
¿Para qué impactos climáticos se preparan las ciudades españolas?

What climatic impacts are Spanish cities preparing for?

Las ciudades tienen un papel importante en la identificación de impactos climáticos sobre la población, la urbanización y las infraestructuras, y en la toma de decisiones relativas a cómo, cuánto y cuándo debemos adaptarnos. Presentamos aquí un análisis de los impactos climáticos identificados en 11 planes de adaptación local al cambio climático actualmente en vigor en las mayores ciudades españolas. Categorizamos estos impactos climáticos en torno a 7 amenazas climáticas: aumento del nivel del mar, oleaje extremo, precipitación intensa, descenso de las precipitaciones, aumento de las temperaturas, olas de calor y vendavales. Discutimos los resultados, limitaciones y oportunidades en este tipo de evaluaciones, y proponemos áreas de mejora en la práctica de la evaluación de impactos y planificación de la adaptación local al cambio climático.

Hiriek zeregin garrantzitsua dute biztanleriaren, urbanizazioaren eta azpiegituren gaineko inpaktu klimatikoak identifikatzeko, baina baita nola, zenbat eta noiz egokitu behar dugun erabakitzeko ere. Gaur egun Espainiako hiri handienetan indarrean dauden klima-aldaketara egokitzeko tokiko 11 planetan identifikatutako klima-inpaktuen azterketa aurkezten dugu hemen. Klima-inpaktu horiek 7 klima-mehatxuren inguruan sailkatzen ditugu: itsas mailaren igoera, muturreko olatuak, prezipitazio handia, prezipitazioen jaitsiera, tenperaturen igoera, bero-boladak eta haizeteak. Ebaluazio mota horien emaitzak, mugak eta aukerak eztabaidatzen ditugu, eta hobetu beharreko arloak proposatzen ditugu inpaktuen ebaluazioan eta klima-aldaketarako tokiko egokitzapenaren plangintzan

Cities play an important role in identifying climate impacts on population, urbanization and infrastructure, and in making decisions regarding how, how much and when we should adapt. We present here an analysis of the climatic impacts identified in 11 local climate change adaptation plans which are currently in force in the largest Spanish cities. We categorize these climatic impacts around 7 climatic threats: sea-level rise, storm surges, intense rainfall, rainfall decrease, temperature increase, heatwaves and strong winds. We discuss the results, limitations and opportunities for these types of assessments, and propose improvement areas for both climate impact assessment and local climate change adaptation planning practice.

Índice

1. Introducción
2. Datos y métodos
3. Resultados y discusión
4. Conclusiones

Referencias bibliográficas

Anexo

Palabras clave: cambio climático, adaptación, política climática, política local, planificación urbana.

Keywords: climate change, adaptation, climatic policy, local politics, urban planning.

Nº de Clasificación JEL: Q53, R58, O21

Fecha de entrada: 09/03/2020

Fecha de aceptación: 12/05/2020

Agradecimientos: MO está financiada por el Gobierno de España (IJCI-2016-28835) y por AXA Research Fund (No. 4771). El desarrollo de este estudio también ha contado con el apoyo del Gobierno Vasco a través del programa BERC 2018-2021 y del Gobierno de España a través de la acreditación de BC3 como centro María de Maeztu (MDM-2017-0714).

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático conducirá a una mayor frecuencia, intensidad y/o duración de eventos climáticos extremos, tales como precipitación intensa, temperaturas extremas, olas de calor, sequías, tormentas y aumento del nivel del mar (Revi *et al.*, 2014). Se estima que los impactos del cambio climático, entendidos como el resultado (efectos sobre la vida, los medios de vida, la salud, los ecosistemas, economías, sociedades, culturas, servicios e infraestructura) de la interacción de los eventos climáticos con la vulnerabilidad y exposición de un sistema humano o natural (IPCC, 2014a), pueden ser especialmente importantes en las ciudades (Estrada *et al.*, 2017; Revi *et al.*, 2014), ya que es allí donde se concentra la población, servicios y bienes, infraestructuras críticas y ecosistemas con un papel relevante de regulación y protección. Además, la inercia de los procesos de urbanización en la línea de costa y en zonas inundables o proclives a sufrir impactos climáticos, causarán un aumento sustancial de los riesgos, unido a un incremento de los costos de prevención y recuperación de daños (Coalition for Urban Transitions, 2019; Defries *et al.*, 2019).

Si continúan los patrones actuales de urbanización y no se mejora o dota de mayor capacidad a la infraestructura existente, las áreas urbanas pueden volverse más susceptibles a las inundaciones y a la contaminación de las redes de suministro de agua en caso de que la infraestructura de alcantarillado y drenaje no pueda hacer frente a mayores volúmenes o inundaciones repentinas (Defries *et al.*, 2019). De igual manera, el aumento de temperaturas unido al llamado efecto de isla de calor urbana, generará un aumento de los impactos climáticos, tanto en la infraestructura como en los servicios y en la salud humana (Defries *et al.*, 2019; Estrada *et al.*, 2017; Revi *et al.*, 2014).

En la mayoría de los casos, los impactos del cambio climático se consideran factores potencialmente importantes en la toma de decisiones a medio y largo plazo, y se relacionan principalmente con patrones de inversión en desarrollo e infraestructura, sobre todo, con las estrategias de desarrollo socioeconómico a nivel de ciudad (Hunt & Watkiss, 2010). Por ello, el cambio climático es cada vez un criterio más importante en la planificación urbana y muchas ciudades a lo largo del mundo están desarrollando políticas específicas para prepararse ante sus impactos (Araos *et al.*, 2016; Olazabal *et al.*, 2019b).

Sin embargo, la estimación de los impactos del cambio climático es complicada en las ciudades por la dificultad de incorporar los procesos de planificación urbana en los modelos de cálculo (Defries *et al.*, 2019). Junto con las proyecciones socioeconómicas, los procesos de planificación son críticos a la hora de proyectar los futuros impactos y simular el desempeño de las medidas de actuación propuestas. En general, nuestro conocimiento sobre los impactos climáticos, cómo se relacionan estos entre sí y cómo se conectan, a su vez, con las actuaciones para adaptar los sistemas, es actualmente bastante escaso, sobre todo cuando nos referimos a territorios específicos, y especialmente cuando hablamos de la escala local. Por esta razón, las propias ciudades adquieren un papel muy relevante en cuanto a la identificación y valoración (cuantitativa o cualitativa) de impactos climáticos sobre la población, la urbanización y las infraestructuras (Revi *et al.*, 2014).

En el proceso de estimación de riesgos e impactos climáticos, las ciudades son actores críticos ya que tienen acceso a datos espaciales de población y bienes expuestos, como edificios, infraestructura y áreas protegidas (Aerts *et al.*, 2014), así como conocimiento de los efectos generados por impactos climáticos pasados y de las vulnerabilidades reflejadas en los diferentes sectores. Este tipo de información, además, es indispensable para evaluar los costes y beneficios de las actuaciones de adaptación propuestas (Abadie *et al.*, 2017; Estrada *et al.*, 2017). Por otra parte, la evaluación cualitativa de los efectos potenciales positivos y negativos del cambio climático a escala local puede ser de gran utilidad para desarrollar árboles de problemas que ayuden a establecer mapas de relaciones causa-efecto como base para la elaboración de estrategias de actuación (Feliu *et al.*, 2015).

De aquí, que la relevancia de las ciudades en la toma colectiva de decisiones relativa a cómo, cuánto y cuándo debemos adaptarnos sea innegable. Además, en los próximos 10 años se invertirán billones de dólares en el desarrollo de infraestructura urbana

y la población urbana global crecerá en casi mil millones de personas en el mismo período, lo cual hará que las decisiones tomadas a nivel urbano coloquen a los países en el camino hacia la prosperidad y la capacidad de recuperación, o el declive y la vulnerabilidad (Coalition for Urban Transitions, 2019). En este contexto, las regiones y países precisan de información a escala urbana para poder identificar necesidades de apoyo institucional, económico, regulatorio o ejecutivo y para evaluar posibles impactos intersectoriales, interurbanos o transregionales (Olazabal *et al.*, 2019a).

En los últimos años se han desarrollado estudios a escala global sobre impactos del cambio climático en ciudades (Abadie *et al.*, 2019; Anderson *et al.*, 2018; Estrada *et al.*, 2017; Hallegatte *et al.*, 2013), pero casi todos se centran en una determinada amenaza climática. La cuantificación de los impactos del cambio climático está más extendida para amenazas como la subida del nivel del mar (Abadie *et al.*, 2019), eventos costeros extremos (Abadie *et al.*, 2017), o los impactos en la salud debido a las temperaturas extremas (Estrada *et al.*, 2017). Pocos estudios hacen evaluaciones que tengan en consideración múltiples amenazas concatenadas o en el mismo periodo de tiempo (Diaz-Sarachaga & Jato-Espino, 2019; Forzieri *et al.*, 2016). La existencia de impactos climáticos intra- e inter- conectados (impactos indirectos y directos que suceden dentro del mismo sector o escala de gobernanza –intra– y a través de distintos sectores y escalas de gobernanza –inter–) constituye una de las razones más importantes para fortalecer la gobernanza de la adaptación climática (Persson, 2019), pero también es una de las razones por las cuales los modelos económicos actuales que estiman los impactos climáticos no reflejan la realidad absoluta (Defries *et al.*, 2019).

Necesitamos conocer y ser capaces de evaluar los impactos climáticos actuales y en distintos horizontes temporales para establecer medidas de actuación apropiadas en cada momento y para medir el progreso de la adaptación. En este sentido, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, en sus siglas en inglés) (Revi *et al.*, 2014) argumenta que para medir y monitorear el éxito en adaptación a escala local es necesario llevar una evaluación cuantitativa de los impactos del cambio climático y de su evolución.

En concreto, Europa verá un aumento progresivo y fuerte en la amenaza climática, sobre todo, en las regiones del sudoeste (Forzieri *et al.*, 2016). Los puntos más críticos están situados particularmente a lo largo de las costas y en las llanuras aluviales en el sur y el oeste de Europa, donde a menudo se concentra la población y recursos críticos en la economía europea (Forzieri *et al.*, 2016). Un análisis de los resultados del informe de la Red Europea de Observación de la Planificación del Territorio (ESPON *et al.*, 2011) concluye que las ciudades españolas tienen un grado de vulnerabilidad al cambio climático alto o muy alto comparado con otras ciudades europeas (De Gregorio Hurtado *et al.*, 2015; Olazabal *et al.*, 2014).

Con más del 75% de la población nacional viviendo en áreas urbanas, las ciudades españolas afrontan problemas asociados al desarrollo urbano que son agravados por los impactos del cambio climático (Feliu *et al.*, 2015). Es indispensable no solo tener

en cuenta los impactos climáticos que afecten de forma directa en las ciudades (por ejemplo, afecciones directas en la salud debido al aumento de temperaturas o los impactos del oleaje extremo y las inundaciones sobre la infraestructura), sino también los indirectos (tales como la pérdida de ecosistemas que proporcionan servicios básicos en las ciudades). Por ejemplo, se prevé una pérdida de humedales que protegen ciudades o asentamientos industriales debido a impactos de eventos extremos costeros y de la subida del nivel del mar (como es el caso de la desembocadura del Nervión en Bilbao, la ría de Avilés o la ría de Ferrol) (Losada *et al.*, 2014). Esta pérdida de servicios de los ecosistemas puede resultar en una disminución de la resiliencia de estos asentamientos ante el cambio climático. La evidencia sobre la progresiva reducción de los recursos hídricos y la sequía que sufrirá España (CEDEX / MAPAMA, 2017) y el aumento de temperaturas y olas de calor (Tobías *et al.*, 2014), también verán sus efectos en las áreas urbanas, así como en otros sectores clave para el funcionamiento de la ciudad (turismo, transporte, industria y energía, finanzas/seguros, la construcción y los propios procesos urbanos), en los cuales ya se prevén impactos potenciales del cambio climático (De la Colina *et al.*, 2019) que desembocarán en efectos significativos sobre el bienestar humano y sobre el desarrollo ambiental, económico y social.

En este contexto, y ante la falta de estudios exhaustivos de referencia sobre impactos climáticos en áreas urbanas españolas, es interesante estudiar en concreto para qué impactos climáticos se están preparando las ciudades españolas. En este estudio proponemos responder a esta pregunta analizando 11 planes de adaptación (más documentación asociada) en 11 ciudades españolas capitales de provincia. Examinando para qué impactos climáticos se están preparando las ciudades españolas a través de esta muestra, queremos conocer: a) el grado de evidencia y conocimiento de los impactos climáticos a nivel local; b) el nivel de detalle en la evaluación de impactos al que están llegando las ciudades; y c) las posibles oportunidades, carencias y limitaciones del estado de la cuestión a nivel práctico.

A continuación, se presentan los Datos y Métodos utilizados (apartado 2) seguido de los resultados y una discusión sobre aspectos transversales a tener en cuenta (apartado 3). Finalmente, extraemos una serie de recomendaciones y conclusiones fruto de este análisis.

2. DATOS Y MÉTODOS

En este estudio analizamos 11 planes de adaptación de ciudades españolas capitales de provincia junto con su documentación asociada (ver cuadro nº 1) identificados a través de varias iniciativas recientes (Reckien *et al.*, 2018; Sainz de Murieta *et al.*, 2020), los únicos existentes, tomando como muestra las 52 capitales de provincia españolas más las 2 ciudades autónomas (última actualización en junio de 2019). El método de identificación y colección de datos es el mismo utilizado originalmente en Reckien *et al.* (2014) que consiste, de manera resumida, en una búsqueda mediante un motor de Internet (Google) a través de palabras clave («cambio climático», «adaptación» y el nombre de la ciudad) y una verificación posterior con responsables de las autoridades locales.

Cuadro nº 1. DOCUMENTOS ANALIZADOS

Ciudades	Título del plan	Año publicación	Referencia
Córdoba	Plan Estratégico Municipal de Adaptación al Cambio Climático de Córdoba: MEDIDAS DE ACTUACIÓN.	2018	Ayuntamiento de Córdoba, 2018a
	Plan Estratégico Municipal de Adaptación al Cambio Climático de Córdoba: DIAGNÓSTICO II: VULNERABILIDADES.		Ayuntamiento de Córdoba, 2018b
	Plan Estratégico Municipal de Adaptación al Cambio Climático de Córdoba: DIAGNÓSTICO I: ESCENARIOS CLIMÁTICOS y AMENAZAS.		Ayuntamiento de Córdoba, 2018c
Guadalajara	Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de Guadalajara.	2018	Ayuntamiento de Guadalajara, 2018
Barcelona	Plan Clima 2018-2030.	2018	Ayuntamiento de Barcelona, 2018
Girona	Pla d'Acció pel Clima i l'Energia Sostenible de Girona.	2017	Ajuntament de Girona, 2017
Lleida	Pla d'adaptació al Canvi Climàtic del Municipi de Lleida.	2015	Ajuntament de Lleida, 2015
Madrid	Plan de calidad del aire y cambio climático. Plan A.	2017 2015	Ayuntamiento de Madrid, 2017
	Análisis de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático en la ciudad de Madrid.		Ayuntamiento de Madrid, 2015
Murcia	Estrategia de Adaptación al Cambio Climático del Municipio de Murcia a 2030.	2018	Ayuntamiento de Murcia, 2018
Vitoria-Gasteiz	Plan de Adaptación al Cambio Climático de Vitoria-Gasteiz. Etapa 1. Informe de resultados de las Fases I y II: Escenarios climáticos y análisis de la vulnerabilidad por sectores.	2011	Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2011
	Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de Vitoria-Gasteiz. Horizonte 2014-2020. Borrador.	No publicado	Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2014
Donostia-San Sebastián	Plan de Adaptación al cambio climático de Donostia/San Sebastián. Entregable 1: Diagnóstico.	2017	Donostiako Udala / Ayuntamiento de San Sebastián, 2017a
	Plan de Adaptación al cambio climático de Donostia/San Sebastián. Entregable 2: Plan de Adaptación.		Donostiako Udala / Ayuntamiento de San Sebastián, 2017b
Valencia	Plan de Adaptación al Cambio Climático de Valencia 2050.	2017	Factor CO ₂ , 2017
Zaragoza	Estrategia de cambio climático, salud y calidad del aire Zaragoza - ECAZ3.0	2019	Ayuntamiento de Zaragoza, 2019

Fuente: Elaboración propia.

En el proceso de análisis de estos planes y documentos asociados (habitualmente documentos de diagnóstico que, en el caso de adaptación, corresponden a estudios previos sobre escenarios climáticos, vulnerabilidad, exposición y riesgo) identificamos los siguientes aspectos:

- Impactos del cambio climático por sector de actividad o área de gestión, siguiendo la terminología y aproximación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático en su último informe (IPCC, 2014a).
- Metodologías y procesos utilizados para la identificación de los impactos en cada uno de los casos, así como para la valoración de la vulnerabilidad y riesgo derivados de esos impactos.

Para categorizar los impactos, a través de los documentos analizados, se han identificado 7 ejes de riesgo (o amenazas climáticas) y 8 áreas o sectores de actuación donde los impactos del cambio climático son o serán relevantes en las próximas décadas, bien debido a su vulnerabilidad, su exposición o su relevancia para la gestión urbana (Cuadro nº 2).

Cuadro nº 2. AMENAZAS IDENTIFICADAS Y SECTORES AMENAZADOS

Amenazas identificadas	Sectores o áreas de gestión urbana amenazados
1. Aumento del nivel del mar	1. Urbanismo (inc. elementos físicos y procesos urbanos)
2. Oleaje extremo	2. Ecosistemas (inc. paisaje)
3. Precipitación intensa	3. Salud
4. Disminución de las precipitaciones	4. Recursos hídricos (inc. infraestructuras)
5. Aumento de las temperaturas	5. Agricultura, ganadería y piscicultura (AGP)
6. Olas de calor	6. Actividades económicas
7. Vendavales	7. Energía (sector energía inc. infraestructuras)
	8. Sociedad (personas y comunidades inc. bienestar, servicios y asistencia)

Fuente: Elaboración propia.

La clasificación que muestra el cuadro nº 2 de amenazas y sectores ha sido desarrollada y se ha visto influenciada por el contenido y la estructura de los análisis de impactos, vulnerabilidad y riesgos en los documentos analizados. Como veremos en los resultados de este estudio, algunas amenazas suceden en muchos casos combinadas (aumento de temperaturas y olas de calor, subida del nivel del mar y oleaje) pero su naturaleza gradual (aumento temperaturas y subida del nivel de mar) o eventual (olas de calor y oleaje extremo) requiere un trato individual. En el caso de los sectores, se han identificado aquellas actividades y sectores prioritarios y de mayor im-

portancia en las ciudades analizadas, tal y como se describen en los documentos. En cualquier caso, los impactos identificados no se ven comprometidos y se pueden estudiar de forma individual, si bien pueden ocurrir sinérgicamente con otros, maximizando el resultado (daño) final.

En el apartado 3 se presentan los impactos identificados (detallados en cuadro A2) por sector de interés para, a continuación, resaltar unos aspectos relevantes respecto a la valoración y cuantificación de estos impactos. Siguiendo el marco conceptual del IPCC, (2014b), en el que se hace énfasis en la incertidumbre como factor de influencia en el riesgo climático (como un producto de la magnitud y probabilidad de la amenaza, y de la vulnerabilidad del sistema) y en los costes y beneficios del cambio climático y de la adaptación en concreto, en el siguiente apartado, también se discuten estos aspectos: impactos positivos del cambio climático, magnitud y proyecciones, factores intensificadores de los impactos, impactos en cascada, incertidumbre, y por último, aspectos de igualdad y justicia climática.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados del análisis junto con una discusión detallada del contexto en que estos han sido identificados en el marco de los planes y un análisis de aspectos relevantes a tener en cuenta en el marco de la evaluación de impactos climáticos. El Anexo (Cuadro A2) recoge la lista detallada de los impactos climáticos identificados en las ciudades (Cuadro nº 1) para cada uno de los sectores y según cada amenaza identificada (Cuadro nº 2), agrupadas según su clima regional (ver cuadros A1 y A2).

3.1. Impactos identificados por sector urbano de actuación

3.1.1. Impactos sobre el urbanismo

Las amenazas más importantes para este sector son el aumento de las temperaturas y de los episodios de olas de calor, así como el incremento de las precipitaciones intensas. Tanto las inundaciones (de origen pluvial o fluvial) como el aumento de las temperaturas, provocan una reducción del confort y la habitabilidad de los edificios y el espacio público; el deterioro y debilitamiento de mobiliario urbano y estructuras (incrementado por los potenciales deslizamientos asociados a lluvias torrenciales o por la expansividad de las arcillas en el terreno); o el incremento en los gastos de mantenimiento de las redes de infraestructura debido a eventos extremos.

Tal y como mencionan la mayor parte de los documentos analizados, las inundaciones generalmente se derivan de (o son agravadas por) la saturación y daños en los sistemas de drenaje urbano, lo que dificulta una correcta evacuación de las aguas. En el caso de las ciudades costeras y portuarias, se incluyen impactos derivados de la subida del nivel del mar, así como del aumento del oleaje extremo, que suelen estimarse de manera conjunta (como en el caso de Donostia-San Sebastián o Barcelo-

na), ya que sus efectos son muy semejantes, aunque con diferente grado de intensidad y/o temporalidad. Las consecuencias de estas amenazas incluyen la inundación y daños de edificios y de la infraestructura portuaria (Donostia-San Sebastián, Barcelona) o el riesgo de fallo de diques (Valencia). También es importante considerar posibles impactos ocasionados por vendavales, como afectaciones a las redes de generación y suministro eléctrico y de gas; o perturbaciones en el abastecimiento de combustibles por el cierre de puertos (Valencia). En ocasiones, los impactos sobre los procesos humanos y sociales asociados a los elementos urbanos pueden llegar a ser significativos. Por ejemplo, los impactos de las inundaciones o el calor excesivo sobre los valores recreativos y paisajísticos de la ciudad, o sobre los patrones de uso del espacio público (Vitoria-Gasteiz).

3.1.2. *Impactos sobre los ecosistemas*

La disminución de las precipitaciones combinada con el aumento de temperaturas podría afectar a la biodiversidad local, debilitando la masa forestal y aumentando el peligro de plagas, enfermedades o incendios, pudiendo incluso llegar a la desaparición de determinados paisajes (terrestres y acuáticos), y a un incremento en los costes de mantenimiento de las áreas verdes urbanas. Las altas temperaturas podrían afectar a especies especialmente vulnerables como peces, anfibios y mariposas, y aumentar la propagación de especies plaga como cucarachas y múridos (Barcelona). El aumento de las temperaturas también podría generar un empeoramiento de la calidad del aire (Vitoria-Gasteiz, Murcia, Zaragoza). Además, todos estos efectos se verían potenciados durante las olas de calor. El aumento de las precipitaciones intensas provoca la pérdida de suelos por erosión y deslizamientos, y los ecosistemas acuáticos podrían verse afectados por la contaminación derivada del fallo en los sistemas de depuración de agua. Esto podría desembocar en una pérdida de funcionalidad paisajística, recreativa y educativa de las áreas verdes y cauces fluviales (Vitoria-Gasteiz). El aumento del nivel del mar combinado con un fuerte oleaje podría afectar a los ecosistemas y geomorfología costera debido a la erosión y el retroceso de la línea de costa (Valencia, Barcelona) conduciendo a una pérdida de funcionalidad ecosistémica, además de una pérdida de su función de protección de infraestructuras y población.

3.1.3. *Impactos sobre la salud*

La salud de la población urbana es una de las variables más afectadas por las amenazas climáticas. Entre los impactos más significativos y más indiscutibles dentro del análisis realizado es el aumento de la mortalidad y la morbilidad por estrés térmico en la ciudadanía más vulnerable (enfermedades cardiovasculares, respiratorias o alergias), agravado durante episodios de olas de calor. Se alude al efecto combinado del aumento de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones como el causante del incremento de enfermedades vectoriales transmitidas por mosquitos, o de enfermedades infecciosas derivadas del aumento de los patógenos en el

agua o los alimentos (legionela, salmonelosis, etc.) (Girona, Lleida, Valencia). Como resultado del aumento de precipitaciones intensas, se identifican daños personales por desbordamientos e inundaciones (desde ahogamientos o lesiones físicas hasta depresiones posteriores a un evento extremo), el incremento de enfermedades diarreicas por la contaminación de fuentes de agua, y el aumento de las desigualdades en el acceso a salud. Como resultado, se identifica un potencial aumento de la demanda asistencial y de servicios sanitarios, así como cambios en los estilos de vida debidos al aumento de temperatura y precipitaciones (Vitoria-Gasteiz).

3.1.4. *Impactos sobre los recursos hídricos*

Uno de los impactos más relevantes en este sector es la contaminación y desequilibrio ecológico de las reservas y cauces de agua, ya sea debido a la saturación de las redes de saneamiento (por lluvias intensas), a la reducción de cauces y la resultante eutrofización y aumento de patógenos (por aumento de temperaturas y disminución de precipitaciones), o a la intrusión salina por sobreexplotación del acuífero costero (Valencia). Esta contaminación implicará, asimismo, mayores necesidades de tratamiento y, por consiguiente, de los costes asociados. Además, el efecto combinado de la disminución de precipitaciones y aumento de las temperaturas generará un incremento de la demanda de agua para consumo y para riego de zonas verdes (Córdoba, Girona, Guadalajara), ejerciendo presión sobre este recurso y su infraestructura. Las lluvias intensas podrían provocar la erosión de las márgenes fluviales y posibles colapsos en el terreno, así como potenciales daños sobre infraestructuras de contención, distribución y tratamiento (Vitoria-Gasteiz).

3.1.5. *Impactos sobre la agricultura, ganadería y piscicultura (AGP)*

Las amenazas climáticas consideradas implicarán afecciones a los ciclos de cultivo y una modificación/reducción del rendimiento y la calidad de los cultivos, así como alteraciones en la producción forestal, ganadera y piscícola (Vitoria-Gasteiz, Valencia). Estos impactos serán ocasionados principalmente por el aumento de las temperaturas y el estrés hídrico derivado de la disminución de precipitaciones, que pueden resultar en una desertificación de los suelos, debilitación de las especies de cultivo y propagación de enfermedades, plagas o incendios (Córdoba). El estrés hídrico implicaría también un aumento de los tiempos de riego y de los gastos asociados. El aumento de precipitaciones intensas podría generar daños en infraestructuras y equipamientos de producción agrícola (Vitoria-Gasteiz).

3.1.6. *Impactos sobre las actividades económicas*

Se reconoce un potencial impacto negativo del cambio climático sobre la industria del turismo (Vitoria-Gasteiz, Córdoba, Madrid) debido sobre todo al incremento de temperaturas y olas de calor en zonas ya de por sí de clima cálido, además de por la posibilidad de que aumente la presencia de especies peligrosas como las medusas (Valencia). Por otro lado, un potencial aumento del turismo en invierno po-

dría generar una mayor presión sobre los servicios urbanos (demanda de agua, energía, infraestructuras, etc.) (Vitoria-Gasteiz). El sector industrial podría verse igualmente afectado por el aumento del consumo energético y la escasez de recursos hídricos, ocasionando una competencia y enfrentamientos entre diferentes colectivos o sectores por la obtención de estos recursos (Córdoba, Lleida, Valencia). El aumento de la temperatura también podría afectar a la industria de manera indirecta, por el empeoramiento de la salud del personal trabajador debido a las condiciones climáticas extremas (Vitoria-Gasteiz). En cuanto a los impactos por las precipitaciones intensas, estarían relacionados con los daños que las inundaciones y los episodios extremos podrían ocasionar a las instalaciones (incrementando los gastos de su mantenimiento), al personal trabajador (aumentando del coste de la cobertura de los seguros) o a las líneas de transporte y distribución (elevando sus costes y generando retrasos y paralización de servicios).

3.1.7. *Impactos sobre el sector energético*

En general, se reconoce que el aumento de las temperaturas y episodios de olas de calor modificarán la dinámica de la demanda energética y aumentarán el consumo. Además, se prevén posibles afectaciones a las redes de suministro por eventos extremos y una menor capacidad conductiva y de generación de energía fotovoltaica (Córdoba); y riesgo de sobrecarga e interrupción del abastecimiento debido al aumento de demanda para refrigeración (Valencia). Por otro lado, la disminución de las precipitaciones podría conllevar la interrupción de la actividad de centrales eléctricas por la dificultad de refrigeración (Valencia); ineficiencia en la producción hidroeléctrica; y una menor capacidad de producir recursos geotérmicos de baja temperatura por la disminución del caudal de los acuíferos (Córdoba). Los impactos derivados de las precipitaciones intensas sobre las instalaciones energéticas y redes de suministro eléctrico están en general asociados a las inundaciones, golpes de tormenta, erosión, deslizamientos o caída de árboles (Córdoba, Valencia).

3.1.8. *Impactos sobre la sociedad*

Se consideran como parte de los impactos climáticos sobre la sociedad todos aquellos que pueden conllevar una alteración del bienestar, como por ejemplo los cortes del suministro de servicios debido a inundaciones, «picos» en la demanda o incendios; o el deterioro bienestar y aumento de las desigualdades debido al incremento de los problemas de salud o el envejecimiento de las áreas rurales (Vitoria-Gasteiz). Esto puede resultar en un aumento de la demanda de ayuda a grupos vulnerables y una posible pérdida de valores culturales e identitarios por los cambios en las relaciones sociales y los patrones de uso del espacio. La disminución de precipitaciones y la escasez de agua pueden dar lugar a un aumento de los precios del agua y los alimentos (Barcelona, Valencia). Además, los eventos extremos podrían conllevar un aumento del coste de la cobertura de los seguros debido a impactos ocasionados por inundaciones (Vitoria-Gasteiz) y vendavales (Valencia), entre otros.

3.2. Potenciales impactos positivos del cambio climático

Aunque los impactos generalmente son identificados por las consecuencias negativas sobre la gestión urbana, los ecosistemas y recursos, la planificación y las infraestructuras, las actividades económicas o la población, en muchos casos también se reconocen impactos a los que se les atribuyen efectos tanto positivos como negativos. Por ejemplo, el aumento del turismo puede dar lugar a un aumento de actividad económica pero también a un aumento en la presión en los recursos debido a la demanda de servicios urbanos (Vitoria-Gasteiz). Por otro lado, diferentes especies pueden rendir más o menos debido a los cambios climáticos. Por ejemplo, mientras algunas especies hortícolas pueden verse amenazadas por el estrés térmico, otras especies (como los cereales de invierno) pueden experimentar un incremento de la productividad por estimulación biológica (Lleida). Pueden darse, además, cambios en la producción forestal, ganadera y agrícola, así como en el tipo de especies piscícolas capturadas (Vitoria-Gasteiz), lo cual no necesariamente implica que esas modificaciones tengan efectos negativos, también podrían ser positivos. Por último, se observa que las condiciones climáticas extremas proyectadas y su efecto negativo sobre la producción agrícola, sobre todo en épocas estivales, podría implicar un movimiento migratorio hacia la zona urbana del término municipal. Es significativo que, en ciudades como Córdoba, este movimiento migratorio pueda observarse como positivo debido a un flujo negativo de migración en años anteriores. Ante un escenario preocupante de abandono rural en España, los efectos del cambio climático sobre los flujos migratorio rurales-urbanos requieren un análisis más profundo y sus consecuencias positivas o negativas dependerán del contexto específico (abandono rural o despoblación urbana).

3.3. Magnitud y proyección de impactos

No solo es importante identificar los impactos del cambio climático en áreas urbanas, sino también, determinar su severidad, magnitud y proyección a corto, medio y largo plazo. Una valoración de la magnitud de los impactos climáticos a nivel urbano realizada de esta manera sentaría las bases para una priorización de las medidas de actuación según su urgencia, evolución temporal e incertidumbre. En Valencia y Murcia, por ejemplo, se ha llevado a cabo una priorización comparativa de los sectores, en varios periodos temporales y en función del riesgo climático al que están expuestos. Se identifica, de esta manera, al sector agua como prioritario desde la actualidad y hasta finales de siglo debido a las sequías repetidas y la dependencia de los demás sectores.

En el caso de las políticas analizadas en el presente estudio, son pocos casos los que presentan una evaluación cuantificada de los impactos considerados. Zaragoza hace una evaluación de los impactos de los extremos de temperatura y Barcelona presenta cifras orientativas sobre la reducción de los recursos hídricos superficiales y subterráneos en 2050 o del porcentaje de reducción del área de playas por la subida

del nivel del mar. Sin embargo, para el resto de impactos y sectores considerados, tanto en estas como en el resto de políticas, únicamente se define el grado de riesgo o vulnerabilidad en una escala orientativa (de «muy bajo» a «muy alto», por ejemplo). Esto sería válido como un primer acercamiento a la identificación de necesidades y priorización de amenazas, sin embargo, a la hora de decidir sobre los recursos a asignar a cada medida de adaptación, sería extremadamente útil tener información más detallada sobre impactos evitados y, en base a estos, sobre los costes de los escenarios de actuación propuestos, además de una contabilidad de los efectos positivos o negativos sobre otros sectores, comunidades o servicios urbanos.

Aunque existe una carencia general en la evaluación de los impactos futuros en función de los cambios en vulnerabilidad o exposición, en casi todos los casos se desarrollan o proponen una serie de proyecciones climáticas futuras de referencia. Cuando no existen proyecciones a futuro sobre los impactos del cambio climático, es necesario valorar la posibilidad de que el escenario a corto plazo pueda cambiar significativamente respecto al observado en las tendencias de los últimos años. En algunos casos, incluso, puede darse la situación de que no se haya evidenciado en la actualidad una situación de empeoramiento respecto a un indicador en particular. Así, por ejemplo, el diagnóstico realizado para Zaragoza indica que el impacto debido al calor sobre la mortalidad ha disminuido en las últimas décadas. Este fenómeno aparentemente positivo no es exclusivo de esta ciudad, sino que se ha observado a nivel de toda España y en muchas otras ciudades del mundo (Díaz *et al.*, 2018). Esto se debe a una mejora generalizada de los planes de prevención en las últimas décadas, al aumento del aire acondicionado –clásico ejemplo de maladaptación (Barnett & O'Neill, 2010; Juhola *et al.*, 2016) debido al consecuente aumento del consumo de energía y emisión de calor de las instalaciones actuales (Davis & Gertler, 2015)–, a la mejora de los servicios sanitarios e infraestructuras y a un potencial cambio de hábitos más adaptados al calor (Ayuntamiento de Zaragoza, 2019).

Aunque en algunos casos los escenarios actuales no indiquen alarma, los escenarios climáticos apuntan de forma generalizada en toda España a un incremento de los eventos extremos, de su intensidad, frecuencia y duración, que es necesario tener en cuenta en las evaluaciones de los impactos climáticos. Por esta razón, y en el caso concreto del aumento de temperaturas extremas, en muchas ciudades se identifica un claro aumento del riesgo en el corto plazo (Zaragoza, Murcia, Valencia...).

3.4. Factores intensificadores de los impactos del cambio climático

La existencia de varios condicionantes climáticos adversos al mismo tiempo es considerada en todos los casos como un factor intensificador de los impactos del cambio climático (Forzieri *et al.*, 2016). Así, por ejemplo, una ola de calor en un periodo en el que hay un paulatino aumento de las temperaturas mínimas y máximas puede dar lugar a unos impactos mucho mayores de los esperados. En el cuadro A2, se han identificado los impactos debidos a olas de calor que son intrínse-

cos a estos fenómenos, pero también hay que tener en cuenta que se verán acompañados por muchos de aquellos impactos ligados a 'Aumento de temperaturas mínimas y máximas'. Otros ejemplos son el aumento del nivel del mar combinado con el oleaje, el aumento de precipitaciones intensas y los vendavales. Por ejemplo, en Donostia-San Sebastián, se evalúan conjuntamente los impactos de la subida del nivel del mar con el oleaje extremo, ya que sus efectos son similares y se potencian entre sí. La diferencia en cuanto a la modelización de esos impactos es que en un caso ocurren de manera gradual y en el otro de manera repentina y mediante diferentes mecanismos, y esta temporalidad incidirá significativamente en el tipo de medidas necesarias para hacerles frente (la estrategia de planificación de la ciudad frente al aumento del nivel del mar puede hacerse de manera progresiva y a largo plazo, mientras que los efectos del oleaje extremo podrían requerir los servicios de emergencia para evacuar a la población afectada). Asimismo, la disminución de las precipitaciones es un factor que agrava el efecto del aumento de las temperaturas en múltiples impactos, como el empeoramiento de la calidad del aire, el debilitamiento de la vegetación y aumento de peligro de plagas, enfermedades o incendios, etc. Los usos del suelo de las ciudades, así como el propio diseño urbano (densidad, morfología, orientación, pavimentación, etc.), son de gran importancia en la estimación de las consecuencias del cambio climático, puesto que son uno de los factores intensificadores externos de impacto más importantes en las áreas urbanas. Por una parte, los impactos derivados de las inundaciones son agravados por el alto grado de impermeabilización de los suelos en las ciudades, entre otros factores (Barcelona). Por otro lado, estudios sugieren que la isla de calor urbana aumenta durante condiciones de temperatura más elevadas y especialmente durante los episodios de ola de calor, viéndose además agravada la situación por la falta de humedad superficial en las áreas urbanas y a la baja velocidad del viento asociada con las olas de calor (Li & Bou-Zeid, 2013)¹.

En algunos de los casos analizados (Vitoria-Gasteiz, Madrid), se considera y analiza la isla de calor como un factor que reducirá el confort térmico en las ciudades y que afectará a la salud humana (derivados del empeoramiento del confort térmico, calidad del aire, calidad del agua y de los alimentos, estado de las infraestructuras etc.), el consumo energético y el consumo de agua a nivel público y privado. En Vitoria-Gasteiz, por ejemplo, se realiza como diagnóstico un mapa térmico de la ciudad que, según este informe, permite identificar zonas donde las variaciones climáticas esperables (aumento de temperaturas extremas y olas de calor) pueden tener una incidencia mayor; en este caso, en los polígonos industriales y el casco histórico (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2011). En Madrid, factores condicionantes

¹ Sin embargo, hay estudios como el de Scott *et al.* (2018), realizado en 54 ciudades estadounidenses, que apuntan a una disminución de la intensidad de la isla de calor urbana, medida como las diferencias en las temperaturas mínimas diarias o máximas diarias entre las estaciones urbanas y rurales, con el aumento de la temperatura.

de la isla de calor urbana como la densidad urbana, las condiciones habitacionales de los edificios o la accesibilidad a espacios verdes fueron incluidos como indicadores de sensibilidad o capacidad adaptativa para evaluar la vulnerabilidad de las diferentes zonas de la ciudad.

3.5. Efectos en cascada

La priorización de las medidas de actuación depende, en general, del nivel de riesgo climático al que están expuestos los sectores en los que se pretende actuar, de la oportunidad que se presente (por ejemplo, al planificar una nueva infraestructura o un nuevo desarrollo urbano) y, por otra parte, de los impactos climáticos indirectos en diferentes sectores y de los vínculos (co-beneficios o dependencias) entre opciones de adaptación (Dawson, 2015; Hunt & Watkiss, 2010). El papel de estas conexiones puede resultar significativo (Olazabal *et al.*, 2019a, 2018), de ahí que su evaluación (cuantitativa o cualitativa) sea relevante y en muchos casos crítica para la toma de decisiones. En la práctica, esto se ha llevado a cabo considerando el nivel de dependencia funcional o económica que supone un determinado sector para los demás (Murcia, Valencia) o evaluando mapas de impacto (Valencia) o cadenas de impacto (Madrid, Donostia-San Sebastián). Habitualmente esto conllevaría a la identificación de factores intensificadores del impacto, impactos principales y secundarios (o intermedios) (Mendizabal *et al.*, 2018).

Esta aproximación metodológica es útil como base para los análisis de vulnerabilidad y riesgo, ya que permite conocer en mayor profundidad los impactos en cascada que puedan acontecer a raíz de las conexiones entre sectores y procesos urbanos. En Murcia, por ejemplo, el sector ‘agua’ sería prioritario en los próximos años debido a la dependencia del resto de sectores, y en Valencia la vulnerabilidad del sector ‘salud’ irá aumentando con el tiempo a causa de los efectos colaterales de los impactos de los demás sectores en la salud de la población. También en Valencia se deduce que, para el sector ‘agua’, el incremento de las temperaturas provocará una reducción de la humedad atmosférica y del suelo (impacto directo), que a su vez demandará un mayor trabajo para cubrir el aumento de la demanda (impacto indirecto), que finalmente podría generar la sobreexplotación de los recursos hídricos, un aumento del coste y conflictos sobre el uso del agua (impactos últimos). En el caso de Madrid o Donostia-San Sebastián se preseleccionan una serie de «cadenas de impacto» concretas definidas en teoría mediante la elaboración de «árboles de problemas» que identifican relaciones causa-efecto entre los cambios en las variables climáticas y las consecuencias sobre los diferentes sectores.

3.6. Incertidumbre

La incertidumbre ante el riesgo climático es esencial a la hora de evaluar los impactos del cambio climático y se expresa normalmente como probabilidad asociada a diferentes escenarios de impactos (Feliu *et al.*, 2015). A pesar de esta gene-

alidad, la incertidumbre puede tener diferentes orígenes aparte de la falta de datos o de precisión de los modelos, como son la ambigüedad en el uso de los conceptos y la propia complejidad de los sistemas que nos dificulta conocer los efectos precisos de cada acción sobre el sistema (Markandya, 2014); en este caso, los impactos. Por ejemplo, Abadie *et al.* (2019) evalúan el riesgo del aumento del nivel del mar con su incertidumbre asociada en 600 ciudades europeas, entre ellas 36 ciudades españolas, teniendo en cuenta la probabilidad de daños económicos (enfaticando aquellos con baja probabilidad, pero de mayor intensidad) en una línea temporal desde la actualidad hasta 2100. El estudio revela que, de forma general y con baja probabilidad, pueden ocurrir daños muy significativos y que es necesario tener en cuenta estas estimaciones en la toma de decisiones. Este tipo de cálculos pueden ser utilizados para establecer umbrales aceptables de riesgo según la incertidumbre relativa a su temporalidad y su severidad o para realizar test de estrés de diferentes opciones de adaptación (Galarraga *et al.*, 2018). Dentro de los documentos analizados, algunos subrayan la incertidumbre debido a la falta de información sobre los impactos en determinados sectores (Vitoria-Gasteiz), otros lidian con la incertidumbre mediante la definición de rangos de probabilidad de ocurrencia de determinados impactos (Córdoba); y otros indican que se aplicó el «principio de precaución» (que, según los documentos analizados, consistiría en «situarse en la peor situación posible») aplicando coeficientes de seguridad (Donostia-San Sebastián, Madrid o Vitoria-Gasteiz).

3.7. Igualdad y justicia en la distribución de impactos

Por último, es importante tener en cuenta que el cambio climático exacerbará muchos de los problemas actuales en las ciudades, ya que determinados grupos sociales se verán especialmente afectados debido a su menor capacidad de preparación, afrontamiento y recuperación ante los impactos. Esto incrementará las desigualdades actuales originadas por la pobreza, acceso a recursos y servicios y la calidad ambiental que afectan a grupos marginales y minorías normalmente concentradas en el espacio (Reckien *et al.*, 2017; Shi *et al.*, 2016). Esto hace que la evaluación de los impactos derivados de los planes de actuación, así como la distribución de los beneficios (cuánto riesgo reducen y en qué horizonte temporal), de los costos y de las responsabilidades de adaptación sea crítica (Chambwera *et al.*, 2014). Es fundamental, por tanto, facilitar la participación de los grupos marginados a través de dinámicas iterativas para caracterizar los impactos y comunicar las evaluaciones de riesgos climáticos realizados con las partes interesadas, de forma que se retroalimente el proceso y se prioricen resultados beneficiosos para los grupos más desfavorecidos y vulnerables (Angelovski *et al.*, 2016). Ciudades como Barcelona, Madrid y Zaragoza, analizan los impactos derivados del cambio climático sobre grupos vulnerables, pero aún es un área en la que es necesaria una mayor reflexión y trabajo a nivel práctico, y que será necesario integrar con otros programas existentes en las ciudades como las Agenda Locales 21.

4. CONCLUSIONES

En el marco de la planificación y la política climática, las ciudades son actores clave en la estimación de riesgos e impactos climáticos, ya que tienen acceso a datos espaciales de población y bienes expuestos, así como conocimiento y experiencia sobre las causas y la magnitud de los daños debidos a eventos climáticos sufridos en el pasado. Este tipo de información, además, es indispensable para planificar medidas de adaptación adecuadas evaluando su coste y su beneficio para la sociedad urbana y los sistemas que la soportan.

En este estudio hemos analizado 11 planes de adaptación identificados en 54 ciudades españolas (52 capitales y 2 ciudades autónomas). De entre la documentación asociada a la planificación climática, hemos extraído información acerca de los impactos climáticos esperados en cada uno de los sectores y según cada amenaza identificada. Hemos querido proporcionar una revisión del grado de evidencia de los impactos climáticos a nivel local, del nivel de detalle de las evaluaciones y de las posibles oportunidades, carencias y limitaciones del estado de la cuestión a nivel práctico.

Hemos detectado que no existe una metodología concreta y acordada para la identificación, evaluación y proyección de impactos. Cada municipio sigue un proceso particular en función de su disponibilidad de datos, objetivos técnicos o políticos. Hemos detectado, asimismo, una fuerte dependencia del equipo consultor en cada caso, que trasfiere las metodologías de trabajo de unas ciudades a otras. Hemos puesto de relieve la importancia de analizar los impactos en cadena y relaciones intersectoriales, así como factores potenciadores o inhibidores de los impactos y la repercusión de la temporalidad de diferentes amenazas. A pesar de la existencia de proyecciones climáticas en casi todos los casos, hemos notado la carencia general de una estimación cuantitativa de los impactos actuales o futuros. También, hemos notado una falta de consideración de la incertidumbre en la estimación de riesgos e impactos climáticos y la necesidad de incluir aspectos de equidad y justicia en los diagnósticos de vulnerabilidad, riesgos e impactos climáticos.

Finalmente, nos gustaría subrayar que lo identificado con esta metodología no es exhaustivo del estado de la cuestión en el ámbito español, sino que evidencia la potencial concurrencia actual o futura de estos impactos en concreto y por lo tanto justifica su estudio para la evaluación de los impactos climáticos en otras ciudades españolas, en los casos en los que sea apropiado, bien por contexto climático, social, económico, ambiental o geográfico. Cada ciudad aborda la planificación climática según sus necesidades, recursos y capacidades y, por lo tanto, se entiende que estudios futuros podrán ampliar esta información y añadir más y mejor información cualitativa, y sobre todo cuantitativa, para su evaluación y la consiguiente planificación climática.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABADIE, L.M.; GALARRAGA, I.; MARKANDYA, A.; SAINZ DE MURIETA, E. (2019): «Risk measures and the distribution of damage curves for 600 European coastal cities», *Environmental Research Letters*, 14: 064021.
- ABADIE, L.M.; GALARRAGA, I.; SAINZ DE MURIETA, E. (2017): «Understanding risks in the light of uncertainty: low-probability, high-impact coastal events in cities», *Environmental Research Letters*, 12: 014017.
- AERTS, J.C.J.H.; BOTZEN, W.J.W.; EMANUEL, K.; LIN, N.; MOEL, H. DE; MICHEL-KERJAN, E.O. (2014): «Evaluating Flood Resilience Strategies for Coastal Megacities», *Science*, 344: 473-475.
- AJUNTAMENT DE GIRONA (2017): «Pla d'Acció pel Clima i l'Energia Sostenible de Girona».
- AJUNTAMENT DE LLEIDA (2015): «Pla d'adaptació al Canvi Climàtic del Municipi de Lleida».
- ANDERSON, G.B.; OLESON, K.W.; JONES, B.; PENG, R.D. (2018): «Projected trends in high-mortality heatwaves under different scenarios of climate, population, and adaptation in 82 US communities», *Climatic Change*, 146: 455-470.
- ANGUELOVSKI, I.; SHI, L.; CHU, E.; GALLAGHER, D.; GOH, K.; LAMB, Z.; REEVE, K.; TEICHER, H. (2016): «Equity Impacts of Urban Land Use Planning for Climate Adaptation: Critical Perspectives from the Global North and South», *Journal of Planning Education and Research*, 36: 333-348.
- ARAOS, M.; BERRANG-FORD, L.; FORD, J.D.; AUSTIN, S.E.; BIESBROEK, R.; LESNIKOWSKI, A. (2016): «Climate change adaptation planning in large cities: A systematic global assessment», *Environmental Science & Policy*, 66: 375-382.
- AYUNTAMIENTO DE BARCELONA (2018): «Plan Clima 2018-2030».
- AYUNTAMIENTO DE CÓRDOBA (2018a): «Plan Estratégico Municipal de Adaptación al Cambio Climático de Córdoba: Medidas de Actuación».
- (2018b): «Plan Estratégico Municipal de Adaptación al Cambio Climático de Córdoba: Diagnóstico II: Vulnerabilidades».
- (2018c): «Plan Estratégico Municipal de Adaptación al Cambio Climático de Córdoba: Diagnóstico I: Escenarios Climáticos y Amenazas».
- AYUNTAMIENTO DE GUADALAJARA (2018): «Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de Guadalajara».
- AYUNTAMIENTO DE MADRID (2017): «Plan de calidad del aire y cambio climático. Plan A».
- (2015): «Análisis de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático en la ciudad de Madrid».
- AYUNTAMIENTO DE MURCIA (2018): «Estrategia de Adaptación al Cambio Climático del Municipio de Murcia a 2030».
- AYUNTAMIENTO DE VITORIA-GASTEIZ (2014): «Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de Vitoria-Gasteiz. Horizonte 2014-2020», Borrador.
- (2011): «Plan de Adaptación al Cambio Climático de Vitoria-Gasteiz. Etapa 1. Informe de resultados de las Fases I y II: Escenarios climáticos y análisis de la vulnerabilidad por sectores».
- AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA (2019): «Estrategia de Cambio Climático, Calidad del Aire y Salud de Zaragoza - ECAZ 3.0».
- BARNETT, J.; O'NEILL, S. (2010): «Maladaptation», *Global Environmental Change*, 20: 211-213.
- CEDEX / MAPAMA (2017): «Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España. Oficina de Cambio Climático», Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Gobierno de España, Madrid.
- CHAMBWERA, M.; HEAL, G.; DUBEUX, C.; HALLEGATTE, S.; LECLERC, L.; MARKANDYA, A.; MCCARL, B.A.; MECHLER, R.; NEUMANN, J.E., (2014): *ECONOMICS OF ADAPTATION*, IN: FIELD, C.B.; BARROS, V.R.; DOKKEN, D.J.; MACH, K.J.; MASTRANDREA, M.D.; BILIR, T.E.; CHATTERJEE, M.; EBI, K.L.; ESTRADA, Y.O.; GENOVA, R.C.; GIRMA, B.; KISSEL, E.S.; LEVY, A.N.; MACCRACKEN, S.; MASTRANDREA, P.R.; WHITE, L.L. (Eds.), «Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects», Contri-

bution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 945-977.

- COALITION FOR URBAN TRANSITIONS (2019): Climate Emergency, Urban Opportunity.
- DAVIS, L.W.; GERTLER, P.J. (2015): «Contribution of air conditioning adoption to future energy use under global warming», *PNAS*, 112: 5962-5967.
- DAWSON, R.J. (2015): «Handling Interdependencies in Climate Change Risk Assessment», *Climate*, 3: 1079-1096.
- DE GREGORIO HURTADO, S.; OLAZABAL, M.; SALVIA, M.; PIETRAPERTOSA, F.; OLAZABAL, E.; GENELETTI, D.; D'ALONZO, V.; DI LEO, S.; RECKIEN, D. (2015): «Understanding How and Why Cities Engage with Climate Policy: An Analysis of Local Climate Action in Spain and Italy», *TEMA Journal of Land Use, Mobility and Environment*, 8: 23-46.
- DE LA COLINA, J.; MORENO, J.; RUIZ, P.; SUAREZ, R. (2019): «Informe diagnóstico de riesgos y oportunidades de la adaptación al cambio climático en las ciudades», Forética.
- DEFRIES, R.; EDENHOFER, O.; HALLIDAY, A.; HEAL, G.; LENTON, T.; PUMA, M.; RISING, J.; ROCKSTRÖM, J.; RUANE, A.C.; SCHELLNHUBER, H.J.; SATINFORT, D.; STERN, N.; TEDESCO, M.; WARD, B. (2019): «The missing economic risks in assessments of climate change impacts (Policy Brief)», Grantham Research Institute for Climate Change and the Environment. London School of Economics, London.
- DÍAZ, J.; ORTIZ, C.; FALCÓN, I.; SALVADOR, C.; LINARES, C. (2018): «Short-term effect of tropospheric ozone on daily mortality in Spain», *Atmospheric Environment*, 187: 107-116.
- DIAZ-SARACHAGA, J.M.; JATO-ESPINO, D. (2020): «Analysis of vulnerability assessment frameworks and methodologies in urban areas», *Nat Hazards*, 100: 437-457.
- DONOSTIAKO UDALA / AYUNTAMIENTO DE SAN SEBASTIÁN (2017a): «Plan de Adaptación al cambio climático de Donostia/San Sebastián», Entregable 1: Diagnóstico.
- (2017b): «Plan de Adaptación al cambio climático de Donostia/San Sebastián», Entregable 2: Plan de Adaptación.
- ESPON, IRPUD, TU DORTMUND UNIVERSITY (2011): «ESPON Climate: Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies», *Draft Final Report. ESPON 2013 Programme*, Luxembourg.
- ESTRADA, F.; BOTZEN, W.J.W.; TOL, R.S.J. (2017): «A global economic assessment of city policies to reduce climate change impacts», *Nature Climate Change*, 7: 403-406.
- FACTOR CO2 (2017): «Plan de Adaptación al Cambio Climático de Valencia 2050».
- FELIU, E.; GARCIA, G.; GUTIERREZ, L.; ABAJO, B.; MENDIZABAL, M.; TAPIA, C.; ALONSO, A. (2015): «Guía para la elaboración de Planes Locales de Adaptación al Cambio Climático. Oficina Española de Cambio Climático», Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España, Madrid, España.
- FORZIERI, G.; FEYEN, L.; RUSSO, S.; VOUSDOKAS, M.; ALFIERI, L.; OUTTEN, S.; MIGLIAVACCA, M.; BIANCHI, A.; ROJAS, R.; CID, A. (2016): «Multi-hazard assessment in Europe under climate change», *Climatic Change*, 137: 105-119.
- GALARRAGA, I.; SAINZ DE MURIETA, E.; MARKANDYA, A.; ABADIE, L.M. (2018): «Addendum to 'Understanding risks in the light of uncertainty: low-probability, high-impact coastal events in cities'», *Environmental Research Letters*, 13: 029401.
- HALLEGATTE, S.; GREEN, C.; NICHOLLS, R.J.; CORFEE-MORLOT, J. (2013): «Future flood losses in major coastal cities», *Nature Climate Change*, 3: 802-806.
- HUNT, A.; WATKISS, P. (2011): «Climate change impacts and adaptation in cities: a review of the literature», *Climatic Change*, 104: 13-49.
- IPCC (2014a): «Annex II: Glossary», en Agard, J., E.L.F. Schipper, J. Birkmann, M. Campos, C. Dubeux, Y. Nojiri, L. Olsson, B. Osman-Elasha, M. Pelling, M.J. Prather, M.G. Rivera-Ferre, O.C. Ruppel, A. Sallenger, K.R. Smith, A.L. St Clair, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, and T.E. Bilir (eds.), in: Barros, V.R., Field, C.B., Dokken, D.J., Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R., White, L.L. (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth As-*

- essment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1757-1776.
- (2014b): *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- JUHOLA, S.; GLAAS, E.; LINNÉR, B.O.; NESET, T.S. (2016): «Redefining maladaptation», *Environmental Science & Policy*, 55, Part 1, 135-140.
- LI, D.; BOU-ZEID, E. (2013): «Synergistic Interactions between Urban Heat Islands and Heat Waves: The Impact in Cities Is Larger than the Sum of Its Parts», *Journal of Applied Meteorology Climatology*, 52: 2051-2064.
- LOSADA, I.J.; IZAGUIRRE, C.; DIAZ, P. (2014): «Cambio climático en la costa española», Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España.
- MARKANDYA, A. (2014): «Incorporating Climate Change into Adaptation Programmes and Project Appraisal: Strategies for uncertainty», en: Markandya, A., Galarraga, I., Sainz de Murieta, E. (Eds.), *Routledge Handbook of the Economics of Climate Change Adaptation*, Routledge, pp. 97-119.
- MENDIZABAL, M.; ZORITA, S.; MARTINEZ, J.A.; FELIU, E.; CONNELLY, A.; CARTER, J.; GONZALEZ VARA, M.; RUIZ, S.; LANDAJO, J.A.; ELLIS, M. (2018): «D3.3. Policy guideline». RESIN project.
- OLAZABAL, M.; CHIABAI, A.; FOUDE, S.; NEUMANN, M.B. (2018): «Emergence of new knowledge for climate change adaptation», *Environmental Science & Policy*, 83: 46-53.
- OLAZABAL, M.; DE GREGORIO, S.; OLAZABAL, E.; PIETRAPERTOSA, F.; SALVIA, M.; GENELETTI, D.; D'ALONZO, V.; FELIÚ, E.; LEO, S.; DI, RECKIEN, D. (2014): «How are Italian and Spanish Cities tackling climate change? A local comparative study», *Basque Centre for Climate Change (BC3)*, Bilbao, Spain.
- OLAZABAL, M.; GALARRAGA, I.; FORD, J.; SAINZ DE MURIETA, E.; LESNIKOWSKI, A. (2019a): «Are local climate adaptation policies credible? A conceptual and operational assessment framework», *International Journal of Urban Sustainable Development*, 1-20.
- OLAZABAL, M.; RUIZ DE GOPEGUI, M.; TOMPKINS, E.L.; VENNER, K.; SMITH, R. (2019b): «A cross-scale worldwide analysis of coastal adaptation planning», *Environmental Research Letters*, 14, 124056.
- PERSSON, Å. (2019): «Global adaptation governance: An emerging but contested domain», *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, e618.
- RECKIEN, D.; CREUTZIG, F.; FERNANDEZ, B.; LWASA, S.; TOVAR-RESTREPO, M.; MCEVOY, D.; SATTERTHWAITE, D. (2017): «Climate change, equity and the Sustainable Development Goals: an urban perspective», *Environment and Urbanization*, 29:159-182.
- RECKIEN, D.; FLACKE, J.; DAWSON, R.J.; HEIDRICH, O.; OLAZABAL, M.; FOLEY, A.; HAMMANN, J.J.P.; ORRU, H.; SALVIA, M.; DE GREGORIO HURTADO, S.; GENELETTI, D.; PIETRAPERTOSA, F. (2014): «Climate change response in Europe: what's the reality? Analysis of adaptation and mitigation plans from 200 urban areas in 11 countries», *Climatic Change*, 122: 331-40.
- RECKIEN, D.; SALVIA, M.; HEIDRICH, O.; CHURCH, J.M.; PIETRAPERTOSA, F.; DE GREGORIO-HURTADO, S.; D'ALONZO, V.; FOLEY, A.; SIMOES, S.G.; KRKOŠKA LORENCOVÁ, E.; ORRU, H.; ORRU, K.; WEJS, A.; FLACKE, J.; OLAZABAL, M.; GENELETTI, D.; FELIU, E.; VASILIE, S.; NADOR, C.; KROOK-RIEKKOLA, A.; MATOSOVI-, M.; FOKAIDES, P.A.; IOANNOU, B.I.; FLAMOS, A.; SPYRIDAKI, N.-A.; BALZAN, M.V.; FÜLÖP, O.; PASPALDZHIEV, I.; GRAFAKOS, S.; DAWSON, R. (2018): «How are cities planning to respond to climate change? Assessment of local climate plans from 885 cities in the EU-28», *Journal of Cleaner Production*, 191: 207-219.
- REVI, A.; SATTERTHWAITE, D.E.; ARAGÓN-DURAND, F.; CORFEE-MORLOT, J.; KIUNSI, R.B.R.; PELLING, M.; ROBERTS, D.C.; SOLECKI, W. (2014): *Urban areas*, en: Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R., White, L.L. (Eds.), «Climate

Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects», *Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 535-612.

SAINZ DE MURIETA, E.; OLAZABAL, M.; SANZ, E. (2020) ¿Están las ciudades españolas adaptándose al cambio climático? *Papeles de Economía Española*, 163.

SCOTT, A.A.; WAUGH, D.W.; ZAITCHIK, B.F. (2018): «Reduced Urban Heat Island intensity

under warmer conditions», *Environment Research Letters*, 13: 064003.

SHI, L.; CHU, E.; ANGUELOVSKI, I.; AYLETT, A.; DEBATS, J.; GOH, K.; SCHENK, T.; SETO, K.C.; DODMAN, D.; ROBERTS, D.; ROBERTS, J.T.; VANDEVEER, S.D. (2016): «Roadmap towards justice in urban climate adaptation research», *Nature Climate Change*, 6: 131-137.

TOBIÁS, A.; ARMSTRONG, B.; GASPARRINI, A.; DIAZ, J. (2014): «Effects of high summer temperatures on mortality in 50 Spanish cities», *Environmental Health*, 13: 48.

ANEXO

Este anexo contiene una lista detallada de los impactos climáticos esperados en cada uno de los sectores y según cada amenaza identificada (ver cuadro A2). Al entender que ciudades bajo el mismo tipo de clima sufrirán impactos climáticos similares, se han clasificado las ciudades de estudio en 6 climas (ver cuadro A1) con el objetivo de que el análisis aquí realizado sea transferible y utilizable en otros contextos climáticos propios de la península española.

Cuadro A1. CATEGORIZACIÓN DE CIUDADES SEGÚN SU CLIMA

Climas	Ciudades
Clima oceánico costero (COC)	Donostia-San Sebastián
Clima oceánico de transición (COT)	Vitoria-Gasteiz
Clima mediterráneo costero (CMC)	Barcelona, Girona, Valencia
Clima mediterráneo continentalizado de veranos cálidos (CMCV)	Guadalajara, Lleida, Madrid
Clima mediterráneo cálido de interior (CMCI)	Córdoba
Clima mediterráneo árido y subárido (CMAS)	Murcia, Zaragoza

Fuente: Elaboración propia en base a información del Instituto Geográfico Nacional.

Cuadro A2. REVISIÓN DE IMPACTOS CLIMÁTICOS IDENTIFICADOS EN ÁREAS URBANAS ESPAÑOLAS CLASIFICADOS SEGÚN ZONA CLIMÁTICA

Amenazas	Sectores y áreas amenazadas	Impactos climáticos identificados	COC	COT	CMC	CMCV	CMCI	CMAS
Aumento del nivel del mar	Urbanismo	Inundación de edificaciones costeras, redes de infraestructura urbana (principalmente de saneamiento y transporte) y otros elementos constructivos.	X		X			
		Daños a la infraestructura portuaria y aumento del riesgo de fallo de diques al aumentar su calado y los esfuerzos soportados.	X		X			
	Ecosistemas	Erosión.			X			
		Retroceso de la línea de costa.	X		X			
Oleaje extremo	Urbanismo	Inundación de edificaciones costeras, redes de infraestructura urbana (principalmente de saneamiento y transporte) y otros elementos constructivos.	X		X			
		Daños a la infraestructura portuaria y aumento del riesgo de fallo de diques al aumentar su calado y los esfuerzos soportados.	X		X			
	Ecosistemas	Erosión.			X			
		Retroceso de la línea de costa.	X		X			
Precipitación intensa	Urbanismo	Inundaciones fluviales.	X		X	X	X	
		Inundaciones pluviales por saturación y daños en los sistemas de drenaje.	X	X	X	X		X
		Inundación de las redes de infraestructura urbana y otros elementos constructivos.	X	X	X	X		
		Daños y reducción de la habitabilidad de la edificación en mal estado afectada por inundaciones.	X	X	X	X		
		Afectaciones a infraestructuras y edificios asociadas a deslizamientos y erosión por lluvias torrenciales.		X	X		X	X
		Incremento en los gastos de mantenimiento de la red eléctrica y de telecomunicaciones debido a vientos extremos, relámpagos, etc.			X			
	Ecosistemas	Pérdida de valores recreativos, paisajísticos, estéticos; y cambios en patrones de uso espacio y temporal (ejemplo, circuitos de paseos) debido a las inundaciones.	X	X				
		Aumento de deslizamientos, erosión, sedimentación y pérdida de suelos.		X	X			
		Cambios fenológicos y afectaciones a los ecosistemas terrestres y acuáticos por inundaciones y por la contaminación derivada del colapso de los sistemas de depuración de agua.		X	X			
		Pérdida de funcionalidad paisajística, recreativa y educativa de las áreas verdes.		X				

.../...

.../...

Amenazas	Sectores y áreas amenazadas	Impactos climáticos identificados	COC	COT	CMC	CMCV	CMCI	CMAS
Precipitación intensa	Salud	Daños personales por desbordamientos e inundaciones: ahogamientos, hipotermia, lesiones físicas, accidentes de tráfico, depresiones posteriores al evento, etc.		X	X		X	X
		Incremento de enfermedades diarreicas por la contaminación de fuentes de agua de consumo humano.			X			
		Aumento de las desigualdades en el acceso a salud.		X				
		Cambios en los estilos de vida (alimentación, actividad física).		X				
	Recursos hídricos	Contaminación / mala calidad de las aguas por aportaciones de escorrentía o saturación / mal funcionamiento de las redes de saneamiento.		X	X	X	X	
		Mayores necesidades de inversión en el pre-tratamiento del agua.			X			
		Erosión de las márgenes fluviales, incremento de las subsidencias, colapsos en el terreno y daños a infraestructuras.		X				
	AGP	Daños en infraestructuras y equipamientos.		X				
		Cambios en la producción forestal, ganadera y agrícola.		X				
	Actividades económicas	Afectación de las instalaciones y a la salud del personal trabajador y usuarios debido a las inundaciones y condiciones climáticas extremas.		X				
		Incremento de los gastos de mantenimiento de las instalaciones debidos a vientos extremos, tormentas, etc.		X				
		Retrasos, paralización y aumento del coste de transporte debido a desbordamientos o episodios extremos.		X	X		X	
		Impacto en las industrias extractivas (dificultad en las actividades de extracción).					X	
		Aumento del coste de la cobertura de los seguros debido a las inundaciones por lluvias extremas.		X				
	Energía	Afectaciones a las instalaciones y redes de suministro eléctrico asociadas a la erosión y deslizamientos por lluvias torrenciales y a eventos meteorológicos extremos (golpes de tormenta, caída de árboles...).			X		X	
	Sociedad	Alteración del suministro de servicios y transporte debido a las inundaciones que conllevan las lluvias extremas.		X				
		Aumento del coste de la cobertura de los seguros debido a las inundaciones.		X				
		Deterioro bienestar y aumento de las desigualdades.		X				
		Pérdida de valores culturales e identitarios y cambios en las relaciones sociales.		X				
		Aumento de la demanda de ayuda a grupos vulnerables.		X				

.../...

.../...

Amenazas	Sectores y áreas amenazadas	Impactos climáticos identificados	COC	COT	CMC	CMCV	CMCI	CMAS	
Disminución de precipitaciones	Ecosistemas	Cambios fenológicos en fauna y flora, y cambio y/o pérdida de biodiversidad (reducción de hábitat de especies fluviales, desertificación...).		X	X	X	X	X	
		Estrés hídrico de la vegetación, debilitamiento de la masa forestal e incremento de la propagación de enfermedades/ plagas.			X			X	
		Activación de incendios forestales.		X	X	X	X		
		Aumento de los costes de mantenimiento de la infraestructura verde.					X		
		Modificación/Desaparición de paisajes (terrestres y acuáticos).			X				
		Eutrofización de masas de agua superficiales.						X	
	Salud	Afectación a la salud (aumento de la mortalidad y la morbilidad), sobre todo en la ciudadanía anciana, infantil, o con enfermedades.				X		X	
		Incremento de enfermedades infecciosas traídas en el agua, debidas a la sequía y menor dilución de contaminantes.			X	X	X		
		Reproducción de ciertos vectores infecciosos como los mosquitos debido al aumento del volumen de aguas estancadas y de la temperatura.			X			X	
		Enfermedades respiratorias y dérmicas debidas a la sequedad y polvo.				X		X	
	Recursos hídricos	Disminución de las reservas de agua y aumento de las restricciones.		X	X	X	X	X	X
		Reducción de cauces superficiales y mayor duración del estiaje de ríos y arroyos.			X				X
		Contaminación de las reservas de agua y perturbaciones en el equilibrio ecológico de los ríos.		X	X	X	X	X	X
		Intrusión salina por sobreexplotación del acuífero costero.			X				
		Disminución del nivel de agua freática e impacto en la rentabilidad de las explotaciones de saneamiento de agua freática.				X			
		Aumento de la demanda de agua para el mantenimiento de las áreas verdes urbanas.			X	X	X		
	AGP	Pérdida de tierras aptas para cultivo por falta de humedad, salinización y desertificación del suelo.		X	X	X			X
		Disminución del rendimiento y empeoramiento de la calidad de los cultivos.			X				X
		Disminución de la actividad fotosintética, debilitamiento de las especies de cultivo e incremento de la propagación de enfermedades, hongos y plagas por estrés hídrico.			X				X
		Activación de incendios.		X	X				X
Cambios en la cantidad o en el tipo de especies piscícolas capturadas.			X						

.../...

.../...

Amenazas	Sectores y áreas amenazadas	Impactos climáticos identificados	COC	COT	CMC	CMCV	CMCI	CMAS
Disminución de precipitaciones	Actividades económicas	Impacto en el sector hotelero y turismo.					X	
		Impacto en el sector industrial por escasez de recursos hídricos.					X	
		Competencia y enfrentamientos entre diferentes colectivos/ sectores por la obtención de recursos hídricos.			X	X	X	
	Energía	Ineficiencia de la producción hidroeléctrica debida a los cambios de precipitación y temperatura.					X	
		Reducción en la capacidad de producir recursos geotérmicos de baja temperatura por la disminución del caudal de los acuíferos.					X	
		Interrupción de la actividad de centrales eléctricas por la dificultad de refrigeración debida al estrés hídrico.			X			
	Sociedad	Aumento de precios del agua y los alimentos.			X			
Aumento de temperaturas	Urbanismo	Disminución del confort y habitabilidad en viviendas y/o adopción de soluciones de mala adaptación.		X	X	X		X
		Estrés térmico y reducción del confort térmico en el espacio público.	X	X				
		Deterioro y deformaciones de elementos y materiales de construcción y mobiliario urbano.		X				X
		Afectaciones a las infraestructuras de transporte (por expansividad de arcillas en el terreno, dilatación de carriles ferroviarios, etc.).			X		X	
		Cambios en patrones de uso del espacio y pérdida de valores educativos y de ocio (recreativos, estéticos).		X				
	Ecosistemas	Modificación/pérdida de biodiversidad, desertificación	X		X	X	X	X
		Aparición de plagas y especies invasoras e incremento de la propagación de enfermedades en la vegetación por el debilitamiento de las especies forestales.			X	X	X	
		Reducción de producción vegetal para generar biomasa.					X	
		Activación de incendios forestales.	X		X	X	X	
		Empeoramiento de la calidad del aire.	X	X				

.../...

.../...

Amenazas	Sectores y áreas amenazadas	Impactos climáticos identificados	COC	COT	CMC	CMCV	CMCI	CMAS	
Aumento de temperaturas	Salud	Afectación a la salud relacionadas con el estrés térmico (aumento de la mortalidad y la morbilidad), sobre todo en la ciudadanía anciana, infantil, o con enfermedades.		X	X	X	X	X	
		Agravamiento de enfermedades cardiovasculares y respiratorias.		X	X	X		X	
		Aumento de enfermedades zoonóticas/vectoriales transmitidas por mosquitos (dengue, fiebre amarilla, fiebre del Nilo, chicunguña y fiebre del Zika).		X	X	X		X	
		Incremento de la duración y gravedad de las enfermedades alérgicas como el asma, la rinitis, las conjuntivitis alérgicas o alguna dermatitis.		X	X	X			
		Daños en la salud derivados del aumento de los patógenos en el agua o los alimentos (legionela, salmonelosis, etc.).				X	X		
		Aumento de la demanda asistencial y de las desigualdades en el acceso a salud.			X				
		Cambios en los estilos de vida (alimentación, actividad física).			X				
	Recursos hídricos	Eutrofización y/o deterioro de la calidad del agua por el aumento de los patógenos derivados del aumento de la temperatura del agua.				X			X
		Incremento en el coste del tratamiento del agua contaminada por el aumento de la temperatura.			X	X			X
		Incremento de la demanda de agua para consumo y para riego de zonas verdes y parques, ejerciendo presión sobre este recurso y su infraestructura.			X		X	X	X
	AGP	Afecciones a los ciclos de cultivo y modificación/reducción en la producción a consecuencia de la variación de la estacionalidad de la actividad hortícola.				X	X	X	X
		Estrés hídrico/debililitamiento de las especies de cultivo e incremento de la propagación de enfermedades, hongos y plagas.					X		X
		Aumento de los tiempos de riego en la agricultura de regadío y de los gastos asociados.				X			X
		Cambios en la producción forestal, ganadera y piscícola.			X	X			
		Activación de incendios.							X

.../...

.../...

Amenazas	Sectores y áreas amenazadas	Impactos climáticos identificados	COC	COT	CMC	CMCV	CMCI	CMAS
Aumento de temperaturas	Actividades económicas	Impacto en el sector industrial y comercial por el aumento del consumo energético en la producción (procesos, circuitos, zonas refrigeradas...) y otros factores.	X	X		X		
		Afectación a la salud del personal trabajador debido a las condiciones climáticas extremas.		X				
		Impacto en el sector hotelero y turismo.		X		X	X	
		Afecciones por el aumento de turistas (demanda de agua, energía, infraestructuras, zonas verdes y naturales).		X				
		Reducción de la humedad del suelo, aumento de las necesidades hídricas de la agricultura y de los demás sectores, creando una potencial competencia sobre éste.				X		
	Energía	Aumento del consumo energético o modificación de la dinámica de la demanda (picos y medias).		X	X	X	X	X
		Afectaciones a las redes de suministro eléctrico debidas a eventos meteorológicos extremos (activación de incendios forestales).						X
		Reducción de la capacidad conductiva eléctrica y de la capacidad de generación de energía fotovoltaica por la reducción de la transmisividad atmosférica de la radiación.						X
	Sociedad	Problemas de suministro de servicios (energía, agua, etc.) en verano debido a los «picos» en la demanda, los incendios...		X				
		Aumento de la demanda de ayuda a grupos vulnerables.		X				
		Cambio en las relaciones sociales y hábitos de ocio, deporte, etc.		X				
		Acentuación de las diferencias sociales (especialmente en el medio rural por el envejecimiento).		X				

.../...

.../...

Amenazas	Sectores y áreas amenazadas	Impactos climáticos identificados	COC	COT	CMC	CMCV	CMCI	CMAS	
Olas de calor	Urbanismo	Disminución del confort y habitabilidad en viviendas y/o adopción de soluciones de mala adaptación.	X					X	
		Deformaciones de los materiales de construcción.						X	
	Ecosistemas	Estrés hídrico de la vegetación y menor crecimiento y supervivencia de vegetación arbórea por la menor disponibilidad de nutrientes en el suelo.	X		X			X	
		Alteraciones en la fenología y el crecimiento de organismos.		X				X	
		Activación de incendios forestales.	X		X	X			
	Salud	Afectación a la salud relacionadas con el estrés por calor (aumento de la mortalidad y la morbilidad), sobre todo en la ciudadanía anciana, infantil, o con enfermedades.				X	X	X	X
		Agravamiento de enfermedades cardiovasculares y respiratorias por la contaminación del aire.				X	X	X	X
	AGP	Estrés hídrico/debilitamiento de las especies de cultivo e incremento de la propagación de enfermedades, hongos y plagas.				X			X
		Afecciones a los ciclos de cultivo y modificación/reducción en la producción a consecuencia de la variación de la estacionalidad de la actividad hortícola.				X			X
		Activación de incendios sobre las producciones agrícolas.				X	X		X
		Aumento de los tiempos de riego y de los gastos asociados.							X
	Energía	Aumento del consumo energético.				X	X		
		Riesgo de sobrecarga de las centrales eléctricas y redes de distribución, y riesgo de interrupción del abastecimiento debido al aumento de demanda eléctrica para refrigeración.				X			
	Vendavales	Urbanismo	Afectaciones a las redes de suministro eléctrico y de gas.				X		
Perturbaciones en el abastecimiento de combustibles por cierre de puertos y competencia sobre el uso de los recursos.						X			
Sociedad		Incremento en las primas de peligrosidad de seguros y restricciones contractuales en la cobertura contratada.				X			

Fuente: Elaboración propia.