destacar que este trabajo ha sido posible gracias al esfuerzo que muchos organismos públicos y privados están realizando para generar información territorial disponible para evaluar los riesgos naturales asociados al cambio climático. En el caso que nos ocupa, mención especial merece el Instituto Cartográfico Valenciano (ICV), que ha puesto a disposición pública múltiples capas de variables ambientales, diferenciando entre distintos escenarios de cambio (situación actual, RCP 4,5 y RCP 8,5). Por otro lado, también incorpora el periodo de retorno a $T = 100$ años y $T = 500$ años.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) establece diversos escenarios (RCP) en función de cómo evolucionen las emisiones de gases de efecto invernadero en el futuro próximo. En el caso que nos ocupa, se ha optado por analizar el escenario RCP 4,5, en el que las emisiones en 2100 se estabilizan. Este escenario corresponde a un forzamiento radiativo de $4,5 \text{ W/m}^2$ y a un contenido en CO_2 de 538 ppm, y es probable que el incremento de temperatura no exceda de $2 \text{ }^\circ\text{C}$. Se considera un escenario intermedio, es decir, no es excesivamente esperanzador, como lo sería el que se asocia a que las emisiones de gases de efecto invernadero de origen antropogénico disminuyan o cesen, ni excesivamente pesimista, en el que las emisiones siguen aumentando al ritmo actual. Por tanto, se ha considerado que podría ser el más cercano a la realidad futura. El periodo de retorno seleccionado es $T = 100$ años.

La otra fuente de información que se ha utilizado en este trabajo para estimar la exposición de los usos residenciales es el mapa de usos del suelo del CORINE Land Cover (CLC) 2018, base de datos a nivel europeo, responsabilidad de la Agencia Europea del Medio Ambiente, que contiene los usos del suelo de los países involucrados desde 1990. Se toman los datos de tejido residencial de 2018, que son los más actuales, para realizar un análisis de su afectación en el futuro. En el caso de seguir urbanizando la zona litoral, los resultados deberían ser actualizados.

Las zonas urbanas en el CLC se diferencian en las clases de tejido urbano continuo (111) y tejido urbano discontinuo (112). Las definiciones de estas nos ayudan a entender su composición y su distinto tratamiento ante un mismo nivel de peligrosidad. Según se define en el proyecto CLC: “la clase de tejido urbano continuo se asigna cuando las estructuras urbanas y las redes de transporte dominan la superficie. Más del 80 % de la superficie está cubierta por elementos impermeables, como edificios, carreteras y áreas con superficie artificial”.

Por su parte, “la clase de tejido urbano discontinuo se asigna cuando las estructuras urbanas y las redes de transporte asociadas con áreas con vegetación y superficies desnudas están presentes y ocupan superficies significativas en un patrón espacial discontinuo. Las características impermeables, como edificios, carreteras y áreas con superficie artificial oscilan entre el 30 % y el 80 % de la cobertura del suelo”.

Según estas definiciones, el tejido urbano continuo se asocia a un patrón de mayor compacidad y cantidad de zonas impermeabilizadas, mientras que el discontinuo se identifica con áreas de mayor dispersión y con mayor cantidad de zonas permeables. Esta característica es importante a la hora de realizar un estudio de vulnerabilidad, ya que un área permeable urbana (zonas verdes, solares, zonas deportivas no asfaltadas...) puede ser más resiliente a los efectos de la inundación, y, en consecuencia, menos vulnerable, que una zona donde el sellado del suelo sea mayor. Además, los tejidos discontinuos se asocian a la baja densidad, por lo que albergan una menor cantidad de personas por unidad de superficie que los continuos. Estas características provocan que la vulnerabilidad del tejido continuo sea mayor que en el caso del discontinuo.

Finalmente, en el análisis de casos se emplea también información sobre la evaluación de pérdidas económicas causadas por las inundaciones. Para ello, se cuenta con datos a escala municipal del Consorcio de Compensación de Seguros entre los años 1997 y 2020.

La metodología desarrollada para evaluar la vulnerabilidad de las zonas residenciales por las inundaciones marinas parte del análisis de la peligrosidad a partir del calado alcanzado por las aguas y del análisis de la exposición residencial a partir de las tipologías de tejido urbano afectado.

En función de las características planteadas hasta el momento, se esquematiza la metodología de la siguiente manera:

- i. Cálculo de la superficie afectada para cada una de las tipologías urbanas del CORINE, urbano continuo (111) y urbano discontinuo (112) por municipio. Este cálculo se realizará para el escenario actual y para el escenario RCP 4,5, con una $T = 100$ años.
- ii. Cálculo de la profundidad del calado, para cada una de las tipologías urbanas y escenario anteriores por municipio.
- iii. Cálculo del volumen de calado, para cada una de las tipologías urbanas y escenario anteriores por municipio.

Para obtener un dato único de vulnerabilidad a escala municipal, combinaremos las tipologías de tejidos urbanos a partir de una tabla cruzada que considere que el tejido urbano discontinuo tiene menor afección que el continuo. La propuesta se detalla en la tabla 1.

Tabla 1. Obtención de la vulnerabilidad urbana

		Tejido urbano continuo (111)				
		Muy alto	Alto	Medio	Bajo	No afectado
Tejido urbano discontinuo (112)	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Alto	Medio	Medio
	Alto	Muy alto	Alto	Alto	Medio	Bajo
	Medio	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	No afectado
	Bajo	Alto	Alto	Medio	Bajo	No afectado
	No afectado	Alto	Medio	Bajo	Bajo	No afectado

Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS

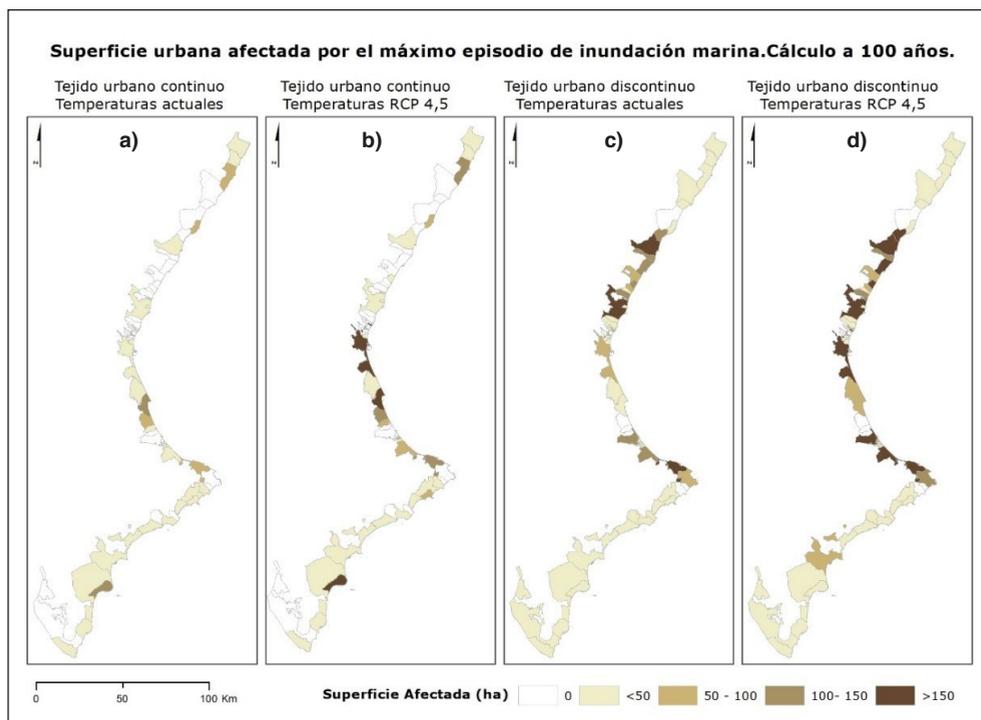
Afectación en superficie en zonas urbanas

Los primeros resultados se centran en evaluar la cantidad de zonas urbanas afectadas por los máximos episodios de inundaciones marinas para un periodo de retorno de 100 años. La figura 2 muestra el escenario actual y el escenario RCP 4,5, diferenciando entre el tejido urbano continuo y discontinuo.

Se observa cómo el tejido urbano continuo actualmente no tiene una afección alta, en la imagen a) de la figura, ya que no existen municipios con el valor más alto. En la imagen b), que muestra su variación para el RCP 4,5, se observa un aumento en la superficie afectada en múltiples municipios. Tres de ellos –Valencia, Cullera y Santa Pola– se clasifican con el valor más alto. En general, es la provincia de Valencia la que más aumenta su afección.

Empleando la misma clasificación para el tejido discontinuo, vemos que la afección general es superior, ya que responde a la tendencia general en el área, en la que el tejido urbano discontinuo (imágenes c y d) ocupa mayor cantidad de suelo que el tejido urbano continuo (imágenes a y b). En el escenario actual, las zonas con mayor afección del tejido urbano discontinuo son el sur de la provincia de Castellón y la provincia de Valencia. Hay tres municipios con el valor máximo, Castellón, Dénia y Sagunto. La comparación ante la subida de temperaturas para este tipo de tejido urbano muestra que las zonas que más aumentan su afección coinciden con aquellas en las que la afección actual es alta, el sur de Castellón y Valencia. Es decir, tanto en el escenario actual como en el afectado por el RCP 4,5, la provincia de Alicante tiene baja afección. La explicación de esta tendencia se encuentra principalmente en el tipo de costas, no en la cantidad de superficie edificada en el área costera. Las costas de Valencia y Castellón son más bajas, históricamente ocupadas por zonas de albuferas y marjales. La costa de Alicante es, en su parte norte, más montañosa, y en ella podemos encontrar grandes zonas litorales de acantilados. Al sur de la provincia de Alicante se encuentra la Vega Baja del Segura, donde la costa vuelve a ser baja, coincidiendo con los municipios de Santa Pola, Elx y Guardamar del Segura.

Figura 2. Superficie afectada por el máximo episodio de inundación marina. Periodo de retorno de 100 años



Fuente: elaboración propia a partir de datos del ICV.

Los datos de afección superficial de toda la costa (municipios) de la Comunidad Valenciana se encuentran en la tabla 2. Como se observaba en la figura 2, la cantidad de tejido urbano discontinuo es mayor que la del continuo. Ahora bien, en caso de que se cumpliera el escenario RCP 4,5, la afección de superficies continuas aumentaría un 62,4 %, mientras que para el tejido discontinuo el aumento porcentual sería menor, del 40,5 %.

Tabla 2. Superficie afectada por el máximo episodio de inundación marina. Periodo de retorno de 100 años

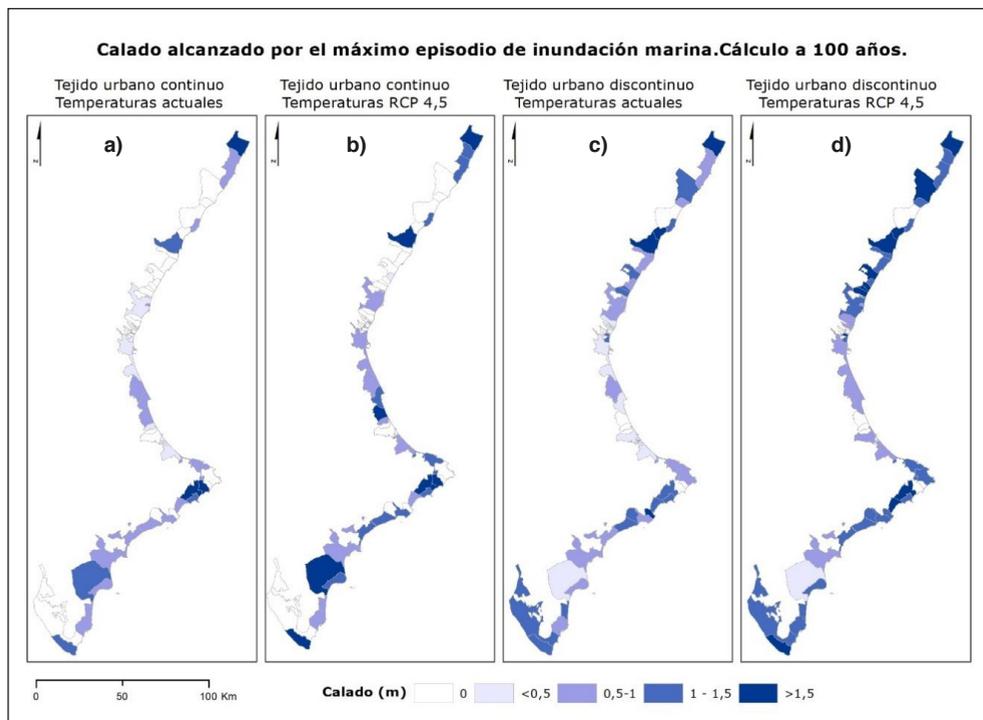
	Situación actual (ha)	Escenario 4,5 (ha)	Aumento %
Tejido urbano continuo (111)	919,8	1.493,6	62,4
Tejido urbano discontinuo (112)	2.904,0	4.078,7	40,5

Fuente: elaboración propia a partir de datos del ICV y CLC.

Afectación en calado en zonas urbanas

El siguiente punto se centra en la variable del calado de las inundaciones, que complementa la información superficial analizada en el punto anterior. En la figura 3 se observan los dos escenarios analizados para el tipo de tejidos urbanos diferenciados. Para el tejido urbano continuo (imagen a), los calados más altos se encuentran en la provincia de Alicante, coincidiendo con una costa de altitudes más irregular. Es decir, según el análisis superficial del apartado anterior, se afecta poca cantidad de superficie, pero la que se ve afectada tiene unos calados altos. El aumento de la temperatura (imagen b) señala un aumento sustancial del calado máximo para los tejidos urbanos continuos. Para el caso del tejido urbano discontinuo, las provincias de Castellón y Alicante son las que presentan un calado más alto en la actualidad (imagen c), y aumenta susceptiblemente, especialmente en Castellón, ante una potencial subida de temperaturas (imagen d).

Figura 3. Calado alcanzado por el máximo episodio de inundación marina, periodo de retorno de 100 años



Fuente: elaboración propia a partir de datos del ICV.

La media de los calados por tipología urbana puede observarse en la tabla 4. Las superficies de tejido urbano continuo se enfrentan a menores calados que las de tejido urbano discontinuo, actualmente con

una diferencia de 31 cm y con un RCP 4,5 de 43 cm. Ante una evaluación de riesgos por inundación, que los calados sean mayores en zonas discontinuas que en las continuas resulta positivo. Si tenemos en cuenta la naturaleza de los tejidos urbanos en el área litoral de la CV, los tejidos continuos, exceptuando las ciudades, se relacionan mayoritariamente con asentamientos más antiguos, núcleos tradicionales que seleccionaban su localización intentando resguardarse de los peligros provenientes del mar. Los tejidos urbanos discontinuos provienen principalmente de la gran explosión del turismo en el área, donde a partir de los años sesenta-setenta se desarrolló un modelo basado en las segundas residencias que requería una gran cantidad de suelo para su instauración. Estas zonas requerían de amplias zonas ajardinadas, con piscina y aquellas más cercanas al mar tomaban mayor valor. Por ello se ocuparon las zonas libres de edificación, que no habían ocupado las edificaciones anteriores, lo que explica que en estas exista un mayor calado.

Tabla 3. Calado medio para el máximo episodio de inundación marina. Periodo de retorno de 100 años

	Situación actual (m)	Escenario 4,5 (m)	Aumento (%)
Tejido urbano continuo (111)	0,42	0,62	47,6
Tejido urbano discontinuo (112)	0,73	1,05	43,7

Fuente: elaboración propia a partir de datos del ICV y CLC.

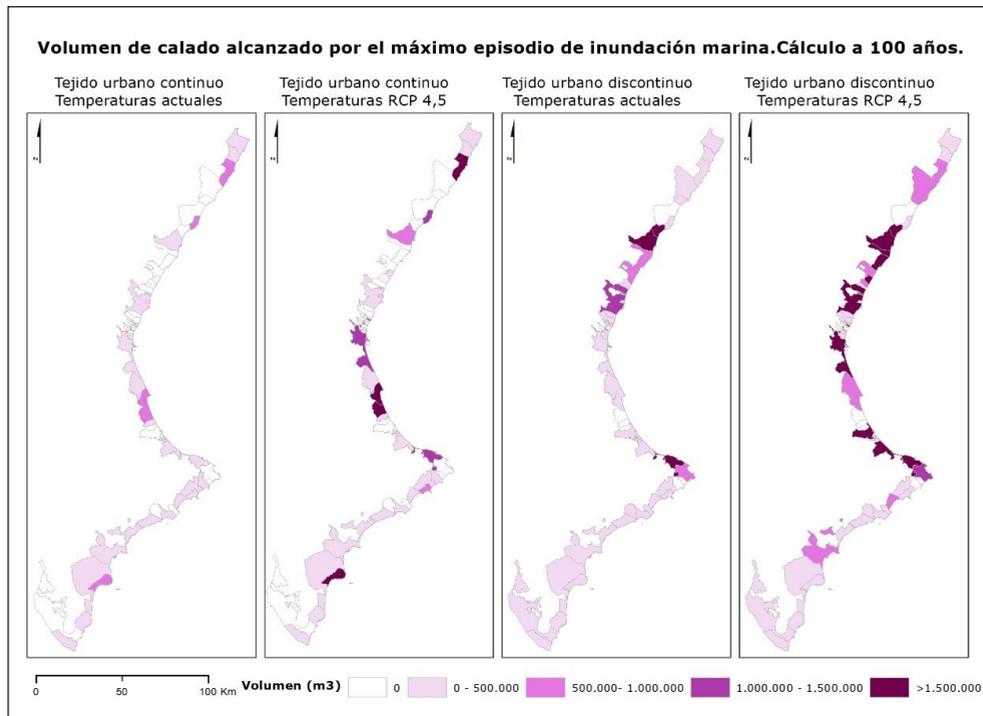
Afectación de las inundaciones en zonas urbanas

Finalmente, la conjunción de las variables de superficie inundada y de calado nos muestran el volumen de la inundación. A partir de esta información, en la figura 4 se genera un mapa conjunto sobre el cual evaluar la afección residencial por inundaciones marinas en el área.

Mientras que en el escenario actual las zonas urbanas continuas no tienen una afección alta, en el escenario RCP 4,5 se observan algunos municipios, como Peñíscola, Cullera, Tavernes de la Valligna y Santa Pola, que adquieren este estatus. Respecto al tejido discontinuo, se observa un aumento importante del número de municipios afectados por el incremento del volumen, ante el escenario futuro analizado, localizado mayoritariamente en el sur de la provincia de Castellón y en la provincia de Valencia.

Los datos volumétricos (tabla 4) señalan que la afección sobre el tejido urbano continuo es menor (en m³ totales), aunque porcentualmente aumenta mucho más (139,1 %) que la del discontinuo (87,3 %). La explicación a este fenómeno puede relacionarse con que las zonas de tejido urbano continuo tienen mayor antigüedad y se localizaron al resguardo de los riesgos conocidos, pero en un escenario de cambio aumentan su inestabilidad.

Figura 4. Volumen del calado alcanzado por el máximo episodio de inundación marina. Período de retorno de 100 años



Fuente: elaboración propia a partir de datos del ICV.

Tabla 4. Volumen para el máximo episodio de inundación marina. Período de retorno de 100 años

	Situación actual (m ³)	Escenario 4,5 (m ³)	Aumento (%)
Tejido urbano continuo (111)	6.800.231,5	16.260.145,0	139,1
Tejido urbano discontinuo (112)	31.743.713,3	59.441.954,7	87,3

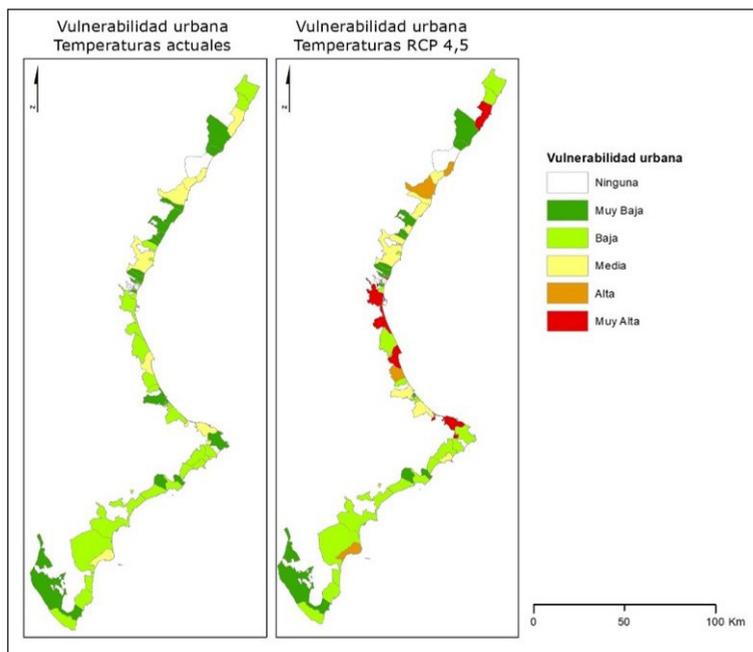
Fuente: elaboración propia.

Vulnerabilidad residencial

Con el fin de obtener un indicador único de vulnerabilidad residencial para los municipios litorales de la Comunidad Valenciana, se integran los resultados del tejido urbano continuo y discontinuo según la descripción de la tabla 1. El resultado, reflejado en los mapas de la figura 5, indica una elevada vulnerabilidad en los municipios de la provincia de Valencia, destacando con vulnerabilidad muy alta

su capital y Cullera. En la provincia de Alicante el municipio de mayor vulnerabilidad, clasificado en muy alta, es Dénia y en Castellón, Peñíscola.

Figura 5. Vulnerabilidad urbana por el máximo episodio de inundación marina. Periodo de retorno de 100 años



Fuente: elaboración propia a partir de datos del ICV.

Análisis de casos

El análisis de casos corresponde a los municipios que, según los resultados de este estudio, presentan un cambio más acusado de clasificación de vulnerabilidad entre el momento actual y el escenario analizado. Dentro de estos municipios se selecciona alguna zona característica de su litoral. Se presenta su descripción de norte a sur de la Comunidad Valenciana.

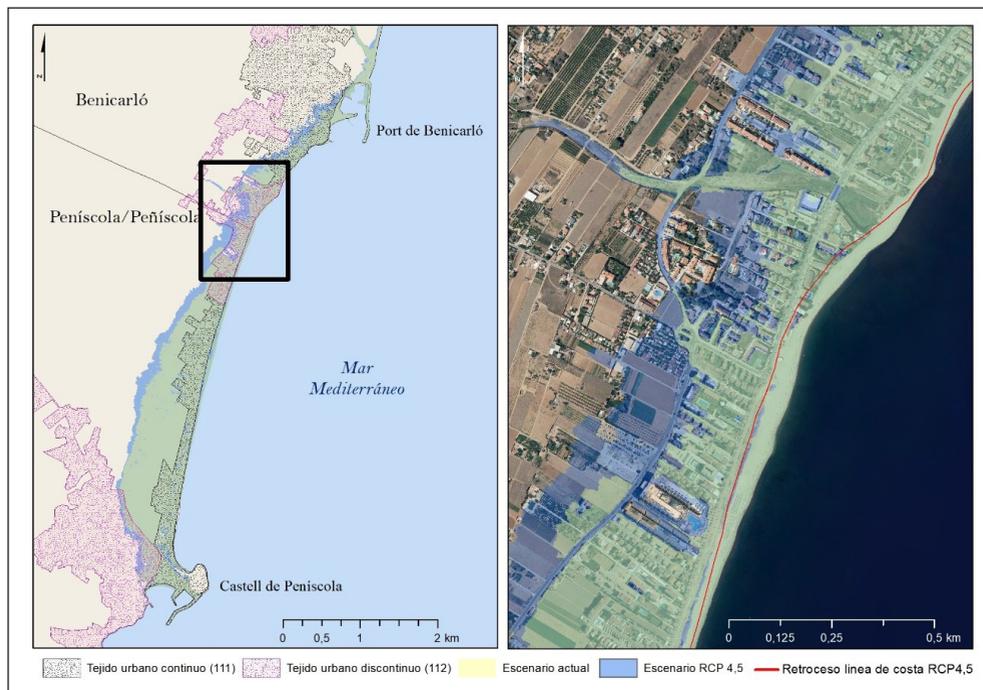
El primer caso seleccionado es el de **Peñíscola**, en la provincia de Castellón, que pasa de una vulnerabilidad residencial media a muy alta. La observación de las áreas de inundación nos lleva a presentar la zona costera limítrofe entre Benicarló y Peñíscola (figura 6), ya que tienen una estructura similar y resultan más explicativas conjuntamente.

Entre el puerto de Benicarló y el Castell de Peñíscola, estos dos municipios se encuentran afectados por inundaciones, según se observa en la figura 6a, mientras que las zonas externas se encuentran con una afección muy baja. Se aprecia cómo en la primera línea de costa existe un continuo urbano afectado en su totalidad por las inundaciones actuales. Se trata de una costa baja, por lo que los embates marinos

tienen gran facilidad para penetrar en tierra. Estos datos se ven refrendados por el Consorcio de Seguros, que entre 1997 y 2020 señala que el 58,1 % de los gastos ocasionados en la provincia de Castellón por inundaciones marinas se produjeron en este municipio.

Ante un cambio de escenario por cambio climático, la zona edificada entre ambos municipios es uno de los puntos donde existe mayor aumento de la vulnerabilidad. En la figura 6b, se pueden percibir los detalles del área. La primera de las cuestiones que cabe resaltar es la regresión de la playa, según el ICV, ante un escenario RCP 4,5. En la playa de Gurugú (Benicarló), que ahora cuenta con 40 m de amplitud, retrocede más de 20 m. Mientras que en la de la Caracola (Benicarló) y la Nord (Peñíscola) el retroceso afecta en muchos puntos a la totalidad de la playa actual. Por otro lado, se observa la existencia de infraestructuras viarias N-S, transversales al movimiento del mar, que, ante una inundación marina, produciría encharcamientos más prolongados por el efecto barrera al drenaje. Se encuentra también en esta zona la Rambla d'Alcalà, donde la entrada de agua salada podría afectar a los servicios ecosistémicos. Además, el retroceso de la playa en la desembocadura de la rambla puede producir problemas de desagüe de crecidas, con reflujos de caudal y el incremento de las inundaciones fluviales. De hecho, gran parte de la zona afectada por el incremento de la inundación marina convergería con zonas fluviales inundables, clasificadas con nivel 3 por el PATRICOVA, esto es, de alta frecuencia ($T = 25$ años) y bajo calado ($< 0,8$ m).

Figura 6. Benicarló. Máximo episodio de inundación marina. Periodo de retorno de 100 años

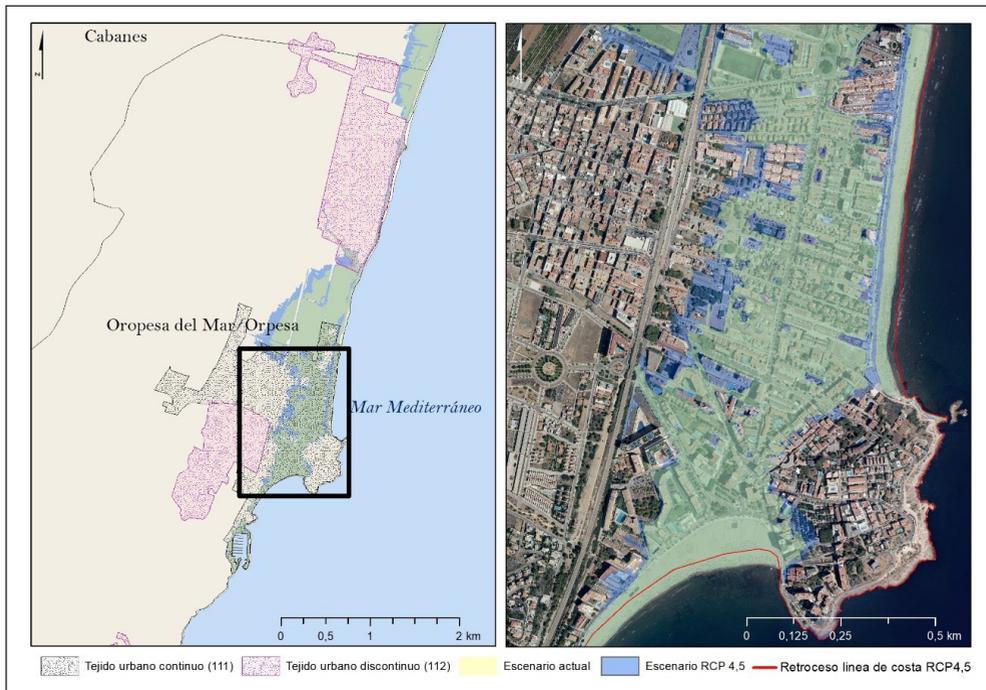


Fuente: elaboración propia a partir de datos del ICV y del Instituto Valenciano de Estadística.

El segundo caso es **Oropesa**, en la provincia de Castellón, que pasa de una vulnerabilidad residencial media a alta. Este municipio es característico, además, por contar con el complejo turístico Marina d'Or. Según señalaban Mateu y Zornoza (2015), su construcción fue un ejemplo paradigmático de cómo en la Comunidad Valenciana se llevaron a cabo operaciones urbanísticas de gran envergadura donde la propiedad inmobiliaria se consolidó como activo financiero atrayendo grandes capitales y fondos de inversión. Según el estudio de inundación realizado, el complejo se encuentra elevado respecto a sus alrededores, por lo que la afección por inundaciones marinas es baja. Ahora bien, la regresión de la línea de costa ante un escenario RCP 4,5 es de más de 50 m, según el ICV. Esto supondría la desaparición de la playa actual y situaría las primeras edificaciones del complejo a una distancia de entre 30 y 60 m de la línea de costa.

Con respecto al riesgo de inundación del municipio, la zona residencial más afectada es la que se encuentra entre el casco histórico de Oropesa y el mar, denominada Baix la Vila (figura 7). Tanto el casco antiguo de Oropesa como el Cap d'Orpesa se encuentran a resguardo de los embates marinos por su mayor altitud. El tejido urbano residencial afectado es de tipología continua, mientras que el discontinuo, más alejado de la costa, queda sin afección (figura 7a). Actualmente, una gran cantidad de edificaciones litorales se ven afectadas por las inundaciones marinas, zona que aumenta ante un cambio de escenario climático (figura 7b).

Figura 7. Oropesa. Máximo episodio de inundación marina. Periodo de retorno de 100 años



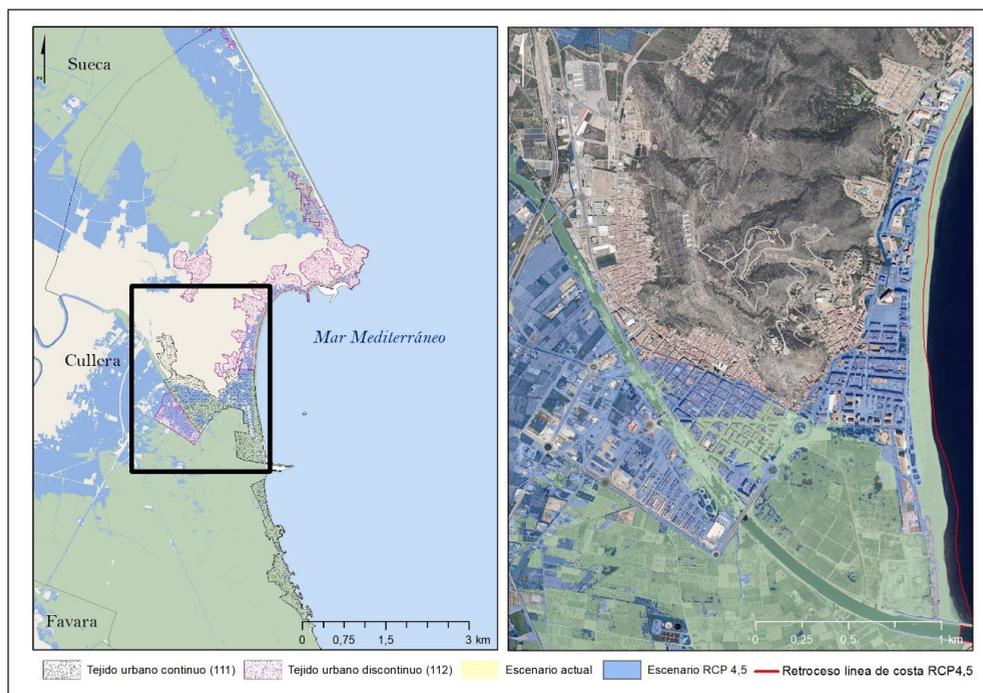
Fuente: elaboración propia a partir de datos del ICV y del Instituto Valenciano de Estadística.

Respecto a la regresión de la costa, la playa Morro del Gos, localizada al norte del Cap d'Orpesa, no presenta grandes cambios, mientras que, en la Platja de la Conxa, al sur del Cap d'Orpesa, se produce un retroceso medio de 40 m, según el ICV. Sanjaume y Soriano (2020) apuntan que en esta zona se sustituyó el material original de cantos y gravas por arena, cuestión que puede afectar a la dinámica sedimentaria de la zona, como adecuación de estas zonas al uso turístico.

El tercer caso analizado es el del municipio de **Cullera**, en la provincia de Valencia. Este municipio pasa de una vulnerabilidad residencial media a muy alta.

Al norte del Cap de Cullera (figura 8a), las inundaciones afectan al tejido urbano discontinuo, aunque es una zona protegida por dunas activas y dunas fósiles. Las urbanizaciones localizadas en el Cap de Cullera se encuentran a mayor altitud, por lo que están a resguardo de las inundaciones, pero al sur de este, las inundaciones vuelven a afectar al área urbanizada. Según el Consorcio de Seguros de Valencia, Castellón y Alicante, este municipio es el tercero en pérdidas asociadas a las inundaciones, ya que supone el 14,7 % del total de la provincia.

Figura 8. Cullera. Máximo episodio de inundación marina. Periodo de retorno de 100 años



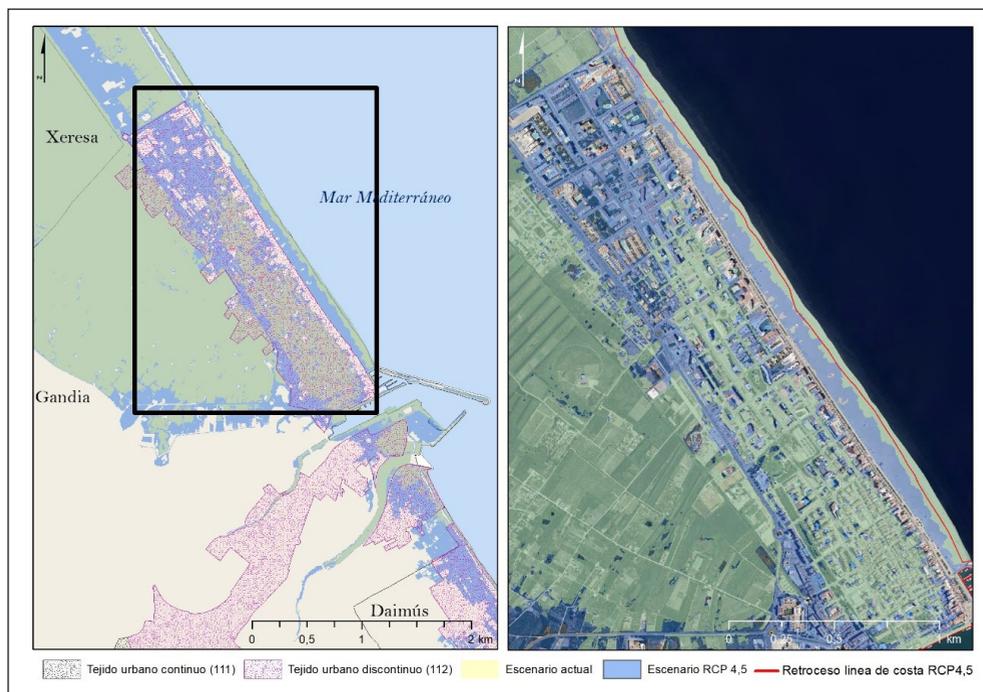
Fuente: elaboración propia a partir de datos del ICV y del Instituto Valenciano de Estadística.

En la figura 8b se ha representado la parte del municipio de Cullera más afectada ante un cambio de escenario, que incluye las zonas de Sant Antoni, el Racó y el casco urbano. Observamos cómo, ac-

tualmente, las inundaciones se frenan, mayoritariamente, en la zona de la playa, que tiene una amplitud de 100 m, y llegan solo a una pequeña parte del tejido urbano. Un cambio de escenario supondría que la playa no fuera barrera suficiente, el agua llegaría casi a 500 m hacia el interior, hasta el pie de los relieves. Quedarían en situación de riesgo las zonas de tejido urbano discontinuo del Racó y el continuo de Sant Antoni, pero también el propio casco urbano. Según Sanjaume y Soriano (2020), la pendiente de la playa emergida es baja (1°), lo que explicaría la facilidad para la incursión del agua. Se encuentra en esta área la desembocadura del Xúquer, por lo que la inundación marina podría coincidir con las zonas inundables fluviales, clasificadas por el PATRICOVA con niveles de peligro 6 (baja frecuencia, $T = 500$, y bajo calado, $< 0,8$ m) y 7 (geomorfológico). Además de dificultar el drenaje en momentos de avenidas, se podría producir intrusión de agua salada, que afectará a los servicios ecosistémicos de la zona. Esta es una de las zonas residenciales del estudio que más se ven afectadas por un cambio en la situación climática.

El siguiente análisis de caso se realiza sobre el municipio de **Gandia**, provincia de Valencia, que pasa de una vulnerabilidad muy baja a media. Gandia tiene una gran componente turística, pero también tiene un núcleo urbano importante como capital comarcal y centro de servicios.

Figura 9. Gandia. Máximo episodio de inundación marina. Periodo de retorno de 100 años



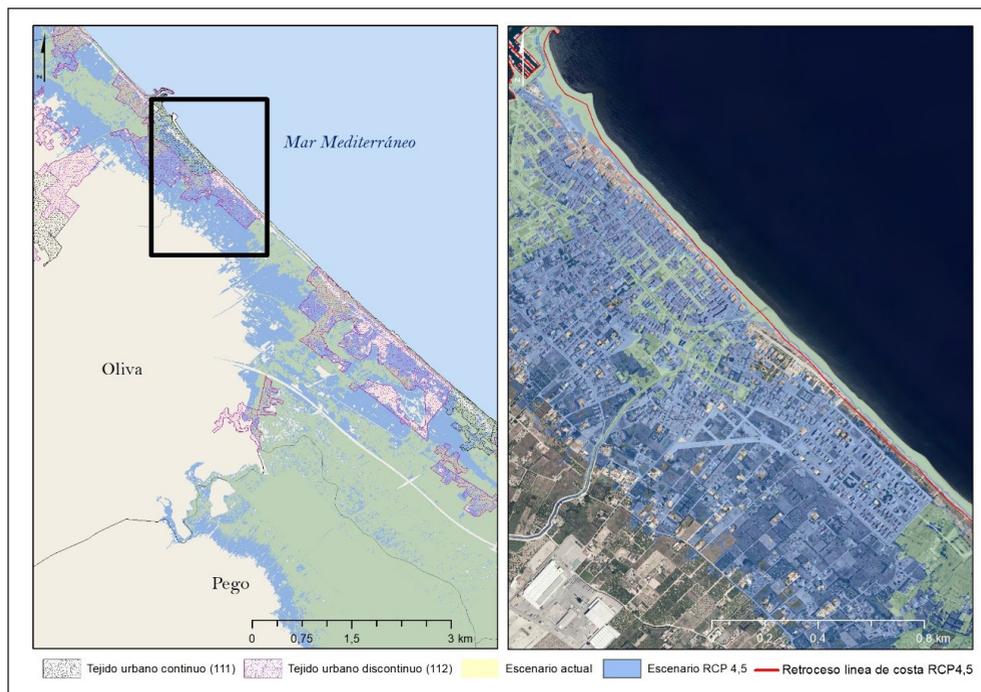
Fuente: elaboración propia a partir de datos del ICV y del Instituto Valenciano de Estadística.

Como se observa en la figura 9, la zona litoral de Gandia se encuentra edificada casi completamente por tejido urbano discontinuo. Las afecciones marinas actuales afectan a parte de la restinga, que es el soporte del turismo de playa. Según el Consorcio de Seguros, Gandia es el segundo municipio con más pérdidas económicas ocasionadas por temporales marinos de la provincia, con un 17,94 % del total. La situación ante un cambio de escenario climático muestra cómo las inundaciones afectan prácticamente a todo el tejido urbano litoral del municipio. Además de que, según el ICV, existe un retroceso de la costa de unos 40 m de media respecto a la situación actual.

En la desembocadura del Barranc de Beniopa y el Riu Serpis, la intrusión de agua salada puede afectar a los servicios ecosistémicos, además de coincidir con las zonas de peligrosidad fluvial geomorfológica (nivel 7) del PATRICOVA.

Como último análisis de la provincia de Valencia, se presenta el caso del municipio de Oliva, que pasa de una vulnerabilidad baja a media. Actualmente, el Consorcio de Seguros sitúa a Oliva como el cuarto municipio de la provincia en pérdidas por temporales marinos, con un 11,1 % del gasto total de la provincia.

Figura 10. Oliva. Máximo episodio de inundación marina. Periodo de retorno de 100 años

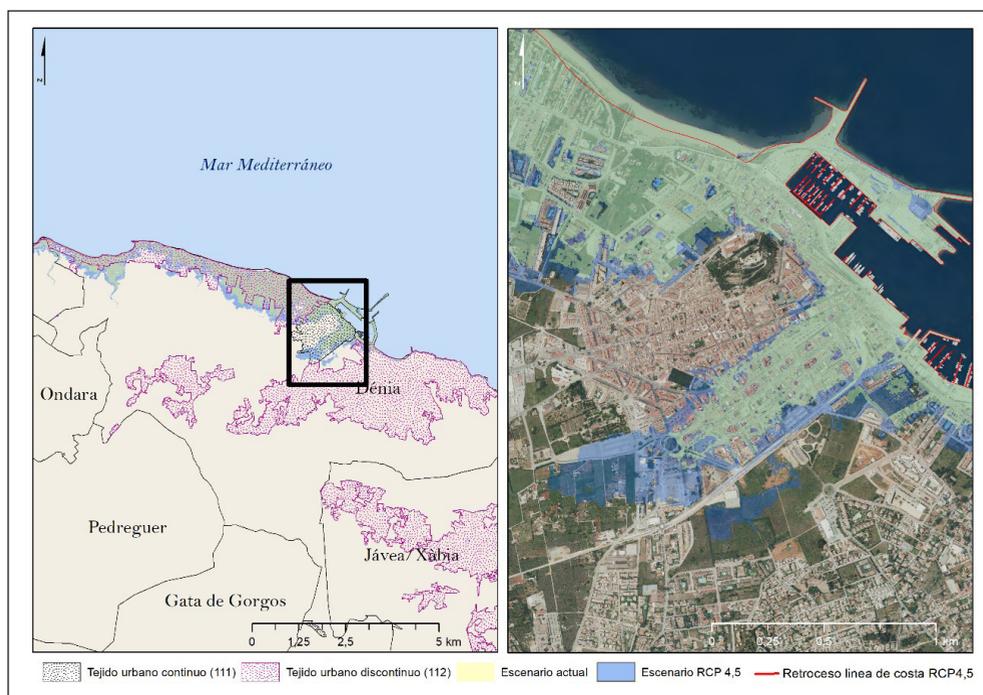


Fuente: elaboración propia a partir de datos del ICV y del Instituto Valenciano de Estadística.

El cambio en la superficie inundada entre el escenario actual y el RCP 4,5 en la zona, como puede apreciarse en la figura 10, es muy importante, y afecta tanto a tejido urbano continuo como a discontinuo. La nueva zona afectada coincidiría, además, con el nivel de peligrosidad geomorfológica del PATRICOVA. Por otra parte, el retroceso de la línea de costa, en prácticamente todo el municipio, supone la pérdida de la zona de playa actual.

El municipio de **Dénia**, en la provincia de Alicante, pasa de una vulnerabilidad residencial media a muy alta. Es el municipio con más gasto en compensaciones de seguros de la provincia de Alicante, con un 27,13 % del total de la provincia.

Figura 11. Dénia. Máximo episodio de inundación marina. Periodo de retorno de 100 años



Fuente: elaboración propia a partir de datos del ICV y del Instituto Valenciano de Estadística.

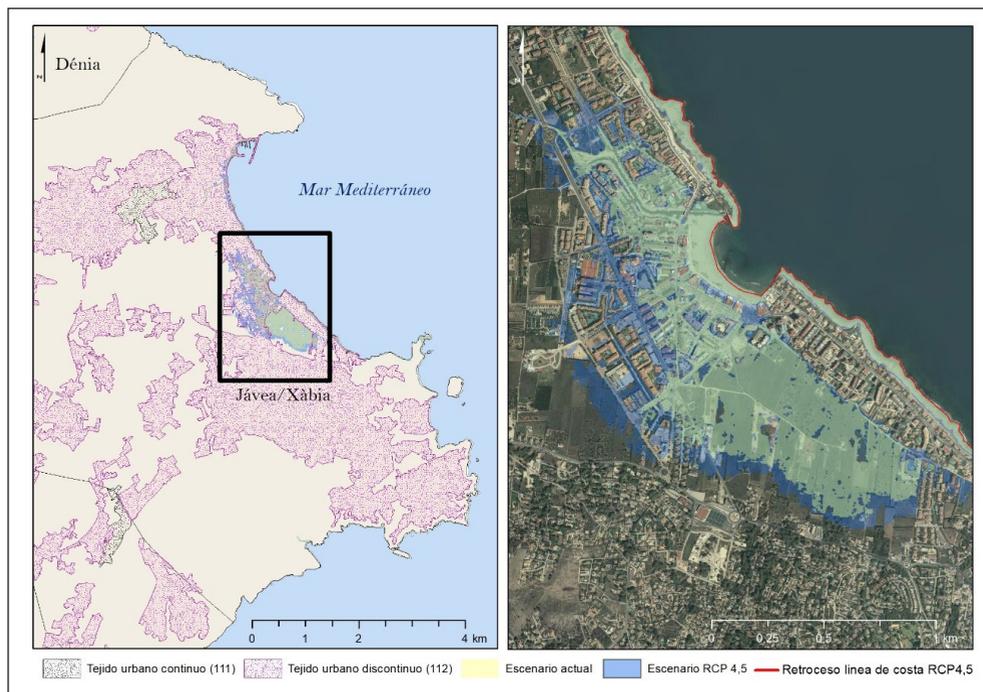
Según se observa en la figura 11, todo el frente litoral al oeste del puerto deportivo se ve afectado por inundaciones, mientras que, al este, una vez superada la Platja de la Marineta Cassiana, la tipología de costa cambia y la urbanización queda a resguardo de los embates marinos. En las zonas afectadas por inundaciones marinas, también existe peligrosidad por inundación fluvial de nivel 3 (alta frecuencia y bajo calado) de PATRICOVA. Según los datos del ICV, se observa, además, un amplio retroceso de la línea de costa, de modo que en muchos puntos la playa actual desaparecería y la primera línea de

apartamentos formarían la nueva línea de costa. Con respecto a las tipologías residenciales, en la parte oeste desde el puerto es fundamentalmente discontinua, mientras que, en la zona interior del puerto, representada en la figura 11b, es zona residencial continua. Esta es justamente el área donde más superficie queda afectada por las inundaciones en el escenario climático RCP 4,5.

El municipio de **Xàbia**, en la provincia de Alicante, pasa de una vulnerabilidad residencial muy baja a baja, pero se ha decidido incluir porque es el segundo municipio con más gasto en compensaciones de seguros de la provincia de Alicante, con un 22,43 % del total de la provincia.

Pese a que, en general, las zonas residenciales del municipio se encuentran en alto, por lo tanto, a salvo de temporales marinos, existe una zona más baja en el sector de Cala Blanca, que puede observarse en la figura 12, coincidiendo con varios niveles de peligrosidad fluvial (niveles 3, 4, 6 y 7). Aquí se muestra que las inundaciones afectan a la albufera que queda detrás de una restinga fósil, en la zona de la playa del arenal. La tipología residencial habitual en el municipio es discontinua, y es este tejido el afectado por las inundaciones. Un cambio de escenario amplía la zona actualmente afectada por las inundaciones marinas.

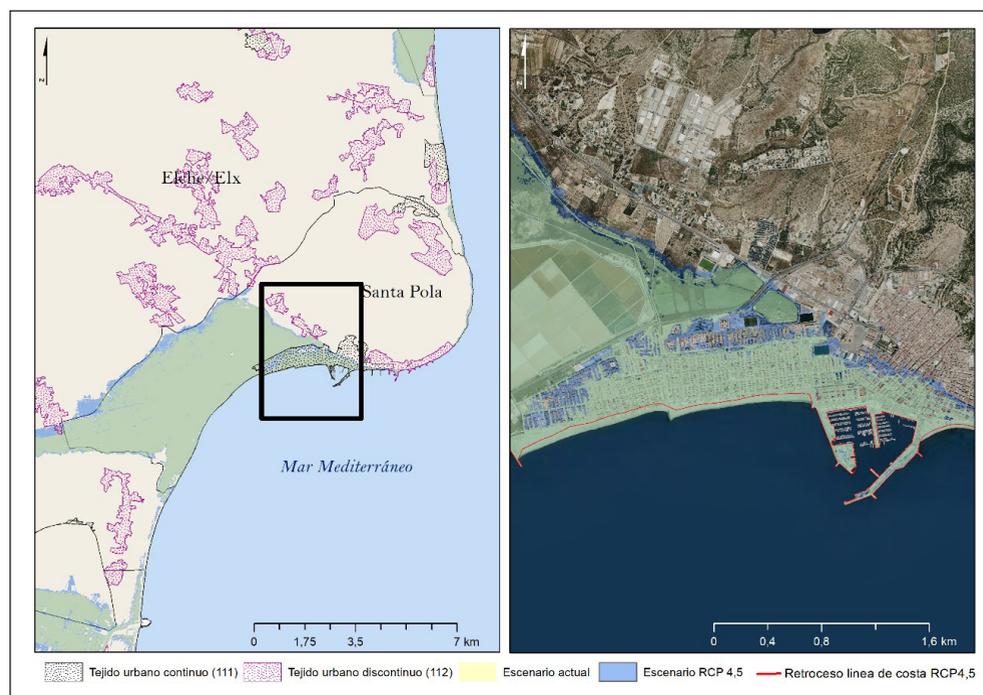
Figura 12. Xàbia. Máximo episodio de inundación marina. Periodo de retorno de 100 años



Fuente: elaboración propia a partir de datos del ICV y del Instituto Valenciano de Estadística.

Finalmente, se presenta el caso de **Santa Pola**, municipio que pasa de una vulnerabilidad media a alta. En primer lugar, en la figura 13, se observa una amplia zona inundable correspondiente a las Salinas de Santa Pola, que coincide con los niveles 3 y 7 de peligrosidad por inundación fluvial de PATRICOVA. Con respecto al tejido urbano afectado, la zona de tejido urbano contiguo cercana al puerto que queda al resguardo de las inundaciones corresponde al núcleo tradicional, localizado en una zona más elevada. Ante un escenario de cambio climático se vería afectada una zona urbana más amplia que hasta ahora no tenía esta afección. Además, el retroceso de la línea de costa supondría la modificación de este recurso medioambiental y turístico.

Figura 13. Santa Pola. Máximo episodio de inundación marina. Periodo de retorno de 100 años



Fuente: elaboración propia a partir de datos del ICV y del Instituto Valenciano de Estadística.

CONCLUSIONES

El presente trabajo ha realizado una primera evaluación de la vulnerabilidad territorial de los espacios residenciales costeros de la Comunidad Valenciana frente al impacto de las inundaciones marinas, en un contexto de cambio climático derivado del escenario RCP 4,5.

La metodología aplicada se ha demostrado eficaz para ofrecer un primer diagnóstico de la situación. Partiendo de datos espaciales de variables relacionadas con el cambio climático, elaborados por instituciones oficiales, se ha estimado, por una parte, la peligrosidad física a la inundación marina y, por otra, la exposición según el tipo de suelo residencial. El trabajo realizado, además de su aporte metodológico y científico, se ha orientado a potenciar un cambio de escala que permita acercar a la realidad local los conceptos sobre cambio climático que, a escala planetaria, pueden evidenciarse como abstractos y poco accesibles para la población. De este modo, se transfiere conocimiento a los tomadores de decisiones para facilitarles la puesta en práctica de políticas de mitigación y de adaptación al cambio climático, lo que, en la situación actual en la que los objetivos de lucha contra el calentamiento global están lejos de alcanzarse, resulta de gran relevancia y urgencia.

Los resultados son muy significativos, porque ponen de manifiesto que el cambio climático asociado al escenario RCP 4,5 puede incrementar considerablemente la superficie residencial afectada en un 68,6 % (pasaría de 3.823,8 ha en la situación actual, a 5.572,3 ha en el escenario de cambio). Este aumento es mayor porcentualmente en el tejido continuo (62,4 %) que en el discontinuo (40,5 %), si bien, en números absolutos, es el tejido discontinuo el que presenta más superficie afectada. No obstante, la distribución territorial de los cambios no es homogénea en todo el litoral, ya que los mayores impactos del tejido continuo se prevén en la provincia de Valencia, mientras que sobre tejido urbano discontinuo existen importantes afecciones en Castellón y Valencia. Por su parte, el sector de Alicante es el menos afectado, dado el carácter predominantemente elevado de su costa.

Este resultado general se ha visto matizado en el análisis de casos, donde se ha puesto de manifiesto que la morfología de la costa, así como su ocupación urbana, condiciona los posibles impactos de los temporales marinos. En este sentido, cabe destacar que aquellas costas bajas, con morfología de albufera-restinga, intensamente urbanizadas por la ocupación turística, resultan mucho más vulnerables a los impactos de los temporales. Ejemplo de ello lo constituyen enclaves turísticos como el caso de Peñíscola, Oropesa, Gandia, Cullera o Xàbia.

Además, en muchos de estos casos, la zona afectada por la inundación marina puede converger con los espacios inundables por los ríos. Es el caso, por ejemplo, de Peñíscola o Dénia, donde en algunos tramos de costa la inundación marina coincide con el nivel 3 de peligrosidad por inundación fluvial, establecido por el PATRICOVA. En general, resulta bastante frecuente la coalescencia entre áreas sometidas a inundaciones marinas y a niveles bajos de peligrosidad (6,7) según el PATRICOVA.

Se debe poner también de manifiesto la enorme importancia de la investigación sobre los efectos territoriales del cambio climático y de que sus datos se pongan a disposición pública, como es el caso del ICV. La existencia de esta información primaria posibilita que desde distintos ámbitos se pueda trabajar la problemática, aplicando las visiones propias de cada uno.

Una de las cuestiones que se considera de mayor interés ha sido abordar un análisis de vulnerabilidad bajo una perspectiva dinámica, característica fundamental ante un cambio de escenario climático. Esta flexibilidad ofrece la posibilidad de adaptarse a los cambios antes de que ocurran, de modo que no se localicen usos incompatibles dentro de sus zonas de afección. Prados y Olcina (2022) señalan a este respecto que: “Los efectos del aumento de las lluvias intensas y los procesos de inundación que

se manifiestan ya en varias regiones del mundo deben ser mitigados con propuestas de ordenación del territorio basados en la cartografía de riesgo y la delimitación precisa de áreas donde no plantear usos intensivos del suelo por su elevada peligrosidad". La ordenación territorial debe guiar la implantación de usos con mayor perspectiva de futuro, mejorando la sostenibilidad económica, social y ambiental.

Como elemento limitante de la investigación, cabe señalar que únicamente se han empleado las zonas residenciales actuales en el análisis. Por un lado, sería posible ampliar la consideración a otras tipologías urbanas. Por otro lado, no se han considerado las zonas residenciales futuras, que podrían también analizarse a través del planeamiento urbanístico. En la zona costera analizada, el trabajo actual puede ser cercano a la realidad si, finalmente, instrumentos de ordenación territorial como el Plan de Acción Territorial de la Infraestructura Verde del Litoral (PATIVEL), que limita la artificialización del área litoral, queda definitivamente aprobado y aplicado en el área.

Además de las posibles líneas futuras comentadas, otra de las más inmediatas para continuar este trabajo es ampliarlo con otras afecciones al cambio climático que según el EEA (2017) más van a afectar al área mediterránea. Entre estas, las sequías y los episodios de calor extremo, que, sin duda, crearán una visión más amplia del problema y permitirán ir aproximándonos mejor a la dimensión real de los cambios que experimentará el territorio.

Este primer análisis de vulnerabilidad a las inundaciones marinas, bajo una perspectiva dinámica de cambio climático, nos ha permitido identificar aquellas áreas que pueden sufrir un mayor impacto. No obstante, se necesitan estudios de mayor detalle y precisión que ayuden a arbitrar medidas adaptativas basadas en la ordenación territorial. Llegados a este punto, donde los factores de peligrosidad obedecen a causas globales muy difíciles de abordar, las actuaciones para reducir la vulnerabilidad pasan indiscutiblemente por disminuir la exposición mediante políticas territoriales adaptadas al cambio climático.

REFERENCIAS

- Barrera-Escoda, A., Gonçalves, M., Guerreiro, D., Cunillera, J., & Baldasano, J. M. (2014). Projections of temperature and precipitation extremes in the North Western Mediterranean Basin by dynamical downscaling of climate scenarios at high resolution (1971-2050). *Climate Change*, 122, 567-582. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-1027-6>
- Birkmann, J. (2006). Measuring vulnerability to promote disaster-resilient societies: Conceptual frameworks and definitions. En Birkmann, J. (ed.). *Measuring vulnerability to natural hazards: Towards disaster resilient societies* (pp. 9-54). United Nations University Press.
- Camarasa-Belmonte, A. M., Rubio, M., & Salas, J. (2020a). Rainfall events and climate change in Mediterranean environments: an alarming shift from resource to risk in Eastern Spain. *Natural Hazards*, 103, 423-455. ISSN: 0921-030X. <https://doi.org/10.1007/s11069-020-03994-x>
- Camarasa-Belmonte, A. M., Rubio Vila, M., & Salas Rey, J. (2020b). Evolución de episodios pluviométricos en la Demarcación Hidrográfica del Júcar (1989-2016): del recurso al riesgo. *Investigaciones Geográficas*, 73, 11-29. <https://doi.org/10.14198/INGEO2020.CBRVSR>

- EEA (2017). European Environmental Agency. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/key-past-and-projected-impacts-and-effects-on-sectors-for-the-main-biogeographic-regions-of-europe-5>
- Lionello, P. (2012). *The climate of the Mediterranean Region. From the past to the future*. Lecce (Italia): Elsevier.
- Mateu, J. & Zornoza Gallego, C. (2015). *Los paisajes de la Burbuja. La Ciudad de Vacaciones y el Aeropuerto*. Valencia: Nau Llibres.
- Olcina, J. & Farinós, J. (2022). Conceptos básicos en ordenación del territorio. La sostenibilidad como principio rector de la planificación territorial. En Farinós, J. & Olcina, J. (ed.). *Ordenación del territorio y medio ambiente* (pp. 34-62). Valencia: Tirant Humanidades.
- Olcina, J. (2009). Cambio climático y riesgos climáticos en España. *Investigaciones Geográficas*, 49, 197-220.
- Oliva Cañizares, A., Sánchez Almodóvar, E., & Marcos Palacios, M. J. (2021). La adaptación a los extremos atmosféricos y al cambio climático mediante los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) y Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN): propuesta en el término municipal de Callosa de Segura (Alicante, España).
- Prados, M.ª J. & Olcina, J. (2022). Transición energética, cambio climático y riesgos en la ordenación del territorio. En Farinós, J. & Olcina, J. (ed.). *Ordenación del territorio y medio ambiente* (pp. 580-614). Valencia: Tirant Humanidades.
- Romera, R., Gaertner, M. A., Sánchez, E., Domínguez, M., González-Alemán, J. J., & Miglietta, M. M. (2017). Climate change projections of medicanes with a large multi-model ensemble of regional climate models. *Global and Planetary Change*, 151, 134-143. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.10.008>
- Romero, J. & Olcina, J. (eds.) (2021). *Cambio climático en el Mediterráneo: procesos, riesgos y políticas*. Valencia: Tirant Humanidades.
- Sanjaume, E. & Soriano, J. (2020). Valoración del interés geomorfológico, medioambiental y patrimonial de la costa valenciana. Informe para Planes de Acción Territorial GVA. <https://acortar.link/AXuxtM>
- Turner, B. L., Kasperson, R. E., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J. X., Luers, A., Martello, M. L., Polsky, C., Pulsipher, A., & Schiller, A. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(14), 8074-8079. <https://doi.org/10.1073/pnas.1231335100>
- United Nations (2012). Managing water under uncertainty and risk. United Nations World Water Development Report (WWDR4). París: Unesco. <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/wwdr4-2012/#c219661>
- Xoplaki, E., Trigo, R. M., García-Herrera, R. F., Barriopedro, D., D'Andrea, F., Fischer, E. M., Gimeno, L., Gouveia, C., Hernández, E., Kuglitsch, F. G., Mariotti, A., Nieto, R., Pinto, J. G., Pozo-Vázquez, D., Saaroni, H., Toreti, A., Trigo, I. F., Vicente-Serrano, S. M., Yiou, P., & Ziv, B. (2012). Large-scale atmospheric circulation driving extreme climate events in the mediterranean and its related impacts. En Lionello, P. et al. (eds.). *The climate of the Mediterranean region: from the past to the future* (pp. 347-417). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416042-2.00006-9>.

Zornoza Gallego, C. (2013). *Crecimiento urbanístico en la zona costera de la Comunidad Valenciana (1987-2009): análisis y perspectivas de futuro* (vol. 12). Valencia: Universitat de València.

Cómo citar este artículo:

Zornoza-Gallego, C., Camarasa Belmonte, A., Pitarch Garrido, M.^a D., & Serrano Lara, J. (2023). Artículo. *Cuadernos de Geografía*, 110, 49-73.

<https://doi.org/10.7203/CGUV.110.26583>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.

