

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/337972712>

El cambio climático

Chapter · December 2019

CITATIONS

0

READS

396

10 authors, including:



[Pau de Vilchez Moragues](#)

University of the Balearic Islands

7 PUBLICATIONS 6 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Juan Rita](#)

University of the Balearic Islands

102 PUBLICATIONS 817 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Miguel Angel Miranda](#)

University of the Balearic Islands

205 PUBLICATIONS 1,420 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Raquel Vaquer-Sunyer](#)

Mediterranean Institute for Advanced Studies (IMEDEA)

33 PUBLICATIONS 1,860 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Biology and control of vector-borne infections in Europe and elsewhere - EDENext (European Commission, 7th Framework Programme) [View project](#)



Application of Image Recognition Processing Technology in Agricultural [View project](#)



CAPÍTULO 5. EL CAMBIO CLIMÁTICO

Coordinación: Pau de Vílchez Moragues y Catalina M. Torres Figuerola.

Autores principales: Gabriel Jordà, Joan Rita Larrucea, Miguel Ángel Miranda Chueca, Raquel Vaquer Sunyer, Vicente José Canals Guinand, Antoni Cladera Bohigas, Catalina M. Torres Figuerola y Pau de Vílchez Moragues.

Autores colaboradores: José Mariano Escalona Lorenzo, Gabriel Moyà Niell, Ignacio Catalan Alemany, Josep Alós Crespí, Jaume Sureda Negre, Aina Calvo Sastre, Olaya Álvarez García, Iris E. Hendriks, Júlia Santana Garçon y Ferran Rosa Gaspar.

Laboratorio Interdisciplinario sobre Cambio Climático de la UIB (LINCC UIB)

1. Introducción⁴⁹

La temperatura del planeta está experimentando una subida clara desde principios del siglo xx. De hecho, los 16 años más cálidos que se han vivido desde 1880 se han registrado en los últimos 20 años. A consecuencia del calentamiento de la atmósfera y del océano, las cantidades de nieve y hielo han disminuido y el nivel del mar ha subido. Además, algunos de los cambios observados desde los años cincuenta no habían tenido precedentes desde hace décadas o, en algunos casos, desde hace milenios. En estos momentos, parece claro que el calentamiento global observado está causado por el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, especialmente de dióxido de carbono, metano y óxido de nitrógeno, y que la actividad humana es la responsable de este aumento. De hecho, las concentraciones de GEI han llegado a los niveles más elevados de los últimos 800.000 años.

En cuanto a las Illes Balears, desde 1990⁵⁰ hasta 2008 las emisiones aumentaron un 70 %, una cifra notablemente superior a la media del Estado español (un 50 %). Durante los años de la crisis, hasta 2014, las emisiones disminuyeron, para volver a remontar a partir de aquel año. En 2016, las Balears emitieron un 39 % más de GEI que en 1990, lejos de los compromisos adoptados por España en el marco del Protocolo de Kyoto de 1997⁵¹. Este aumento de emisiones nos aleja también, por ahora,

⁴⁹ Una versión extendida de este capítulo, con más datos y referencias científicas, la pondrá al alcance del público el Laboratorio Interdisciplinario sobre Cambio Climático de la UIB (<<http://lincc.uib.eu/>>).

⁵⁰ Fecha de referencia del Protocolo de Kyoto.

⁵¹ De hecho, España, de acuerdo con la repartición de la carga entre países de la Unión Europea, tenía derecho a aumentar sus emisiones en un 15 % hasta 2012 (respeto de 1990), pero a partir de ese momento estaba obligada a reducir las en un 10 % de 2013 a 2020, respeto de niveles de emisiones de 2005.



de los objetivos establecidos en el marco del reciente Acuerdo de París, en el marco del cual la UE ha fijado una reducción de las emisiones del 40 % para el año 2030 respecto de las emisiones de 1990. Por sectores, el informe del Mapama de 2016 indica que el 42 % de las emisiones de las Balears están asociadas a la producción de energía eléctrica, el 37 % al transporte, el 4,7 % a los procesos industriales, el 3,8 % al tratamiento de residuos y el 2,3 % a la agricultura. Si desglosamos el consumo de energía, encontramos que en nuestra comunidad está dominado por el transporte terrestre (33 %) y aéreo (29 %), seguidos por el consumo residencial (13,8 %) y los servicios (13,5 %), mientras que es mucho más pequeña la contribución del sector primario (3,9 %), la industria (3,9 %) y los servicios públicos (2,7 %; CAIB, 2016). Hay que decir que en estos datos no se incluyen las emisiones “importadas”, generadas durante la producción en el exterior de bienes y servicios intermedios y finales demandados por los diferentes sectores y consumidores en las Illes Balears.

El calentamiento global tendrá unos efectos claros sobre el clima, tanto a nivel global como regional. Hay indicios que cuanto más se tarde en iniciar la reducción de emisiones, mayores serán los impactos y más difíciles de evitar o de adaptarse. El objetivo de este capítulo es hacer una revisión de los cambios observados hasta ahora y de los cambios proyectados para las próximas décadas en cuanto a variables ambientales, económicas y sociales en relación con el cambio climático. Hay que hacer énfasis en el hecho que los cambios serán más notables a medio y largo plazo (2050-2100); es decir, más allá de 2030, que es el horizonte temporal de este informe, pero las medidas para limitarlos y adaptarse se tienen que empezar a tomar ahora para que sean efectivas. A corto plazo, los cambios se harán también presentes (algunos ya han sido observados), pero su magnitud será más difícil de discernir de la variabilidad natural del clima. En cualquier caso, los cambios esperables a medio y largo plazo son tan importantes, y con consecuencias potencialmente tan graves, que se considera imprescindible que las Illes Balears cuenten con planes de adaptación y mitigación del cambio climático antes de 2030, dado que la puesta en práctica de estos planes requerirá tiempo y recursos.

También se quiere remarcar que en este capítulo nos centraremos únicamente en cuestiones vinculadas al cambio climático. Hay que tener en cuenta que hay otros problemas asociados al medio ambiente no causados directamente o principalmente por el cambio climático, que tienen una gran relevancia y que requerirían un estudio y una toma en consideración adecuadas a la hora de establecer una planificación responsable para las Balears de cara a 2030. Nos referimos, por ejemplo, a la sobreexplotación de recursos o a las diversas formas de contaminación (de acuíferos, del suelo, del aire...). Hay que tener presente, en todo caso, que estos problemas no necesariamente originados por el cambio climático se pueden ver agravados por este fenómeno.

Las emisiones de gases de efecto invernadero a escala global se encuentran en niveles máximos históricos. En las Balears se emite un 39 % más que en 1990 y se está lejos de los compromisos internacionales adoptados. En este capítulo, se revisa cómo el calentamiento global puede afectar a las Balears y se recomienda que, para el año 2030, las Islas cuenten con planes de adaptación y mitigación de un nivel de ambición suficiente para hacerle frente.



2. Los cambios y los impactos asociados al cambio climático

2.1. Cambios físicos

2.1.1. Cambios físicos observados

Las observaciones efectuadas en las Illes Balears han mostrado un aumento claro de las temperaturas durante las últimas décadas. Cuando se analiza la base de datos Spain02, encontramos que en el periodo 1975-2015 la tendencia ha sido un aumento de 0,44 °C y 0,37 °C por década para las temperaturas máximas y mínimas, respectivamente. Esto es consistente con otros estudios previos basados en conjuntos de datos y técnicas de análisis diferentes. Los cambios observados en las Balears no están distribuidos homogéneamente durante el año: el calentamiento ha sido más acentuado durante el final de la primavera (0,86 °C por década), lo que ha hecho que la transición entre el invierno y el verano sea más abrupta ahora que no hace 40 años. En cuanto a la precipitación, los cambios no son tan claros como en el caso de la temperatura. La razón es que en las regiones mediterráneas la precipitación muestra importantes variaciones naturales, con periodos (de unos cuantos años de duración) de lluvias abundantes y periodos de sequía. Esta variabilidad hace difícil entrever las tendencias a largo plazo, que, en cualquier caso, de momento son débiles. Cuando se analizan los datos de Spain02, no encontramos ninguna tendencia significativa en la precipitación mediana sobre las Balears durante el periodo 1950-2015. Con relación con los vientos, no se han encontrado estudios específicos para las Balears y, a causa de la investigación hecha para el caso de la península Ibérica, solo se han observado cambios significativos en la mitad de las estaciones analizadas y, en cualquier caso, siempre siendo muy ligeros. Si analizamos los ciclones atmosféricos, varios estudios sugieren que, para el periodo 1957-2002, en el Mediterráneo occidental ha habido una disminución (estadísticamente significativa) de un 3 % en el número total de ciclones.

En el medio marino también se han observado cambios en las últimas décadas. En cuanto al nivel del mar, las medidas obtenidas en las Balears son demasiado cortas para hacer estudios climáticos. Cuando se analiza el periodo más largo posible, empleando observaciones de zonas cercanas, se encuentra que el nivel del mar (medido en Marsella, por ejemplo) ha subido a un ritmo de 1,3 cm por década entre 1885 y 2017, que es un ritmo similar al de la subida del nivel global del mar. En relación con el oleaje, no hay bastantes observaciones directas para hacer estudios de tendencias climáticas, a pesar de que hay indicios que apuntan a que durante el periodo 1958-2002 la altura de ola significativa ha disminuido del orden de 0,8 cm por década, con cambios en la frecuencia de las direcciones predominantes. La temperatura del agua también ha experimentado cambios en la región. No hay registros bastante largos en las Balears, pero sí en zonas cercanas: en L'Estartit (nordeste de Catalunya), desde 1970 hacia adelante, se ha observado un calentamiento de 0,25 °C por década en los 80 primeros metros de la columna de agua. También hay indicios claros que ha aumentado la salinidad de la cuenca. Esta salinización estaría inducida, sobre todo, por el aumento de la evaporación y, en menor medida, por la disminución de precipitación sobre el mar. Estos cambios han sido estimados en 0,01 psu⁵² por década en las capas profundas, mientras que los cambios en capas intermedias y superficiales están sujetas a más incertidumbre. Finalmente, hay que decir que, de momento, no hay registros que permitan estimar si ha habido cambios en las corrientes marinas.

⁵² Practical salinity units.



Durante las últimas décadas se han observado cambios claros en la temperatura del aire (+0,4 °C/dec) y del mar (+0,25 °C/dec), así como en el nivel del mar (+1,3 cm/dec). En cuanto a otras variables, no se han observado cambios significativos.

2.1.2. Cambios físicos proyectados para la segunda mitad del siglo XXI

Para estimar la evolución del clima de las Illes Balears para las próximas décadas, se usan distintos tipos de modelos climáticos (globales, regionales, estadísticos). Todos los modelos se ejecutan bajo distintos escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), dado que, actualmente, no se puede predecir cuáles serán las emisiones durante las próximas décadas. Aquí mostraremos resultados publicados bajo un escenario moderado de emisiones (el antiguo A1B o el nuevo RCP4.5) y bajo un escenario más pesimista, que no prevé una reducción de las emisiones (el antiguo A2 o el nuevo RCP8.5). Hay que remarcar que, hasta hoy, las emisiones siguen más el escenario pesimista que el moderado. También hay que remarcar que las proyecciones climáticas están sometidas a incertidumbres no solo asociadas a los GEI, sino también a la variabilidad natural y los errores de los modelos utilizados. Esto explica por qué los resultados de proyecciones pueden variar de un estudio a otro y por qué se dan los resultados en un espectro de valores posibles.

Respecto a la evolución del clima de las Balears durante el siglo XXI, los resultados muestran que la temperatura en las Balears subiría entre 3 y 5 °C (probablemente 4 °C) entre 2010 y el 2100 bajo un escenario de emisiones pesimista. Bajo un escenario moderado (RCP4.5), los cambios serían de 1,75-2 °C hacia finales de siglo. Distintos autores remarcan que los cambios hay que esperarlos sobre todo durante el verano, mientras que en invierno la subida será más limitada; de este modo, las diferencias invierno-verano se amplificarán durante las próximas décadas. Respecto a las olas de calor, se cree que, tal como están definidas actualmente, se amplificarán dramáticamente, sobre todo por el aumento de la temperatura media del verano. En particular, las olas de calor moderadas se harían más largas, puesto que pasarían de 10 días al año a 30 días al año. Las olas de calor extremas cambiarían de 0-1 días al año a ~5 días al año.

En cuanto a los vientos, no hay ningún resultado sólido que indique cambios significativos. Los RCMs⁵³ y SDMs⁵⁴ muestran un cambio en la velocidad media del viento inferior al -5 %, pero hay muchas discrepancias entre modelos. Otro aspecto que es interesante revisar son las características de los ciclones. Los ciclones llevan asociados vientos que pueden ser fuertes y normalmente lluvias. La mayoría de los estudios concluyen que habrá una bajada en el número de ciclones mediterráneos. Ahora bien, sobre lo que no hay tanto de consenso es sobre si el número de ciclones intensos subirá o bajará.

Los datos de los modelos sugieren que, si bien hoy en día todavía no hay una disminución clara de la precipitación, se producirá a buen seguro en el futuro, con una disminución de un -20 % a finales del siglo XXI bajo el escenario RCP8.5 y de un -10 % bajo el escenario RCP4.5. Por estaciones, los resultados indican que los cambios serían menos notables en invierno y más importantes durante las otras estaciones, especialmente en verano. En cuanto a los valores extremos de precipitación, se prevé un pequeño aumento del 5-10 % en el máximo anual de lluvia hacia finales del siglo XXI, pero no hay mucho consenso entre modelos. La evapotranspiración es una variable poco estudiada y no

⁵³ *Regional climate models.*

⁵⁴ *Statistical downscaling methods.*



hay resultados para las Balears, pero es del todo esperable que el aumento de temperaturas lleve asociado un aumento de la evapotranspiración. Como combinación de los cambios en la precipitación y la evapotranspiración, puede haber un cambio en las características de las sequías. Para mirar su duración, se puede coger como indicador el número de días consecutivos con precipitación inferior a 1 mm/día. Para las Balears parece que, con un escenario pesimista, la duración de las sequías aumentaría un 30 %, mientras que, con un escenario moderado, aumentaría un 10 %. Ahora bien, hay que repetir que carece información sobre la evapotranspiración y que, por lo tanto, esto se tendría que considerar como un límite inferior.

En el medio marino, hay que esperar una subida en el nivel medio del mar en el Mediterráneo de entre +40 y +70 cm, ligado, sobre todo, a la evolución en el Atlántico cercano. Los cambios de circulación dentro de la cuenca podrían añadir o quitar 10 cm localmente, pero en este sentido no hay consenso entre los modelos. El oleaje se verá afectado directamente por los cambios proyectados en los vientos. Distintos estudios apuntan hacia una reducción del oleaje medio, que sería como máximo de unos -20 cm en la altura de ola en invierno con un escenario de emisiones pesimista. También se piensa que los sucesos extremos de oleaje (tormentas marinas) podrían disminuir (-10/-15 %). Hay que remarcar que las tormentas marinas irán superpuestas a un nivel medio del mar más elevado y, por lo tanto, el riesgo asociado a sucesos extremos de oleaje será muy superior a finales de siglo de lo que es ahora, a pesar de que el oleaje sea un poco menos intenso.

La temperatura del agua alrededor de las Balears se espera que suba en superficie entre 2 °C y 4 °C, según si el escenario es moderado o pesimista. Estos cambios serían más marcados durante el verano, de modo que aumentarían las diferencias invierno-verano. Una implicación de esta subida de temperatura en verano es que habrá más olas de calor marinas y serán más intensas, puesto que pasarán de una cada cinco años en la actualidad a una cada año a finales de siglo. Considerando la temperatura de toda la columna de agua, los cambios también tendrán el mismo signo, de entre +0,9 °C y +1,3 °C, según el escenario y la configuración del modelo.

El aumento de temperatura lleva asociado una disminución en la cantidad de oxígeno disuelto disponible para los seres vivos. También favorece la estratificación, que actúa como una barrera física y reduce la ventilación de las aguas. Debido a estos dos procesos, se prevé una disminución en la concentración de oxígeno disuelto de entre un 1 % y un 7 % a finales de siglo a nivel global. Desgraciadamente, todavía no tenemos datos para las Balears.

El aumento del dióxido de carbono en la atmósfera implicará un aumento de la absorción oceánica de CO₂ antropogénico. Este proceso se conoce como acidificación de los océanos y ya ha producido una disminución del pH de las aguas superficiales de más de 0,1 unidades y se prevé que cause una disminución adicional de 0,3 a 0,5 en 2100. Otra vez, no existen estimaciones sólidas para las Illes Balears sobre cómo cambiará el pH de las aguas.

La evolución de la salinidad en la cuenca no se prevé homogénea y puede haber diferencias notables en los cambios por regiones. Desgraciadamente, no hay consenso entre los modelos en estas diferencias espaciales. En cuanto a cuenca, se prevé una subida de la salinidad de las aguas superficiales de entre 0,48 y 0,89 psu. Para la salinidad total del conjunto de la columna de agua, la mayor parte de simulaciones apuntan a un incremento de entre 0,3 y 0,5 psu de media. En cuanto a las corrientes marinas, no se ha encontrado ningún resultado sólido que indique cambios significativos a lo largo del siglo XXI.



Hacia finales del siglo XXI, la temperatura en las Islas subiría entre 2 °C y 4 °C, lo que implicaría un aumento notable de las olas de calor. Se espera una disminución de la precipitación de entre el 10 % y el 20 % y un aumento de la evapotranspiración, lo que hará aumentar el estrés hídrico con un aumento de las sequías de entre un 10 % y un 30 %, como mínimo.

El nivel del mar aumentaría entre 40 y 70 cm, lo que haría que los riesgos en la costa asociados a tormentas marinas aumentaran significativamente. La temperatura del agua subiría entre 2 °C y 4 °C en superficie, con un aumento de las olas de calor marinas y una disminución de la concentración de oxígeno.

3. Los impactos sobre los sistemas ecológicos y la biodiversidad

3.1. Impactos sobre el medio terrestre

3.1.1. Impactos sobre la biodiversidad animal y vegetal

La investigación alrededor de los efectos de cambio de clima sobre los ecosistemas y la biodiversidad en España fue publicada por Fernández-González (coord.) en 2005. Este trabajo asume dos escenarios de cambio de clima, uno de optimista y otro de severo. Según los autores, en las Illes Balears, en ambos escenarios, la aridez del clima aumentará y las zonas de las Islas con un ombrotipo⁵⁵ seco (sobre todo Menorca) pueden pasar a un ombrotipo semiárido. Del mismo modo, las zonas con un tipo de clima mesomediterráneo (particularmente zonas de Mallorca y Menorca) podrían pasar a termomediterráneo o, incluso, inframediterráneo (según la clasificación bioclimática de Rivas-Martínez y Loidi, 1999). De modo general, esto significa que, en cuanto a la vegetación, las comunidades de plantas mesófilas sufrirán un estrés hídrico que las hará más sensibles a patógenos y plagas, especialmente en las fronteras más calientes y secas de su área de distribución. Entonces, algunas comunidades se podrían desplazar hacia zonas más húmedas. Estos cambios de la vegetación, además del cambio paisajístico que pueden comportar, podrían hacer aumentar el riesgo de fuegos forestales. Las Illes Balears, y especialmente Menorca y algunas zonas de Mallorca, han entrado en este proceso de cambio de la vegetación, en este caso con la gradual sustitución natural de bosques de encinas (*Quercus ilex*) por otras comunidades leñosas dominadas por acebuches (*Olea europaea*) y/o pinos blancos (*Pinus halepensis*), como se explica en el apartado siguiente.

También se puede esperar que los ecosistemas de zonas húmedas (charcos incluidos) y que dependen de la pluviosidad puedan experimentar cambios muy importantes (deseccación, aumento de la salinidad) debido a la reducción de la entrada de agua dulce. De hecho, estos cambios ya se han producido en el Parque Natural de la Albufera des Grau y en el Parque Natural de la Albufera de Mallorca. Debe ser dicho, pero, que es muy difícil distinguir la reducción de la entrada de agua dulce debido al consumo humano de la que se puede dar por una reducción de las precipitaciones; obviamente ambos factores tienen un efecto sinérgico.

⁵⁵ Un ombrotipo es un tipo climático calculado en función de la precipitación, que se relaciona con la presencia de determinadas comunidades vegetales o especies.



A largo plazo, es previsible que playas y ecosistemas dunares reduzcan significativamente su extensión y complejidad debido al aumento del nivel del mar. La reducción de la superficie de los sistemas de duna causará un aumento de intrusión de agua de mar en las zonas húmedas asociadas, especialmente si, como se ha dicho, ocurre a la vez una reducción en entrada de agua dulce (debido a precipitación reducida y/o aumento del consumo de agua). Este proceso, como pasa con los recursos hídricos, se puede ver acelerado por el uso turístico masivo de las playas, especialmente si no se desarrolla una gestión adecuada.

En las Illes Balears hay un buen puñado de especies de plantas endémicas. Algunas están consideradas o se han considerado en riesgo de extinción según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). El abanico de amenazas es variado, pero el cambio climático es una, y seguramente una de las más difíciles de combatir, puesto que no tenemos capacidad local para cambiarlo y no hay bastante territorio en las Islas para que se puedan dar migraciones espontáneas a territorios más favorables. Uno de los casos más conocidos es el del *Apium bermejoi* (o *Helosciadium bermejoi*), endemismo en peligro crítico de extinción de la costa norte de Menorca.

También encontramos amenazas en otras especies de plantas que, a pesar de no ser endémicas, sí que están amenazadas en Europa. Tres de estas especies, protegidas por la Directiva Hábitats, se encuentran asociadas con charcos estacionales (*Marsilea strigosa*, *Pilularia minuta* y *Damasonium alisma* subespecie *bourgaei*), así que su supervivencia está también directamente relacionada con la cantidad de lluvia de la primavera y, por lo tanto, con el cambio de clima.

En cuanto a la biodiversidad animal, en un escenario actual de cambio climático se han podido constatar diferentes efectos sobre las comunidades de animales terrestres, como por ejemplo efectos sobre la estacionalidad, el crecimiento, la reproducción, la migración y la sincronía con otras especies de varios grupos animales. Uno de los aspectos más afectados por el cambio climático será la distribución de las especies animales. En Europa, se estima que varias especies de pájaros, insectos y mamíferos sufrirán un desplazamiento hacia regiones más septentrionales.

Algunos modelos de predicciones para 2050 basados en proyecciones sobre la distribución de especies animales señalan que entre un 15 % y un 37 % de las especies a nivel mundial están abocadas a la extinción a causa del cambio climático, mientras que en Europa las proyecciones para el siglo XXI apuntan al dato que, de 120 mamíferos nativos considerados, el 9 % sufrirán procesos de extinción. Hoy por hoy, en las Balears no disponemos de proyecciones que permitan estimar el efecto del cambio climático sobre la biodiversidad animal de las Islas.

El calentamiento global puede alterar los ciclos biológicos, la fenología y las migraciones de las especies animales de manera directa o indirecta cuando afecta a otros organismos como por ejemplo las plantas (alargando la época de crecimiento de los vegetales, con la anticipación de la época de floración, etc.). En grupos como los insectos, el desarrollo larvario se ve acortado y los adultos emergen antes, como pasa, por ejemplo, con la mariposa *Pieris rapae*, que ha avanzado su ciclo 11,4 días en el periodo 1950-2000, o la mayor expansión de la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*) debido a noches más cálidas. En otros grupos, como por ejemplo los anfibios, el ciclo reproductor empieza antes y el cambio climático puede reducir las nevadas e incrementar la evaporación en verano, lo que puede hacer que desaparezcan hábitats clave para este grupo de animales; en el caso de las aves, la puesta de huevos se da con antelación y la migración primaveral de aves hacia Europa se ve retrasada en algunas especies hasta 15,4 días. Por otro lado, el cambio climático puede afectar la sincronización entre las especies y procesos como por ejemplo la polinización. De hecho, se ha comprobado que el inicio de la producción de polen en Europa se ha



avanzado 10 días y dura más respecto al registro desde hace 50 años; además, se considera que el cambio climático supone la amenaza más directa sobre la biodiversidad de polinizadores.

La biodiversidad puede ser especialmente frágil en las islas, en particular en cuanto a la fauna endémica. De hecho, los efectos del cambio climático se prevén más severos en especies con un rango de distribución restringido, como por ejemplo las especies endémicas, así como las especies de la cuenca mediterránea. En el caso de Mallorca, el ferreret (*Alytes muletensis*) podría ver afectadas sus ya frágiles poblaciones por periodos de desecación debido a variaciones en las precipitaciones y al aumento de las temperaturas. Este hecho se ha comprobado para otras especies de anfibios que han sufrido colapsos en sus poblaciones debido a fenómenos climáticos como El Niño.

Las especies animales invasoras tienen un particular efecto negativo sobre la biodiversidad de las islas. Las evidencias y previsiones actuales indican que el cambio climático favorece la presencia y expansión de estas especies, permite el establecimiento de nuevas especies invasoras y altera las estrategias actuales de control. Algunos ejemplos serían el aumento de la abundancia de roedores invasores en las Islas como consecuencia del cambio climático y el incremento de especies de insectos invasoras debido al aumento de fenómenos climáticos que transportan insectos a largas distancias, así como un aumento de la fecundidad por el incremento de la temperatura, o un aumento en la distribución de la especie por la colonización de nuevas regiones en Europa, como es el caso de las especies invasoras establecidas en las Balears como la *Avispa velutina*, el mosquito tigre (*Aedes albopictus*) y el picudo rojo de las palmeras (*Rhynchophorus ferrugineus*).

El calentamiento global afectará a especies vegetales clave en las Balears, como por ejemplo la encina y endemismos que hoy ya se encuentran en un estado vulnerable. Además, afectará a los ciclos biológicos y la distribución de animales y favorecerá un aumento de la presencia de especies invasoras. Las especies animales y plantas endémicas de las Balears son las que aparecen como más vulnerables.

3.1.2. Impactos sobre la salud de plantas y animales silvestres

En cuanto a la salud de la vegetación natural, las encinas (*Quercus ilex*) forman uno de los bosques principales de Mallorca y Menorca, pero en las últimas décadas estos árboles experimentan un declive significativo, particularmente los que viven en las zonas menos favorables para ellos: zonas más secas debido a suelos delgados sobre vertientes con exposición sur (en Menorca esto es más evidente). En esta isla se han calculado para estos árboles unos índices de mortalidad de entre el 2 % y el 4,6 % y casi un 30 % de defoliación media. Estos bosques de encinas están siendo invadidos por otras especies de plantas con una tolerancia mayor a la sequía, como el acebuche (*Olea europaea*), lo que ha causado la sustitución del árbol dominante y ha cambiado las características ecológicas de estas áreas forestales. En Mallorca, este proceso también se está dando, pero con una incidencia menor. Este proceso de decaimiento del bosque de *Quercus ilex* se ha asociado con una reducción de la pluviosidad y un aumento de las temperaturas. Seguramente algunas partes de las dos islas ya no son adecuadas para esta especie. Procesos de debilitamiento similar han sido documentados a la península Ibérica.

Además, los bosques de encinas de Menorca han sido seriamente afectados por las plagas de *Lymantria dispar*, que varios años consecutivos han provocado una defoliación masiva de los árboles. Por otro lado, se ha detectado la expansión de *Botryosphaeria corticola*, un hongo patógeno que también está afectando severamente a estos árboles. La expansión de este hongo se puede asociar



con inviernos y otoños más suaves. Además, los árboles más dañados por *L. dispar* también son más sensibles a este hongo. Otros patógenos de la encina se han expandido debido a la debilidad de estos árboles, como por ejemplo *Biscogniauxia mediterranea*. Este hongo se encuentra normalmente sobre las encinas, pero acontece más agresivo cuando los árboles sufren estrés de agua.

En definitiva, el declive del encinar, particularmente en Menorca, es el resultado del efecto sinérgico entre el debilitamiento de los árboles por los cambios en las características climáticas y la expansión de depredadores y patógenos que aprovechan esta debilidad.

En cuanto a las enfermedades vegetales transmitidas por vectores, hoy la principal amenaza está representada por la bacteria *Xylella fastidiosa*, que puede llegar a afectar a varias especies vegetales silvestres. Diferentes modelos aplicados a escenarios de cambio climático en Europa para 2050 y 2100 indican que algunas zonas norteñas de Italia, Francia y España se pueden ver afectadas por la enfermedad, pero no habría cambios significativos respecto a la situación climática actual. Dada la idoneidad actual del clima de las Balears para esta bacteria, un escenario de cambio climático no favorece la desaparición, más bien al contrario, favorecerá una distribución más amplia en el archipiélago.

En cuanto a la salud de los animales silvestres, un aumento de la temperatura puede implicar una tasa más elevada de reproducción de los parásitos y patógenos presentes en las poblaciones naturales de animales, como, por ejemplo, parásitos intestinales de los rumiantes (nematodos), acelerar la transmisión y aumentar la abundancia. El cambio climático también puede provocar cambios sustanciales en la distribución y el ritmo de infección de enfermedades animales, como por ejemplo la introducción de nuevos patógenos en poblaciones poco resistentes desde el punto de vista inmunológico. Este es el caso de enfermedades como la quitridiomycosis, una enfermedad fúngica que afecta a los anfibios a nivel mundial y que en 2004 se detectó en las poblaciones de ferreret. Se considera que un aumento de la temperatura incrementará la distribución de esta enfermedad, si bien en las Balears está erradicada desde 2015. En cuanto a otros grupos de animales clave, como por ejemplo los polinizadores, los estudios también indican que el actual síndrome de colapso de las colonias de abejas se podría ver incrementado por un aumento de la prevalencia de patógenos y parásitos debido al calentamiento global, como por ejemplo el hongo *Nosema spp.*, el ácaro *Varroa* y el parásito de las colmenas *Aethina tumida*. Por otro lado, los ciclos de diferentes razas de abejas (por ejemplo, *iberica* o *ligustica*) se pueden ver afectados por un incremento de la temperatura, si bien se debe tener presente que también pueden adaptar su comportamiento a las condiciones climáticas cambiantes.

El aumento de la temperatura debido al cambio climático supondrá más incidencia de enfermedades y plagas en la vegetación natural, así como un aumento de la prevalencia de enfermedades y parásitos en las poblaciones de las especies de animales silvestres, por ejemplo, incrementando el colapso de las colonias de abejas.

3.1.3. Impactos del cambio climático en el horizonte 2030 en la actividad agrícola

La población mundial actualmente es de 7.270 millones y se prevé que llegue a los 9.100 millones de personas en 2050. La agricultura mundial se enfrentará a múltiples desafíos en las próximas décadas, puesto que la demanda de alimentos sigue las mismas tendencias y está aumentando rápidamente. Los modelos actuales de predicción del clima indican que la media de las temperaturas aumentará en 3-5 °C en los próximos 50-100 años, un incremento que afectará drásticamente los sistemas agrícolas



mundiales. Actualmente, se han verificado cambios sustanciales en la agricultura asociados a los cambios observados en las condiciones del clima, que invitan a pensar que las predicciones de futuros escenarios climáticos pueden comprometer a la actividad agraria en extensas zonas del mundo. En concreto, la cuenca del Mediterráneo es una de las áreas de más sensibilidad a estos cambios en el clima. El incremento de las temperaturas, los cambios en la distribución e intensidad de la precipitación y los incrementos de la radiación UV, junto con fenómenos adversos cada vez más frecuentes, están provocando impactos cuantificables cómo son:

1. Cambio en los balances hídricos. El incremento de la demanda evaporativa, asociada a incrementos de temperatura, determina un aumento de la evaporación directa del agua del suelo y tasas transpiratorias más altas. Estos cambios en los balances hídricos comprometen la disponibilidad de agua para los cultivos.
2. Reducción de acumulación de horas de frío. En las últimas décadas, se ha registrado un incremento de las temperaturas de invierno, lo que tiene efectos directos en procesos fisiológicos que están determinados por unos requerimientos de horas de frío, como son la floración de especies leñosas, la entrada en dormición, los periodos latentes...
3. Golpes de calor. Los golpes de calor, cada vez más frecuentes, afectan a la fisiología de las plantas y causan daños severos en las producciones.
4. Cambios en la fenología. Estos cambios que se producen en muchas especies cultivadas (avance de las brotaciones, alargamiento de ciclos, retrasos en dormición de yemas...) están asociados, principalmente, a los incrementos de la temperatura anual y a los acontecimientos de temperaturas extremas. La consecuencia es una alteración sustancial de los ciclos fenológicos de muchas especies cultivadas.
5. Cambios en la fisiología de las plantas y en la composición de los productos de consumo asociados a la modificación del espectro de la luz. Se ha constatado un incremento de la radiación UV asociado al incremento de la concentración de gases de efecto invernadero en las capas altas de la atmósfera. Esta radiación provoca efectos negativos no solo en la salud humana, sino en procesos fisiológicos básicos de las plantas y en la composición de las cosechas y los productos de consumo humano. Además, los cambios en las temperaturas y los incrementos en las concentraciones de CO₂ en la atmósfera están modificando los balances de carbono en muchas especies.
6. Aparición de plagas emergentes, consolidación y/o agravante de las plagas existentes. Estas plagas pueden causar daños económicos importantes y, en determinadas situaciones, la inviabilidad de ciertos cultivos. La suavización de los periodos invernales está acentuando los impactos provocados por plagas menores y la aparición de nuevos agentes nocivos para las especies cultivadas. Los modelos actuales de previsión de cambio climático señalan que un aumento de la temperatura ocasionaría un incremento del número de generaciones anuales de plagas, como, por ejemplo, el taladro del maíz o del escarabajo de la patata, así como también un incremento de la tasa de colonización de zonas de más altitud. También se han producido casos ligados a episodios extremos (elevadas temperaturas y sequía), como la llegada de plagas de saltamontes (*Locusta migratoria*) en las Islas Canarias en 2004, que se prevé que podría aumentar en un escenario de cambio climático.
7. Pérdida de capacidad productiva. Esta pérdida está asociada a periodos de déficit hídrico prolongados: los periodos de sequía cada vez más extensos y recurrentes inciden directamente en el rendimiento de los cultivos. Además, varias especies cultivadas no son capaces de



adaptarse a los nuevos escenarios climáticos y es necesaria la reconversión y modificación de amplias zonas de actividad agraria, tanto intensivas como extensivas.

8. Cambios en la composición de productos derivados (vino, aceite, extractos vegetales, subproductos), asociados con este fin combinado de las altas temperaturas y el déficit hídrico. Bajo estas condiciones, se han descrito alteraciones en el metabolismo secundario de las plantas que condicionan la síntesis y acumulación de compuestos responsables de las características gustativas y nutricionales de los productos tanto de consumo en fresco como de productos derivados de uso alimentario y de otro tipo de usos.

Los cambios en el clima observados en los últimos años han provocado una reducción de la productividad de los cultivos a causa, en gran parte, de la reducción de la disponibilidad hídrica y a una pérdida de la fertilidad de los suelos. Por otro lado, las futuras predicciones climáticas, junto con el incremento de la población mundial, ponen en riesgo el abastecimiento de alimentos. Por eso, los elementos de buen gobierno y la comunidad científica tienen como reto fundamental la evaluación de los impactos del cambio climático en la agricultura y el establecimiento de vías de mitigación de estos impactos a corto y medio plazo.

3.1.4. Impactos del cambio climático en el horizonte 2030 en la ganadería y los animales domésticos

En cuanto a la ganadería, su actividad genera alrededor del 14 % de las emisiones de GEI. Los principales impactos del cambio climático sobre la ganadería se deben a efectos indirectos provocados por el cambio de alimentación del rebaño debido a la reducción de los pastos, su calidad y la composición, así como la menor disponibilidad de recursos hídricos. En cuanto a los efectos directos, los más importantes son los golpes de calor, que provocan un estrés en los animales que puede alterar su productividad y su comportamiento.

En relación con la salud de los animales domésticos, se conoce que uno de los principales efectos del cambio climático es el aumento de enfermedades de transmisión vectorial. En el caso de las Baleares, la principal amenaza para la salud animal viene dada por virus transmitidos por insectos vectores del género *Culicoides*, como por ejemplo el virus de la lengua azul en el caso de los rumiantes o la peste equina africana en el caso de los caballos. En el caso de la lengua azul, se han producido olas en los últimos 20 años que han afectado a los rumiantes de toda Europa. La isla de Menorca fue afectada en 2000 y 2003, mientras que Mallorca lo fue solo en 2000. En el año 2004 la península Ibérica fue afectada y en 2006 la enfermedad llegó hasta el Reino Unido. Es considerado por muchos autores uno de los ejemplos más verosímiles de los efectos del calentamiento global, que facilita la expansión de una enfermedad por la expansión de un vector competente (por ejemplo, *Culicoides imicola*) o bien porque el aumento de temperatura hace que aparezcan nuevos vectores de la enfermedad.

3.2. Los ecosistemas de aguas epicontinentales de las Illes Balears y los posibles efectos del cambio climático

En el contexto del calentamiento global, los ecosistemas acuáticos epicontinentales, o ecosistemas acuáticos no marinos, son los que en primera instancia se ven afectados por el cambio climático, que altera el ciclo del agua sobre la Tierra. Este ciclo es, de modo muy simplificado, el resultado de dos procesos contrarios: la evaporación que pone en circulación el agua en la atmósfera y la precipitación que la devuelve a la superficie de la Tierra, y en su paso sobre los continentes hacia el mar origina los



diferentes tipos de ambientes acuáticos naturales, como fuentes, ríos, lagos, lagunas y zonas húmedas, y artificiales, como los embalses que retrasan o eliminan el flujo de agua que se dirige al mar.

Debido al acoplamiento entre atmósfera y ciclo hidrológico, cualquier alteración en la dinámica global del agua incidirá en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos epicontinentales. Si disminuye la cantidad de lluvia, el agua será el factor limitante clave para el mantenimiento de los ecosistemas; si incrementa la frecuencia de las lluvias torrenciales, se producirán perturbaciones continuas que impedirán la sucesión natural en los ecosistemas. Esto es trasladable a los ecosistemas epicontinentales de las Balears, y hace posible realizar un análisis hacia su persistencia y su estado ecológico. Un estado ecológico bueno implica el mantenimiento de un volumen de agua adecuada y las condiciones fisicoquímicas adecuadas para que vivan las especies acuáticas propias de cada ambiente. Completando los ciclos biológicos y estableciéndose las relaciones ecológicas pertinentes, este estado ecológico se tendrá que acercar al natural para cada tipo de ecosistema. El estado ecológico es una herramienta esencial para visualizar la situación actual de los ecosistemas epicontinentales de las Balears y prolongar esta visión a futuros escenarios condicionados por el cambio climático.

El volumen de agua superficial de las Islas y sus características químicas están condicionados por el sustrato geológico. Excepto una parte de la isla de Menorca, el resto del archipiélago está formado mayoritariamente por materiales calcáreos solubles. Esto explica la alta alcalinidad del agua y la facilidad que tiene para adentrarse y circular como agua subterránea, y la surgencia de fuentes ampliamente distribuidas sobre la superficie insular. Las fuentes constituyen ecosistemas singulares con una alta biodiversidad de productores primarios, cianobacterias, algas, briófitos, helechos y consumidores, con una gran representación de diferentes grupos de macroinvertebrados. El agua que corre sobre la superficie de las Islas lo hace de modo intermitente, lo que origina los torrentes o ríos temporales; el único río permanente, el de Santa Eulària des Riu en Eivissa, hace tiempo que dejó de serlo por la canalización en origen de muchas de las fuentes que aportaban el agua; la construcción de presas; la variabilidad y estacionalidad de la lluvia propias del clima mediterráneo, y la reiteración de sequías asociadas al cambio climático.

En los torrentes, se amplía el espectro de comunidades bióticas que encontramos en las fuentes y la riqueza biológica. La diversidad de ambientes, entre los cuales las pozas, la temporalidad y la variabilidad del caudal, impone condiciones muy exigentes, a las cuales se tienen que adaptar los organismos que viven, y la persistencia de estos ambientes en el tiempo se traduce en la presencia de auténticas reliquias de la evolución como es el caso del ferreret (*Alytes muletensis*). El estado ecológico de nuestros torrentes, principalmente en los tramos medios y bajos, no es bueno, básicamente por la carencia de agua pero también por las modificaciones introducidas por el hombre, como la artificialización del lecho, que ha eliminado parte del ecosistema y ha incrementado la escorrentía. Solo el torrente de Ternelles y los de la cuenca de Sóller-Fornalutx, por su estado de conservación y mayor permanencia del agua, mantienen comunidades estables.

Los tramos finales de los torrentes y la surgencia de algunas fuentes, como por ejemplo la fuente de Sant Joan en la albufera de Mallorca, dan lugar a las aguas de transición. Simplificándolo mucho, hablaríamos de pequeñas lagunas litorales y de zonas húmedas mayores como la albufera de Es Grau, la albufera de Mallorca o S'Albufereta. Las primeras se forman en los tramos finales de los torrentes, separadas del mar por una barra de arena. En general, son ambientes eutróficos por los vertidos incontrolados incluso de alguna depuradora, con un estado ecológico deficiente, y el hecho que la época cálida se alargue y se incremente la temperatura, asociado al calentamiento global,



puede favorecer el déficit de oxígeno y los procesos anaeróbicos que producen malos olores y afectan negativamente a las comunidades bentónicas. En cuanto a las albuferas, los dos problemas para su conservación que potenciará un cambio climático son: la salinización propiciada por la carencia de agua de origen epicontinental, que inclina el balance agua dulce - agua marina hacia la salinización progresiva de todo el ecosistema, y las perturbaciones introducidas por las riadas, perjudiciales si se producen de manera continua, porque reducen o eliminan la importante acción de filtro que tienen estos ecosistemas, reteniendo parte de los compuestos de nitrógeno, fósforo y materia orgánica que llegan de tierra y los procesan en forma de biomasa de macrófitos, de modo que evitan la llegada de los nutrientes que propician la eutrofización de los ecosistemas litorales. La carencia de agua y la entrada de agua torrencial también afectan a las comunidades de estos ecosistemas.

En diferentes puntos de las Islas hay pequeños charcos de agua que se llenan en la época de lluvia y la mantienen hasta la primavera o el verano. Son ecosistemas temporales, singulares y frágiles, que tienen una larga historia de permanencia en el tiempo y gran interés limnológico, tanto desde una perspectiva química como botánica y zoológica, donde encontramos una rica flora con especies endémicas. La conservación de estos ecosistemas va ligada a las condiciones propias del clima mediterráneo, y cualquier cambio que afecte el ciclo natural del agua puede suponer la desaparición de las ricas comunidades que acogen.

En Mallorca hay los dos únicos ecosistemas de aguas permanentes de las Balears, los embalses de Cúber y Gorg Blau, ubicados en la sierra de Tramuntana y construidos al final de la década de los sesenta para suministrar agua en Palma. Son sistemas oligotróficos por la carencia de entradas de nutrientes de origen agrícola, urbano o industrial. El incremento de las sequías y las variaciones del nivel del agua que llevan asociadas favorecen la erosión de las vertientes y la acumulación de sedimentos. La reducción de la profundidad se traduce en una mayor disponibilidad de luz y de nutrientes, y, por lo tanto, en el incremento de la producción primaria del fitoplancton y de los macrófitos y de la materia orgánica que se acumula en el sedimento, con la problemática que esto comporta de anoxia durante la época de estratificación, o incluso todo el año, y la aparición de condiciones reductoras que facilitan la disolución de fósforo, el principal actor de los procesos de eutrofización en los ecosistemas de agua dulce.

Los ecosistemas acuáticos no marinos de las Illes Balears tienen una gran vulnerabilidad a variaciones en el ciclo natural del agua, por lo que se verán afectados por el aumento del estrés hídrico derivado del cambio climático.

3.3. Efectos del cambio climático sobre ecosistemas marinos

3.3.1. Pérdida de biodiversidad

3.3.1.1. Hábitat clave: 'Posidonia oceanica'

La fanerógama marina posidonia (*Posidonia oceanica*) es una planta endémica del Mediterráneo que se distribuye desde la superficie hasta los 40 metros de profundidad. Tiene capacidad para formar extensas praderías que constituyen una de las comunidades más productivas del ecosistema litoral, por su elevada producción primaria; por la fauna residente que alberga; por su función como refugio de alevines, juveniles y adultos de numerosas especies de peces, algunas de ellas de interés



comercial, y su capacidad para exportar materia orgánica mediante sus restos muertos. Estas praderías se conocen popularmente en catalán como *alguers* o *es negre*. Las Balears son la comunidad autónoma que posee más superficie de praderías de *Posidonia oceanica*, con un 50 % del total inventariado en el Estado.

Las praderías de *Posidonia oceanica* son vulnerables al cambio climático, puesto que las condiciones térmicas extremas estresan fisiológicamente a la planta, estimulan la actividad bacteriana del sedimento y facilitan cambios en la biodiversidad del ecosistema, que provocan, por ejemplo, modificaciones de la red trófica. Las temperaturas proyectadas para las próximas décadas bajo un escenario de emisiones moderado serían suficientes para deteriorar gravemente las praderías de las Balears. Los estudios sugieren que a mediados del siglo XXI podría quedar menos del 10 %. Por lo tanto, el calentamiento global condiciona su futuro, su biodiversidad y sus funciones de ecosistema.

3.3.1.2. Comunidades bentónicas de filtradores

Las condiciones de verano en el Mediterráneo se caracterizan por altas temperaturas y baja disponibilidad de alimento. El aumento de temperatura favorece la estratificación, lo que provoca una reducción en la aportación de alimento en los organismos bentónicos filtradores, como, por ejemplo, las gorgonias. Una mayor estratificación implica más dificultad para los movimientos verticales dentro de la columna de agua y, por lo tanto, una reducción en la llegada de partículas al fondo, lo que reduce la disponibilidad de alimento para estos organismos. Durante el verano, muchos organismos filtradores bentónicos entran en estado latente debido a las restricciones energéticas. El aumento de temperatura de los últimos 33 años ha producido un incremento en la estratificación, lo que ha alargado las condiciones de verano en un 40 % y ha afectado a muchos de procesos biológicos. Mortalidades elevadas de invertebrados, como, por ejemplo, gorgonias, se han ligado al efecto combinado del aumento de temperatura y el incremento en la duración de la estratificación, que produce inanición en las comunidades bentónicas filtradoras por la reducción en las aportaciones de alimento. Se espera que el calentamiento global agrave estos acontecimientos, que se podrían repetir más a menudo.

El aumento de temperatura podría producir la extinción funcional de las praderías de *Posidonia oceanica* y los acontecimientos de mortalidad elevados de invertebrados marinos.

3.3.2. Pérdida de funciones de los ecosistemas

Las praderías de macrófitos marinos son uno de los ecosistemas costeros más importantes y constituyen, probablemente, el único reservorio de carbono azul del Mediterráneo. Proveen una serie de servicios ecosistémicos que pueden ayudar a mitigar algunos de los efectos del cambio global (calentamiento, acidificación, hipoxia). También aportan un gran número de servicios ecosistémicos esenciales para la vida marina, la economía y el bienestar de las personas. Entre estos servicios ecosistémicos destacan la oxigenación de las aguas, la captación de carbono, la protección frente a la erosión costera, servir de hábitat para un gran número de especies, la retención de partículas y el amortiguamiento de la fuerza de las olas.

Las praderías de macrófitos están en declive a nivel mundial con una tasa de pérdida de un 30 % desde la Segunda Guerra Mundial. Este declive está asociado a impactos de carácter local



(eutrofización, invasiones biológicas, disrupción mecánica), a pesar de que también son vulnerables a impactos de carácter global (calentamiento, acidificación, hipoxia) y son precisamente estos algunos de los impactos que los macrófitos tienen la capacidad de mitigar. La pérdida (o cambio en la composición) de la vegetación marina alterará la capacidad de entierro de carbono y el riesgo de liberación del carbono almacenado históricamente, el metabolismo, y el flujo de carbono orgánico e inorgánico también afectará la capacidad de taponar los efectos de la acidificación de las aguas en ecosistemas costeros, que impactará en los organismos calcificantes. La pérdida de las praderías de posidonia causada por el cambio climático tendría como consecuencia la pérdida de todos los servicios ecosistémicos que nos reporta (figura 1).

Uno de los principales servicios ecosistémicos que proporcionan las praderías de *P. oceanica* es su capacidad de retención de carbono, puesto que funcionan como importantes alcantarillas de carbono y ayudan a paliar el calentamiento global. Las praderías de fanerógamas marinas, a pesar de su extensión limitada, entierran globalmente entre el 10 % y el 15 % de todo el carbono enterrado a los océanos. En el mar Mediterráneo son, probablemente, el único ecosistema marino que actúa como alcantarilla de carbono. Los depósitos de carbono acumulados durante milenios en el sedimento de las praderías de *P. oceanica* pueden llegar a los 6 metros de altura y están formados por carbono capturado metabólicamente por la comunidad y carbono procedente de fuentes alóctonas que han sedimentado en la pradería. La pérdida de praderías aumenta el riesgo de erosión de los depósitos de carbono históricos acumulados en el sedimento y se podría emitir como CO₂ a la atmósfera.

La posidonia produce oxígeno mediante la fotosíntesis, que no se debe solamente a la planta, sino también a la comunidad de algas epífitas que viven sobre ella. Las praderías de *Posidonia oceanica* tienen una gran producción primaria, con una elaboración de oxígeno también muy elevada. Por ejemplo, una pradería a 10 metros de profundidad en Córcega producía 14 litros de oxígeno por metro cuadrado y día. El efecto combinado de calentamiento global y una potencial pérdida de las praderías de posidonia tiene como consecuencia la disminución de la concentración de oxígeno disuelto a nivel global. Por ejemplo, se ha visto que la probabilidad de hipoxia (concentraciones de oxígeno insuficientes para sustentar la vida marina) aumenta con el incremento de temperatura en ecosistemas mediterráneos dominados por la macroalga *Caulerpa prolifera*. Los organismos pluricelulares marinos requieren oxígeno para vivir y su disminución puede poner en peligro la biodiversidad marina. De hecho, la falta de oxígeno está surgiendo como una de las principales amenazas para la vida marina. El calentamiento puede agravar los efectos negativos de la falta de oxígeno en las comunidades costeras, puesto que los organismos requerirán concentraciones más elevadas para su metabolismo, al mismo tiempo que el oxígeno disminuirá. Las praderías de *Posidonia oceanica* oxigenan las aguas y ayudan a evitar los episodios de hipoxia, y contribuyen de este modo a mantener la biodiversidad en las zonas costeras y actúan como refugio de especies móviles durante los episodios de falta de oxígeno. Una pérdida de las praderías de posidonia tendría como consecuencia una disminución en la concentración de oxígeno disuelto en zonas costeras y podría llevar a una importante pérdida de biodiversidad.

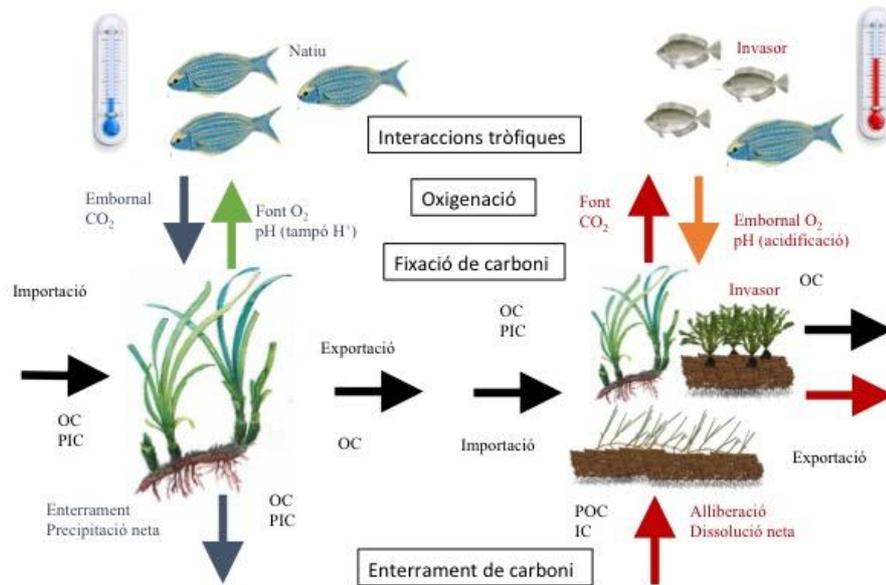


Figura 1. Cambios en funciones de servicios ecosistémicos. OC = Carbono orgánico, IC = Carbono inorgánico, POC = Carbono orgánico particulado, *Sarpa salpa*, *Siganus sp.* mata morta de *Posidonia oceanica*, *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, macro-alga invasora *Halimeda incrassata*

La pradería de posidonia alberga una gran variedad de especies animales y vegetales y forma una de las comunidades más diversas de la zona litoral del Mediterráneo, con más de 700 especies de diferentes grupos taxonómicos. Una eventual pérdida de las praderías de *Posidonia oceanica* por culpa del cambio climático tendría consecuencias graves para la biodiversidad marina. Las zonas anteriormente ocupadas por praderías de posidonia se podrían sustituir por otras comunidades de macrófitos marinos, como, por ejemplo, la planta superior *Cymodocea nodosa*, que tiene más resistencia a la temperatura. *Cymodocea nodosa* tiene una talla mucho más pequeña y la comunidad asociada a este hábitat es más pobre que la que vive asociada a las praderías de posidonia. Por lo tanto, hay que esperar una reducción importante de la biodiversidad con una eventual pérdida de las praderías de posidonia.

Las praderías de *Posidonia oceanica* son importantes productores de arena. En Mallorca, el 67 % de los sedimentos litorales son de origen biológico y los *alguers* juegan un papel muy importante en esta producción de arena biogénica. Una parte importante de los organismos, tanto de origen animal como vegetal, epífitos (que viven sobre la planta de posidonia), tienen esqueleto carbonatado (briozoos, foraminíferos, coralináceas...) y cuando las hojas mueren estos esqueletos carbonatados se fragmentan junto con las hojas de posidonia y forman las partículas que constituyen los granos de arena. Otros organismos que viven asociados a las praderías también son constituyentes del sedimento: almejas de moluscos, erizos, algas calcáreas y otros organismos, al morir y fragmentarse, también pasan a formar parte de la arena de las playas. Se calcula que las praderías de *Posidonia oceanica* producen al año entre 60 y 70 gramos de carbonatos por metro cuadrado.



Las praderías de posidonia tienen un efecto muy importante en la protección del litoral. La hojarasca que se acumula en las playas durante el otoño y el invierno actúa como barrera física que impide la erosión de las playas, puesto que fija el sedimento y evita que los temporales se lleven la arena mar adentro. Las praderías de *Posidonia oceanica* amortiguan la fuerza de las oleadas, disminuyendo la altura de las olas y reduciendo su velocidad. Las hojas de la posidonia disipan la energía de las olas e impiden la resuspensión y erosión de los sedimentos, puesto que así esta energía no llega a actuar sobre los sedimentos. La tasa de erosión de sedimentos bajo un dosel de posidonia es entre 4 y 6 veces inferior que en zonas sin su presencia. Así, el agua dentro de la pradería está enriquecida en partículas en comparación con el agua de fuera de la pradera. Los rizomas de *Posidonia oceanica* fijan el sedimento y dan lugar a estructuras como la mata o lo escoge-barrera, que amortiguan la acción de las oleadas. Esta capacidad de retención de partículas y sedimentos favorece la transparencia de las aguas. En las Baleares podemos agradecer a las praderías de *Posidonia oceanica* el hecho de tener esta transparencia del agua incomparable y que atrae a tantos turistas. Con una pérdida de las praderías de posidonia, las costas serían más vulnerables a la erosión, con un aumento en la velocidad e intensidad del oleaje que llega a la playa, y una disminución considerable de la transparencia de las aguas, con las posibles consecuencias negativas sobre el turismo.

A pesar de que las predicciones sobre la sensibilidad biótica al cambio climático suelen centrarse en los efectos directos del calentamiento sobre las especies, el aumento de temperatura también modificará la naturaleza de las interacciones entre especies que forman parte de una comunidad, lo que tendrá un impacto fundamental en la estructura y el funcionamiento de las praderías submarinas y sus ecosistemas. El calentamiento potencialmente puede alterar las interacciones bióticas mediante dos procesos: (1) por la creación de nuevas interacciones bióticas debidas a la entrada a la comunidad de nuevas especies de afinidad a aguas más cálidas y (2) mediante el cambio en la naturaleza o fuerza de las interacciones existentes debido a las diferencias relativas en las respuestas al calentamiento de especies que interactúan (por ejemplo, sus tasas metabólicas). Si las tasas metabólicas de especies que interactúan responden de manera diferente al calentamiento se podrían desencadenar efectos que refuercen o disminuyan la “resiliencia” (la resistencia a impactos y capacidad de recuperación) de toda la comunidad. Aunque la composición demográfica de las especies que interactúan y las reacciones compensatorias que se generan influyen en los cambios en la comunidad, se está viendo que las interacciones entre especies pueden jugar un papel clave en la biodiversidad marina en condiciones de calentamiento global, con consecuencias importantes en todos los niveles biológicos, desde individuos hasta ecosistemas.

Una pérdida de las praderías de *Posidonia oceanica* debido al calentamiento global provocaría una pérdida de los servicios ecosistémicos que nos proporcionan: fijación y entierro de carbono, oxigenación de las aguas, protección costera. El calentamiento global modificará la naturaleza de las interacciones entre especies que forman parte de una comunidad.

3.3.3. Consecuencias adicionales del aumento de CO₂

Niveles elevados de pCO₂ también pueden afectar a otros procesos, como, por ejemplo, la hipercapnia, que puede provocar acidosis en algunos organismos y afectar a sus procesos fisiológicos. Los cambios previstos en la química del carbonato del agua marina afectan directamente a la capacidad de los organismos calcificadores de depositar sus estructuras calcáreas y podría afectar negativamente a estos tipos de organismos, como, por ejemplo, moluscos o cocolitóforos.



El incremento en la concentración de CO₂ provoca la acidificación de los océanos, que puede tener consecuencias negativas sobre los organismos calcificadores.

3.3.4. Especies invasoras

El calentamiento del mar Mediterráneo está favoreciendo el asentamiento y la proliferación de especies exóticas de origen tropical y subtropical, algunas de las cuales con carácter invasor (por ejemplo, *Halophila stipulacea*, *Lophocladia lallemandii*, *Halimeda incrassata* y *Caulerpa cylindracea*). Las especies exóticas entran en el Mediterráneo principalmente por el canal de Suez activamente o pasivamente, o por el estrecho de Gibraltar; también se han asociado al tráfico marino y a la acuicultura. Otro ejemplo son dos especies exóticas de peces herbívoros, *Siganus luridus* y *Siganus rivulatus*, que son ya abundantes en la zona este del Mediterráneo y que son responsables, entre otros, de una transformación importante de los escollos rocosos, puesto que consumen las macroalgas estructurales y previenen el establecimiento de nuevas algas en la roca, lo que deja extensas zonas deforestadas. En la actualidad, la tolerancia térmica de estas especies limita su presencia en el sudeste mediterráneo, pero se prevé que continúe su expansión hacia el oeste a medida que avanzan las isothermas y, por lo tanto, la tropicalización del Mediterráneo; es decir, la modificación de la biodiversidad mediterránea por la rápida proliferación de especies marinas de origen tropical y subtropical. La ampliación del canal de Suez que está realizando el gobierno egipcio, que se estima que permitirá doblar el tránsito marítimo actual en 2023, podría acelerar este proceso.

La macroalga invasora *Halimeda incrassata* (*Bryopsidales*, *Chlorophyta*) se localizó por primera vez en el Mediterráneo en 2011 en hábitats arenosos poco profundos de la bahía de Palma. Es un alga de origen tropical que se ha extendido rápidamente en aguas de Mallorca. Tiene el potencial para cambiar el funcionamiento de los ecosistemas costeros poco profundos, puesto que produce una gran cantidad de materia orgánica y carbonato cálcico, y contribuye notablemente a la formación de sedimentos y praderas densas de crecimiento rápido durante el verano.

La proliferación de especies invasoras se puede ver favorecida por el calentamiento global. Las especies invasoras tienen el potencial de cambiar los procesos biogeoquímicos y las interacciones tróficas dentro de la comunidad.

3.3.5. Migración de organismos (siguiendo isothermas)

Desde 1960, el cambio climático ha provocado la migración global de las isothermas del océano a una velocidad media de 21,7 km/década. En los sistemas marinos europeos, la velocidad del cambio climático en zonas como el mar Mediterráneo y el mar del Norte ha excedido, incluso, los 50 km/década. Estas velocidades corresponden a un calentamiento por encima de los 1,15 °C en las últimas tres décadas y, cada vez más, se ven acentuadas por olas de calor extremas, que hacen de Europa un *hotspot* mundial de los impactos del cambio climático en el mar. La alta velocidad del calentamiento de los océanos está provocando una redistribución global de la biodiversidad con cambios en el rango de distribución de especies que sucede entre 1,5 y 5 veces más rápido en el mar que en la tierra, y rompe así fronteras biogeográficas hasta ahora estables. Estos cambios presentan un riesgo fundamental para la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas marinos actuales



por la creación de comunidades nuevas y el cambio de procesos fundamentales en cuanto al aspecto fisiológico, demográfico y de comunidad.

El calentamiento provoca la migración de los organismos hacia latitudes mayores, con el riesgo para la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas marinos actuales.

4. Impactos sobre recursos hídricos, infraestructuras y energía

4.1. Recursos hídricos

4.1.1. Disminución de la disponibilidad de agua

El informe del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) prevé una reducción de entre un 20 % y un 40 % de la escorrentía anual en la zona del Mediterráneo donde se ubican las Illes Balears. Por lo tanto, los efectos del cambio climático pueden agravar la situación en las regiones que ya afrontan sequías frecuentes en combinación con bajos niveles de recursos hídricos. En el caso de las Illes Balears, pueden empeorar los desequilibrios entre la demanda y los recursos hídricos disponibles. A su vez, y debido al crecimiento económico previsto en el área de Europa occidental, se prevén incrementos significativos de la demanda de agua en los sectores residencial, de los servicios e industrial. Todo esto hace que, para la década de 2070, las previsiones de disponibilidad de agua en función de las extracciones puedan ser inferiores a las actuales.

4.1.2. Demanda estacional de los recursos hídricos

Las reservas hídricas de las Illes Balears presentan los valores mínimos durante los meses centrales del verano, con el mínimo absoluto en el mes de agosto coincidiendo con la máxima actividad turística, mientras que los máximos de reservas hídricas se corresponden con los meses de invierno. Los valores típicos de reservas hídricas en los meses centrales del verano, con un ciclo de lluvias estándar, se encuentran en una horquilla del 50-60 %, y en periodos de sequía llegan a caer por debajo del 50 %. Al mismo tiempo, es muy conocido que el turismo y sus servicios asociados son uno de los contribuyentes importantes a la demanda local de agua. Esto es un hecho significativo en las Illes Balears, puesto que son anualmente visitadas por millones de turistas, y en especial a lo largo de los meses centrales del verano. Concretamente, el mes de agosto de 2016, coincidiendo con el periodo álgido de la última sequía que han sufrido las Illes Balears, llegaron por vía aérea o marítima un total de 3.711.673 visitantes, lo que coincidió con el mínimo de reservas hídricas (40 %). Por otro lado, la demanda de agua para satisfacer las necesidades humanas básicas asciende a unos 50 litros por persona y día, y la población de las Illes Balears es de 1.115.999 (según el padrón de 2017). El hecho que esta población se duplique durante los meses centrales de la temporada turística (mayo-septiembre) implica un incremento de la demanda mensual de entre 0,9 y 1,4 hm³, sobre una demanda base de 1,7 hm³ de la población empadronada. Se espera que los posibles efectos del cambio climático compliquen todavía más esta situación.



4.1.3. Impactos sobre el sistema de recogida y distribución de agua

Los impactos del cambio climático sobre los sistemas de distribución y recolección de agua pueden ser muy diversos, a pesar de que hay que decir que muchos de ellos no han sido todavía analizados científicamente. Concretamente, en el cuadro 5.1 se presenta la compilación de los principales impactos esperados sobre los sistemas de abastecimiento de agua potable y de recogida de aguas pluviales.

Cuadro 5.1: Impactos del cambio climático sobre los sistemas de suministro y recogida de agua	
Posible efecto del cambio climático	Impactos sobre las infraestructuras
Subida del nivel del mar	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la disponibilidad y la calidad del suministro de agua por la entrada de agua salada a los acuíferos subterráneos y en las redes de distribución. • Aumento de los costes de mantenimiento de redes de distribución debido a la intrusión de agua salada. • Aumento de los costes de mantenimiento, operación y reparación de las infraestructuras y redes, como es el caso de las plantas de desalinización expuestas a posibles inundaciones. • Aumento de los costes de operación de las redes de drenaje, puesto que el aumento del nivel del mar reduciría la efectividad de los sistemas de drenaje por gravedad, lo que obligaría a instalar sistemas de bombeo para el transporte y la descarga del agua de lluvia.
Aumento de la intensidad en las precipitaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la capacidad de los embalses debido al aumento de los flujos de tierra y la erosión. • Aumento de los costes de operación y mantenimiento de plantas de tratamiento, puesto que los flujos de agua incorporarán niveles superiores de sólidos suspendidos y otros contaminantes. • Aumento de los costes derivados de los daños que se pueden dar en las plantas de tratamiento de agua expuestas a riesgos de inundación. • Aumento de los costes de mantenimiento y reparación de la distribución debido al aumento de los peligros de la erosión causados por los flujos de tierra superficiales. • Disminución en la recarga de los acuíferos subterráneos, puesto que la precipitación intensa supera la capacidad de infiltración del suelo, y, en consecuencia, aumenta la posibilidad de corrimientos de tierra. • Inundación de las infraestructuras y de los inmuebles cercanos a estas infraestructuras causada por los desbordamientos de los sistemas de aguas pluviales. • Vertidos causados por desbordamientos de aguas pluviales. • Aumento de los daños asociados a la inundación, que requerirá que los gobiernos locales actualicen todos sus sistemas de aguas pluviales con objeto de dar respuesta al aumento de la probabilidad de acontecimientos de lluvias extremas y que tendrá un coste asociado considerable.
Reducción global de las precipitaciones y	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la disponibilidad y calidad del suministro de agua debido a la reducción del caudal de reposición y el aumento de las concentraciones de



aumento del estrés hídrico	contaminación en los depósitos de agua. <ul style="list-style-type: none"> ● Reducción de los niveles de los acuíferos subterráneos debido a la recarga limitada. ● Aumento de la penetración de las aguas salinas a acuíferos, lo que puede reducir la calidad del suministro. ● Aumento de los costes de operación, mantenimiento y reparación de los sistemas de tratamiento de aguas debido al tratamiento de aguas de peor calidad. ● Aumento de los costes de operación, mantenimiento y reparación de las redes de distribución a medida que disminuye la humedad del suelo y aumenta la intrusión salina. ● Aumento de los costes de mantenimiento y reparación debido a la reducción de la humedad del suelo y el bajo flujo de agua por las cañerías, lo que conducirá a la degradación de las redes de drenaje.
----------------------------	---

Los efectos del cambio climático pueden empeorar los desequilibrios entre la demanda y los recursos hídricos disponibles.

4.2. Infraestructuras

Las infraestructuras, que incluyen todo el patrimonio construido de obra pública y edificación, constituyen elementos transversales ligados a todos los otros campos considerados, como son los recursos hídricos, la energía, el turismo, la salud, la economía, el transporte, etc. Estas infraestructuras, por sí mismas, también son susceptibles de sufrir los impactos del cambio climático, tal como se resume en el cuadro 5.2. En este cuadro, los impactos se han relacionado, por simplicidad, con un único posible efecto del cambio climático, si bien algunos de estos impactos suelen relacionarse con varios de los efectos. Además, solo se recogen los impactos negativos sobre las infraestructuras, puesto que son los que requerirán procesos de adaptación y/o mitigación. Finalmente, se debe mencionar que el cuadro 5.2 resume de manera simplificada los impactos de los posibles efectos del cambio climático que con más probabilidad se producirán en las Illes Balears, y no se han considerado posibles efectos de baja probabilidad, como, por ejemplo, un aumento de la intensidad en las precipitaciones, vientos o nevadas.

Cuadro 5.2: Principales impactos del cambio climático sobre las infraestructuras	
Posible efecto del cambio climático	Impactos sobre las infraestructuras
Reducción global de las precipitaciones	<ul style="list-style-type: none"> ● Aumento del riesgo de incendio principalmente en núcleos pequeños de población en áreas rurales. ● Dimensionado de infraestructuras ligadas al abastecimiento de agua potable inadecuado frente a la sequía.
Aumento del CO ₂ atmosférico	<ul style="list-style-type: none"> ● Aumento de la corrosión en estructuras de hormigón por carbonatación.
Aumento de la	<ul style="list-style-type: none"> ● Aumento del deterioro de infraestructuras (juntas de expansión, pandeo de vías)



temperatura media	de tren, fisuras en estructuras de hormigón) por deformaciones térmicas. <ul style="list-style-type: none"> ● Aumento de la velocidad de corrosión en las estructuras de acero, de hormigón o conectores en estructuras de madera.
Subida del nivel del mar	<ul style="list-style-type: none"> ● Necesidad de adaptación de los puertos y otras obras marítimas. ● Aumento del nivel freático y de la salinización del agua en el subsuelo. ● Problemas de durabilidad en los fundamentos de las edificaciones cercanas al mar. ● Problemas ligados a pequeños movimientos en los fundamentos por cambio de nivel freático. ● Pérdida de funcionalidad del alcantarillado en las zonas costeras.

La reducción global de las precipitaciones comporta un aumento del riesgo de incendio, principalmente en núcleos pequeños de población en áreas rurales, pero también en otros entornos, y, incluso, un aumento del riesgo de incendios fortuitos durante la misma construcción de las infraestructuras. Además, en cuanto a las infraestructuras para el abastecimiento de agua, el riesgo de sequías en determinadas épocas puede comportar la necesidad de redimensionar estas infraestructuras que se relacionan por falta de capacidad interanual.

Por otro lado, la primera causa del cambio climático, el aumento de la concentración del CO₂ en la atmósfera, supone un impacto directo sobre la vida útil de las estructuras de hormigón. Este material tiende a absorber moléculas de CO₂ presentes en el aire a lo largo de su vida, lo que produce internamente un proceso denominado carbonatación, que supone la reducción del pH de la pasta de cemento y a la posterior corrosión de las armaduras, que pierden su pasivación inicial producida gracias al elevado pH inicial del hormigón. Por lo tanto, un aumento de la concentración de CO₂ supone un incremento de la velocidad de la carbonatación y del deterioro de las infraestructuras existentes. Además, el aumento de la temperatura media también puede implicar aumentos significativos de la velocidad de la corrosión de las armaduras, no solo por la carbonatación, sino también debido a la corrosión por cloruros, que es un problema de especial relevancia en el caso de las Islas por la presencia del agua de mar en todo el litoral, las zonas generalmente más construidas.

Si bien el fenómeno de la corrosión puede parecer un efecto menor a pequeña escala, se debe considerar que las estimaciones actuales indican que el coste mundial de la corrosión equivale al 3-4 % del PIB de los países industrializados, o 1,45 billones de euros. Por lo tanto, como que los costes directos e indirectos de la corrosión son inmensos, una pequeña aceleración del proceso de la corrosión puede suponer un incremento de gasto muy elevado a nivel global. Si bien no se han encontrado estudios localizados en el Mediterráneo, investigaciones australianas apuntan que, en caso de no tomar medidas, se podría producir un aumento de daños por corrosión debido a la carbonatación de hasta el 400 % en 2100 para zonas de clima templado de Australia y un 15 % de aumento de daños por corrosión debido a los cloruros. Otros estudios indican que habrá un 115 % de incremento de riesgos de daños ligados a la carbonatación en la región de los Cárpatos.

El aumento de las temperaturas medias y del diferencial de temperaturas entre verano e invierno también podría llevar a un aumento del deterioro de las infraestructuras por dilataciones y contracciones térmicas, daños que se producen principalmente en juntas de expansión, en el pandeo de vías de tren y fisuras en estructuras de hormigón, entre otros.

La subida del nivel del mar reducirá la altura de la cota de coronación de los diques, además de un aumento de calado. Por lo tanto, aumentará el riesgo de fallo del dique por el hecho de quedar



desprotegido por olas superiores a las máximas previstas a la hora de determinar su dimensionado, y aumentarán los esfuerzos que tendrá que resistir. Otros problemas de la subida del nivel del mar ligados a las infraestructuras pueden ser el aumento del nivel freático y la salinización del agua en el subsuelo (ligado a recursos hídricos) y a la pérdida de funcionalidad del alcantarillado en las zonas costeras (saneamiento).

Finalmente, las construcciones cercanas al mar pueden experimentar problemas de durabilidad en los fundamentos, o en otros elementos de planta baja, por capilaridad o problemas ligados a pequeños movimientos en los fundamentos por cambios del nivel freático.

El calentamiento global tendrá varios impactos destacados en cuanto a las infraestructuras. Entre otros, el aumento de temperaturas y del estrés hídrico provocarán un aumento del riesgo de incendios, y la concentración superior de CO₂ en la atmósfera impactará sobre la vida útil de las estructuras de hormigón.

4.3. Energía

Las previsiones climáticas muestran que el clima mediterráneo se volverá más cálido, lo que conducirá a una reducción de la demanda energética invernal y a un aumento de la demanda estival, vinculada al uso masivo de los sistemas de climatización, que, a su vez, muy probablemente, conducirá a la aparición de puntas muy superiores a la demanda media durante los diferentes periodos horarios, a pesar de que, seguramente, la demanda media anual permanecerá prácticamente constante. En este contexto, es muy posible que se necesite instalar capacidad adicional de generación o aplicar políticas activas de ahorro energético para minimizar estos picos, más allá de lo estrictamente necesario para el crecimiento económico subyacente.

4.3.1. Impactos sobre el sistema de generación y distribución eléctrica

El clima tiene un impacto significativo sobre el mercado eléctrico, puesto que la demanda de energía está vinculada a diferentes factores socioeconómicos, efectos estacionales, mensuales y diarios, y a diferentes variables ambientales, fundamentalmente la temperatura del aire, cuya variable presenta una relación no lineal. A su vez, diferentes estudios muestran como la demanda energética relacionada con la refrigeración de los edificios en el área mediterránea se incrementará de manera significativa durante las noches de verano, mientras que se reducirá durante los periodos invernales la demanda de calefacción. En la práctica, esto implicará, fundamentalmente, puntas de demanda de energía final en los sectores residencial y servicios, que en las Balears representan un 33,1 %, solo superados por el sector transporte, que demanda un 58 % de la energía final.

4.3.2. Impacto energético de la desalinización

La desalinización se ha convertido, en las últimas décadas, en el recurso hídrico no convencional más importante en muchos territorios costeros con escasez de agua. Según la International Desalination Association (IDA), actualmente la producción agua desalinizada a nivel mundial es de la orden de 92,6 millones de m³/día, en un contexto en el que las tecnologías de desalinización existentes se pueden clasificar en dos familias principales: los procesos basados en la evaporación y los procesos basados en membranas. Debido al gran consumo energético que presentan las tecnologías basadas en la evaporación del agua salada, actualmente las basadas en membrana, energéticamente más



eficientes, son las predominantes a nivel mundial. Concretamente, las basadas en ósmosis inversa son empleadas en el 65 % de la capacidad mundial de desalinización instalada. Actualmente, en las Illes Balears hay seis desaladoras en funcionamiento (tres en Mallorca, dos en Eivissa y una en Formentera) y dos de adicionales en diferentes fases de puesta en servicio (una en Menorca, en Ciutadella, y una en Eivissa, en Santa Eulària des Riu), todas basadas en la tecnología de ósmosis inversa.

El consumo energético de una planta de desalinización depende de los sistemas que la componen. El consumo del sistema de ósmosis inversa depende en gran medida del grado de salinidad del agua con que se abastece una planta, la relación de recuperación, la eficiencia del sistema de bombeo y la eficiencia de los sistemas de recuperación de energía, y el consumo de este proceso oscila entre los 1,7 y 2,5 KWH/m³, que, combinado con el resto de consumos adicionales, hace que el consumo real de una planta de desalinización se encuentre en una horquilla de 2,0-4,0 kWh/m³. Una gran planta de desalinización (>100.000 m³/día) puede consumir alrededor de los 3,71 kWh/m³, mientras que, en instalaciones más pequeñas o no operadas convenientemente, el consumo energético puede fluctuar en una horquilla de 3,0-7,0 kWh/m³. Hay que remarcar que la energía necesaria para desalinizar el agua del mar para proveer un hogar medio se encuentra alrededor de los 2.000 kWh/año, un consumo inferior al de una nevera doméstica.

Si se analiza la serie temporal de la producción de agua desalinizada para el abastecimiento urbano en las Illes Balears para el periodo 1999-2017, y suponiendo un consumo medio de 5 kWh/m³ para el conjunto de plantas en funcionamiento, se puede estimar la evolución del consumo energético anual destinado a la desalinización de agua en las Islas. Así, se aprecia que el consumo eléctrico medio destinado a la desalinización puede fluctuar hasta un 37,4 % en el conjunto de las Balears, dependiendo del año hidrológico. Concretamente, la demanda energética derivada de la desalinización puede llegar a fluctuar un 58,6 % en la isla de Mallorca, un 31,6 % en Eivissa y un 20,4 % en Formentera, lo que, a su vez, tiene un impacto directo sobre las necesidades energéticas en el territorio. Si se analizan los datos del año 2016, en el punto álgido de la última sequía sufrida en las Illes Balears, el incremento de la demanda energética destinada en la desalinización fue del 58 %, y llegó a representar el 2,6 % de la demanda eléctrica anual del conjunto de la comunidad. Este consumo, pequeño *a priori*, resultó ser, en 2016, 1,18 veces más elevado que el total de la generación de origen renovable (eólica y solar fotovoltaica) en las Balears, que fue de 126.170,65 MWh.

Aumentarán las puntas de demanda de energía en los meses de verano debido al aumento de las temperaturas.

5. Impactos sobre el ser humano

5.1. Impactos sobre la salud

Cada vez son más los estudios que analizan la relación entre los impactos del cambio climático y la salud. Un estudio comisionado por el Climate Vulnerable Forum relacionó 400.000 muertos anuales con este fenómeno. La OMS ha estimado que, entre 2030 y 2050, el cambio climático provocará 250.000 muertos adicionales debido a la malnutrición, la malaria, las diarreas y el estrés por calor. Del mismo modo, el cambio climático amenaza la disponibilidad de agua y la higiene, el alimento, la salud y la vivienda, lo que puede tener efectos indirectos en la cultura y el desarrollo de los pueblos.



Los principales impactos sobre la salud provocados por el cambio climático que se han identificado son las olas de calor más intensas, los incendios, el descenso de la disponibilidad de alimentos, el aumento de las enfermedades transmitidas por vectores, el incremento de la desnutrición, la pérdida de capacidad de trabajo y el aumento de conflictos sociales derivados de la carencia de recursos. En España, en 2016 se publicaron los principales indicadores que permiten medir el impacto del cambio climático sobre la salud. Estos indicadores incluyen las temperaturas y acontecimientos climáticos extremos, las enfermedades de transmisión vectorial, la calidad del agua y la calidad del aire.

5.1.1. Impactos directos sobre la salud

5.1.1.1. Olas de calor y frío

Actualmente, estudios llevados a cabo en Europa y el norte de África han mostrado que las olas de calor sufridas hasta ahora afectan preferentemente a la gente mayor con enfermedades cardiovasculares y respiratorias, y en especial a las mujeres, los enfermos mentales y los niños. De acuerdo con la OMS, el incremento de la temperatura y las olas de calor contribuirán al incremento de las muertes relacionadas con el calor en los mayores de 65 años. En general, se estima que entre 100 y 2.000 muertes adicionales son debidas a olas de calor, dependiendo del nivel de desarrollo del país. Por otro lado, las previsiones prevén cerca de 38.000 muertos adicionales para el año 2030 y 100.000 para el año 2150, principalmente en el sudeste asiático. Además, cabe añadir que las personas que viven en ambientes urbanos son más vulnerables por el efecto isla de calor que hacen los edificios de las ciudades. De hecho, los modelos desarrollados en este sentido indican que las ciudades más grandes de Europa y de los Estados Unidos en 2100 sufrirán incrementos en la severidad y frecuencia de las olas de calor.

Esto, junto con el hecho que la población envejecerá sustancialmente en las próximas décadas, con un incremento de hasta el 32 % de los mayores de 60 años en 2050, hará que la población en general sea más vulnerable a las olas de calor. Estos fenómenos ya han tenido algunos antecedentes, como, por ejemplo, la ola de calor sin precedentes experimentada en Europa en 2003. Mediante simulaciones se ha determinado que el cambio climático debido a causas antropogénicas incrementó la probabilidad de mortalidad por calor en un 70 % en París y en un 20 % en Londres. Por ejemplo, de las 735 muertes en verano de 2003 en París, 506 fueron atribuidas al cambio climático por causas antrópicas. En Portugal e Italia hubo, respectivamente, un 40 % y un 15 % más de muertes de las esperadas, mientras que en España la cifra llegó a las 6.500 defunciones, y en el conjunto de Europa a las 70.000, si se compara con las medias registradas en los cinco años anteriores. Las previsiones apuntan a que se producirá un aumento del 3 % en la mortalidad por cada grado que suba la temperatura máxima en ciudades del sur de Europa, incluyendo Valencia y Barcelona. En España se prevén los siguientes indicadores para medir el impacto de temperaturas y acontecimientos climáticos extremos: ingresos hospitalarios por golpes de calor, mortalidad por exposición a calor natural excesivo, exceso en la mortalidad observada y mortalidad por exposición a frío natural excesivo.

Las olas de calor también contribuyen a un incremento de la incidencia de las enfermedades cardiorrespiratorias, cerebrovasculares y respiratorias, en particular en personas que trabajan en el exterior, así como las que no cuentan con un sistema de climatización y quedan expuestas a golpes de calor extremos. Del mismo modo, se ha comprobado que episodios de elevadas temperaturas



provocan hasta un 8 % de aumento de los ingresos en hospitales (por ejemplo, Perú, Fiji) por casos de infecciones gastrointestinales.

En cuanto al frío, en general se reconoce un patrón de aumento de mortalidad, inicialmente relacionada con los brotes de gripe, pero parece que están implicados otros factores climáticos y socioculturales, como, por ejemplo, en el Reino Unido, donde últimamente se detectan 40.000 muertes extras anuales durante el invierno. En cuanto a las olas de frío, en muchos de países con climas templados se da más mortalidad en invierno (10-25 %), a causa, principalmente, de complicaciones con enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares, circulatorias y respiratorias. La mortalidad aumenta sustancialmente en los países con inviernos suaves, en los que se da una bajada significativa de las temperaturas y el tipo de ropa habitual no es adecuada. La gente mayor, generalmente por encima de los 75 años, es más vulnerable a las bajas temperaturas, con una tasa de mortalidad del 30 %. En el caso de las Balears, como se comenta en el capítulo 1, las olas de frío se reducirán y las temperaturas durante el invierno serán más elevadas, por lo que no se espera un impacto por frío sobre la salud.

5.1.1.2. Lluvias torrenciales y otros fenómenos atmosféricos extremos

Se estima que el cambio climático contribuye a episodios climáticos extremos como son las inundaciones. De hecho, entre 2005 y 2015, más de 1,5 billones de personas fueron afectadas por desastres naturales y se conoce que las inundaciones son la catástrofe natural más frecuente en todo el mundo (43 %). Otros efectos de los desastres naturales son los desplazamientos de las poblaciones. En los últimos siete años, 22,5 millones de personas se han desplazado como consecuencia de desastres naturales. Se considera que, a escala global, ha aumentado la incidencia de los desastres naturales, pero no por una frecuencia más alta, sino porque cada vez hay más poblaciones humanas en zonas de riesgo en países poco preparados para este tipo de fenómenos.

Las lluvias torrenciales favorecen la aparición de brotes epidémicos de enfermedades como por ejemplo leptospirosis, diarreas, infecciones víricas, meningitis, varicela, hepatitis viral y tos ferina, así como enfermedades transmitidas por vectores como la leishmaniosis, el dengue y la malaria. En concreto, la OMS estima que habrá 48.000 muertes adicionales de niños por debajo de los 15 años debido a diarreas y 60.000 muertos adicionales por malaria en 2030. Las regiones más afectadas serán África y el sudeste asiático. En cambio, el riesgo de inundaciones en países desarrollados está muy controlado, como sería el caso de las Balears, donde la previsión es que habrá menos episodios de lluvias torrenciales (ver punto 1). Estos países cuentan con buenas infraestructuras de saneamiento y sanitarias y, por lo tanto, se han detectado pocos episodios de aumentos de enfermedades después de inundaciones, como, por ejemplo, los brotes de leptospirosis en 1997 y en 2002 en la República Checa y otros episodios de escasa importancia registrados en Suecia, Finlandia y el Reino Unido.

En los países desarrollados, la morbilidad psicológica y el estrés postraumático tienen más importancia que las enfermedades transmisibles. De hecho, la pérdida de vivienda por fenómenos extremos o de personas queridas se ha valorado como una de las causas de cuadros de depresión, de estrés postraumático o de predisposición al suicidio.

5.1.1.3. Sequía



De acuerdo con la OMS, en 2100, 1.400 millones de personas más estarán expuestas a la sequía. Un aumento de la sequía por el cambio climático puede tener efectos tanto en el ámbito agrícola como en el socioeconómico. De hecho, el principal impacto identificado es la disminución de la producción agrícola, que puede desencadenar un colapso del mercado de alimentos de un país.

5.1.1.4. Incendios

Se estima que los incendios aumentarán como consecuencia del aumento de la temperatura, la disminución de la precipitación y los cambios en el tipo de vegetación. Los principales impactos de los incendios sobre la salud son las quemaduras y la inhalación de humos. Como efectos indirectos, se identifican la pérdida de suelo, el aumento de la erosión y el riesgo de desprendimientos del terreno.

En cuanto a los impactos directos sobre la salud, el efecto de las olas de calor y el envejecimiento de la población aparecen como los factores más relevantes asociados a un aumento de la mortalidad debido al cambio climático.

5.1.2. Impactos indirectos sobre la salud

5.1.2.1. Degradación de la producción de alimentos, reducción del abastecimiento y encarecimiento de los precios de ciertos productos

El cambio climático puede afectar a las cosechas, disminuyendo las producciones, y poner en riesgo la nutrición de poblaciones. Esto tendrá un efecto sobre el incremento de la pobreza, puesto que reducirá el acceso al agua, los alimentos y la higiene. El Banco Mundial estimó que un aumento de la temperatura de 2 °C pondría en riesgo de malnutrición entre 100 y 400 millones de personas y provocaría 3 millones de muertos cada año. La OMS estima que en 2150 habrá 25 millones de niños malnutridos como consecuencia del cambio climático y que en 2030 habrá 95.000 muertes adicionales por malnutrición en niños por debajo de los 5 años. La falta de nutrición contribuye a un aumento de la incidencia de enfermedades como por ejemplo la diarrea, las neumonías, la malaria y el sarampión. Estos impactos se harán más notables en el sur de Asia y en el África subsahariana. Los modelos estimados hasta ahora muestran un impacto negativo en la producción de cereales, que tendrá como consecuencia un incremento de entre un 5 % y un 10 % de personas malnutridas. Esto provocará un aumento de los flujos migratorios y de refugiados, que normalmente van asociados al incremento de la incidencia de enfermedades infecciosas, malnutrición, enfermedades mentales y violencia entre grupos.

En el caso de las Balears, no hay datos concretos sobre estos impactos, pero se espera que el cambio climático produzca cambios en los actuales sistemas agrícolas (ver punto 3.1.3), si bien la población de las Balears se alcanza mayoritariamente de producciones externas, que, como hemos visto, también se verán afectadas por el cambio climático.

5.1.2.2. Enfermedades relacionadas con el agua



Hay varias enfermedades provocadas por virus entéricos, cianobacterias y protozoos que se pueden transmitir a través del agua. Un aumento de las precipitaciones y una falta de infraestructuras dimensionadas pueden provocar una contaminación de materias fecales de origen humano o animal de las cuencas hidrográficas o los acuíferos, por ejemplo, con *E. coli*, *Giardia sp.* o *Cryptosporidium sp.* En una revisión del Center for Disease Control and Prevention (CDC), la criptosporidiosis mostró una asociación relevante con las precipitaciones y fenómenos extremos, que pueden comprometer a las plantas de tratamiento de aguas residuales e incrementar el riesgo de contaminación por este patógeno.

Por otro lado, una disminución de la precipitación o una sequía pueden provocar casos de deshidratación y un aumento de prevalencia de brotes de diarrea y cólera. Por ejemplo, se sabe que las oscilaciones de precipitación del Niño han afectado la prevalencia de cólera en Bangladesh desde 1893 hasta la actualidad. Al mismo tiempo, se estima que el cambio climático provocará la muerte adicional de 48.000 niños por debajo de los 15 años en 2030 por brotes de diarrea.

Ninguno de estos escenarios parecen aplicables a las Balears, donde las infraestructuras son, en general, adecuadas y, en principio, no se esperan brotes epidémicos relacionados ni con sequías ni con inundaciones.

En España, los principales indicadores del posible impacto del cambio climático en este sentido serían el nivel de microcistinas en agua de consumo y de microcistinas y/o cianobacterias en aguas de baño, así como los brotes anuales por enfermedades de transmisión hídrica y coincidentes con sequías e inundaciones.

En el caso de la temperatura, un aumento de la temperatura del mar puede dar lugar a más casos de *blooms* de algas, lo que aumenta el riesgo de toxicidad de los moluscos de consumo.

5.1.2.3. Enfermedades transmitidas por vectores

Se conoce ampliamente que la temperatura puede tener efectos en los vectores que transmiten enfermedades, como, por ejemplo, variar su supervivencia, la competencia vectorial, la abundancia, la actividad, el contacto con los huéspedes y la distribución estacional. Se considera que el calentamiento global, las variaciones interanuales de temperatura y los acontecimientos climáticos extremos pueden favorecer la incidencia de las enfermedades transmitidas por vectores en determinadas zonas. Un aumento de la temperatura puede favorecer a un aumento de la actividad de los artrópodos vectores y de su capacidad de transmitir patógenos. De hecho, enfermedades como el paludismo, el dengue, el Chikunguña, la encefalitis transmitida por garrapatas, la fiebre amarilla y la peste han aumentado su distribución en las últimas décadas. En Europa, se ha estimado de manera cualitativa que en 2080 se incrementará el riesgo de incursión de enfermedades como la peste equina africana, la fiebre hemorrágica de Crimea-Congo y la fiebre del valle del Rift. Además, el Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social considera como un indicador básico de la salud y el cambio climático la distribución de vectores capaces de la transmisión local de enfermedades como por ejemplo el paludismo, la fiebre del Nilo occidental, la enfermedad de Lyme, el dengue, el Chikunguña y la fiebre exantemática mediterránea. En las Balears, la presencia del mosquito tigre (*Aedes albopictus*) hace que el riesgo de transmisión local de enfermedades como por ejemplo el dengue y el Chikunguña sea real. En un escenario de calentamiento global, el riesgo de transmisión de estas enfermedades podría aumentar por el incremento de la actividad y competencia vectorial de las especies presentes en Europa.



Un 80 % de las actuales enfermedades infecciosas humanas y un 60 % de las actuales enfermedades emergentes son zoonosis⁵⁶ y su distribución e incidencia dependen de las condiciones climatológicas. En concreto, se acepta de modo general que los efectos serán observables cuando los límites de temperatura de transmisibilidad varíen entre 14-18 °C como límite inferior y 35-40 °C como superior. Del mismo modo, también puede afectar a los patógenos transmitidos variando el periodo de incubación extrínseco y cambiando la estacionalidad de transmisión o la distribución. Un aumento de la temperatura debido al cambio climático podría tener efectos notables en los vectores de las principales enfermedades, como por ejemplo el dengue y la malaria. Se estima que el cambio climático aumentará la distribución de la malaria, con 60.000 muertes adicionales en menores de 15 años para 2030. El riesgo de transmisión de malaria en España se considera bajo, puesto que desde que se declaró libre, en 1964, el único vector presente es el *Anopheles atroparvus*, que es refractario a *Plasmodium falciparum* (especie presente en África), mientras que la *An. labranchiae* desapareció de la Península en los años setenta. Desde entonces, solo ha sido registrado un caso esporádico de transmisión autóctona de *Plasmodium vivax*. En el caso de las Balears, el riesgo de transmisión de la malaria debido al cambio climático es bajo si nos basamos en las especies de vectores actuales.

En Europa, se han detectado varios brotes de enfermedades vectoriales de distribución típicamente tropical, como por ejemplo el virus Chikunguña, el dengue y la fiebre del Nilo occidental, y otros que se consideran de alto riesgo como la fiebre del valle del Rift. Hay una serie de factores que contribuyen a la emergencia de estas enfermedades, como por ejemplo la globalización y el cambio climático, factores sociales y relacionados con los sistemas públicos de salud. Por ejemplo, el aumento de la temperatura, un incremento de la frecuencia de viajeros y la presencia de especies de vectores invasores en una región son algunos de los factores más evidentes. De hecho, la región mediterránea es una de las zonas con más riesgo de sufrir los efectos del calentamiento global, con un incremento de días y noches calurosos, veranos más prolongados y un incremento de la frecuencia de olas de calor, lo que hace que se estime que las enfermedades vectoriales incrementarán su presencia en la región. En las Balears, por lo tanto, hay un riesgo real de brotes de enfermedades introducidas por viajeros por la composición de la fauna de vectores presentes en la actualidad (por ejemplo, mosquito tigre).

Por otro lado, episodios de lluvia más intensos y de corta duración pueden aumentar el número de lugares de cría y, por lo tanto, la abundancia poblacional de los vectores adultos. Hay, además, especies de mosquitos que son especialistas en aprovechar este tipo de fenómenos, como las del género *Aedes*, que depositan los huevos durante episodios de lluvia intensa y son capaces de resistir posteriormente periodos de sequía hasta que las condiciones vuelven a ser las óptimas. En todo caso, un exceso de lluvia continua y notable puede tener el efecto contrario si se produce una escorrentía y elimina los lugares de cría que se basan en charcos y pequeñas acumulaciones de agua. En las Balears, no se esperan episodios prolongados de lluvias intensas (ver punto 1), pero episodios de lluvias intensas de corta duración pueden provocar explosiones poblacionales de vectores, como por ejemplo los mosquitos, que pueden aumentar el riesgo de transmisión de enfermedades.

Además, si se produce una disminución de las lluvias, esto podría implicar que la población humana requiera almacenar más agua y, por lo tanto, se incrementaría la abundancia de lugares de cría de algunas especies, como sucede en la actualidad con *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*.

En el caso de las Illes Balears, la presencia del mosquito tigre está sobre todo asociada al uso de agua en zonas públicas y jardines privados y no a la necesidad de almacenar agua para el consumo, como en otros países. De hecho, la presencia o establecimiento del mosquito *Aedes albopictus* es uno de

⁵⁶ Enfermedades que se transmiten de los animales a los humanos.



los principales indicadores para estimar el posible efecto del cambio climático en los municipios españoles. Otros indicadores complementarios son la detección de casos autóctonos de enfermedades no presentes o con escasa incidencia en el territorio nacional, como por ejemplo el paludismo, la fiebre del Nilo occidental, el dengue, el Chikunguña y la fiebre exantemática mediterránea, así como casos de la enfermedad de Lyme. Por ejemplo, la fiebre del Nilo occidental, que puede afectar a humanos, aves y caballos, se conoce que circula por Europa y la cuenca mediterránea desde 1951, pero no fue hasta los años noventa cuando se experimentó un aumento en su distribución y virulencia. La epidemia más importante fuera de Europa se registró en 1999 en Nueva York y, en pocos años, el virus se distribuyó por todo el país. En España se han detectado casos clínicos de meningitis en humanos por este virus, y estudios de seroprevalencia en el sur de España han mostrado que las personas más expuestas al virus son las de más edad, residentes en zonas rurales y con profesiones de riesgo en cuanto a la transmisión. De hecho, un aumento de las temperaturas por el cambio climático puede incrementar la vulnerabilidad de las personas dedicadas al campo, entre otros motivos, por la variación en los horarios de trabajo hacia las horas más frescas de la madrugada y de la tarde, cuando los vectores son precisamente más activos. Su circulación también ha sido demostrada con estudios de seroprevalencia en caballos de Andalucía, donde el 7,1 % de los animales analizados mostraban anticuerpos. Un aumento de la abundancia del principal vector, la especie *Culex pipiens*, debido a episodios de lluvias torrenciales y/o al aumento de acumulación de agua en el ámbito doméstico, así como una variación en el patrón estacional de las especies de aves que actúan como reservorio, podría contribuir a aumentar la incidencia de la enfermedad. Esta situación se confirmó en 2018, cuando el 9 de agosto se llegaron a registrar 231 casos humanos en países europeos con un inicio inusual de la temporada de transmisión por las elevadas temperaturas y las abundantes precipitaciones durante la primavera de 2018. Incluso, en situaciones de sequía, los puntos de cría son más escasos, así como los depredadores de larvas, y los mosquitos se concentran en estos lugares de cría y pueden actuar como foco de transmisión de elevada prevalencia.

La epidemiología de las enfermedades vectoriales es compleja, incluyendo diferentes factores que contribuyen de manera sinérgica a sus variaciones. Un ejemplo es el caso de las enfermedades transmitidas por garrapatas, como el virus de la encefalitis, en donde el aumento de la incidencia desde los años setenta en regiones como el norte de Europa se ha atribuido normalmente al cambio climático, a pesar de que otros factores como las actividades humanas y el riesgo de exposición al vector también parecen explicar de manera satisfactoria la epidemiología de la enfermedad. En el caso de otras enfermedades transmitidas por garrapatas como la de Lyme, el European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) considera que es una de las enfermedades, junto con la leishmaniosis, que se transmite por insectos que tiene el riesgo más alto de estar relacionada con el cambio climático y con una elevada relevancia para la sociedad. En el caso de las Baleares, se desconoce la prevalencia de enfermedades transmitidas por garrapatas, pero, en todo caso, el riesgo de transmisión es real en función de las especies de garrapatas presentes en las Islas (por ejemplo, *Hyalomma*). Por lo tanto, el cambio climático puede influir en el aumento del riesgo de transmisión.

5.1.2.4. Enfermedades transmitidas por alimentos

En el caso de enfermedades como la salmonelosis (de la cual son reservorio las aves y los cerdos), se ha estimado que, por cada grado que aumenta la temperatura a partir de los 5 °C, los casos de esta enfermedad aumentan entre un 5 % y un 10 %. La salmonelosis es una enfermedad de primer orden en Europa (100.000 casos anuales, según la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, EFSA), por



lo cual un aumento de casos debido al cambio climático tendría un impacto en la normativa y los procesos de producción. En cuanto a la vibriosis, enfermedad producida por el *Vibrio parahaemolyticus* y transmitida por el consumo de moluscos, se piensa que una de las razones de su presencia en Galicia es el incremento de la temperatura del agua, cuando su zona original son las costas de México. También se ha estimado que otros *Vibrio spp.* no asociados al cólera están fuertemente relacionados con fenómenos climáticos. De todas maneras, en Europa la enfermedad más relevante transmitida por alimentos y con una marcada estacionalidad es la campilobacteriosis, que puede ser un indicativo que su incidencia podría variar en un escenario de cambio climático.

5.1.2.5. Aumento de las enfermedades respiratorias y las alergias

La contaminación atmosférica no está provocada directamente por el cambio climático, pero tanto las fuentes antrópicas de gases de efecto invernadero como las fuentes de contaminación atmosférica pueden tener efectos sobre la salud que se pueden ver acentuados por el cambio climático. Se estima que la polución doméstica y ambiental provocan 4,3 y 3,7 millones de muertos anuales, respectivamente.

Por otro lado, el cambio climático también puede afectar a la frecuencia y la duración del polen y las esporas en la atmósfera y aumentar la incidencia a causa de los aeroalérgenos como la fiebre del heno y el asma. La variación de la concentración de CO₂ atmosférico a causa del cambio climático puede tener consecuencias directas en el crecimiento de los vegetales, como puede ser un inicio anticipado de la floración y la producción de polen o incluso la presencia de más alérgenos en los granos de polen cuando estos son producidos en concentraciones más elevadas de CO₂. Además, la elevada concentración de CO₂ en las zonas urbanas, comparada con la de las zonas rurales, junto con las partículas contaminantes de la combustión diésel, hace que los niños sean más vulnerables a los aeroalérgenos. El aumento de las alergias también está ligado a una modificación en el régimen hídrico. Se conoce que existe una asociación entre tormentas y asma, y, por lo tanto, se considera que un aumento de los fenómenos climáticos extremos provocará un aumento de la incidencia de enfermedades respiratorias.

En concreto, el Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social considera como indicador con el cual se pueden medir los efectos del cambio climático la concentración atmosférica de los siguientes tipos polínicos potencialmente alérgenos: las cupresáceas/taxáceas, el plátano de sombra, *Plantago spp.*, el olivo, las gramíneas, las amarantáceas y las urticáceas, así como la concentración de esporas de hongos alérgenos. Otros indicadores importantes del impacto podrían ser los ingresos hospitalarios urgentes por asma por alérgenos, los ingresos hospitalarios de tipos urgentes por MPOC (enfermedad pulmonar obstructiva crónica) y las variaciones en la tasa de mortalidad por causas respiratorias y cardiovasculares.

En el caso de las Balears, se espera que el cambio climático pueda hacer aumentar los casos de alergias por polen, anticipando el inicio de la producción de polen en plantas muy comunes en las Illes Balears, como por ejemplo el olivo, el acebuche, las gramíneas, los cipreses, las sabinas, los enebros, las ortigas, los plataneros y los pinos, de las cuales se estudia sistemáticamente la incidencia en el polen aéreo.

5.1.2.6. Aumento de los accidentes relacionados con la degradación de las infraestructuras



Los desastres naturales destruyen las infraestructuras de saneamiento, y contribuyen a focos de enfermedades transmitidas por el agua o por insectos. Además, se produce un impacto en las infraestructuras de atención sanitaria que tiene un efecto directo sobre la salud pública.

En cuanto a los impactos indirectos sobre la salud, las enfermedades transmitidas por vectores y el aumento de las alergias aparecen como los efectos más probables del cambio climático sobre la salud en el caso de las Balears, con un riesgo real de transmisión local de enfermedades como por ejemplo el dengue y el Chikunguña.

5.2. Impactos económicos

Se espera que el cambio climático tenga un impacto sustancial sobre la economía de las regiones y lleve, por lo tanto, a una disminución del bienestar de sus habitantes. Se ha afirmado que, si se mantienen las tendencias actuales, los costes totales que se derivarían podrían ser equivalentes, a finales de siglo, a una pérdida anual de entre un 5 % y un 10 % del PIB global, que sería superior al 10 % para los países en vías de desarrollo. Y es que los ecosistemas proporcionan muchos bienes y servicios valiosos para la sociedad. Con la provisión de servicios intermedios de apoyo a la vida (formación del suelo, ciclo de nutrientes, etc.) y de servicios finales de aprovisionamiento (agua dulce, productos agrícolas, etc.), regulación (control del clima, control de enfermedades, etc.) y culturales (estéticos, recreativos, etc.), los ecosistemas son determinantes para proporcionar todos aquellos elementos que tienen un papel clave en el bienestar humano, desde seguridad y satisfacción de necesidades humanas básicas para la salud y la cohesión social. Sin embargo, se espera que el calentamiento global tenga un impacto sobre su capacidad de proveer a estos servicios y afecte a la rentabilidad y sostenibilidad de las actividades económicas que dependen y el bienestar de los individuos que los “utilizan” o “consumen”.

Los impactos económicos del cambio climático en una región vendrán determinados por sus efectos sobre cada sector, que también dependerán de su localización y del horizonte temporal considerado. Teniendo en cuenta los rasgos y la ubicación de las Balears, y a pesar de que todavía no haya muchos estudios que lo constaten, se espera que los cambios en el medio atmosférico y marino, así como los efectos que se derivarán sobre los ecosistemas, tengan importantes repercusiones en la economía isleña. Así, se prevén impactos sobre ciertas variables que pueden llevar a pérdidas económicas en todos los sectores e impactos específicos sobre algunos de ellos que afectarán todavía más su evolución económica y los harán más vulnerables al cambio climático.

A pesar de que el análisis de estos impactos sirve para aportar una argumentación económica para la acción por el clima, hay que remarcar que no puede construirse solo en base a una perspectiva antropocéntrica que busque preservar el equilibrio ecológico del planeta, porque el planeta nos provee de servicios ecosistémicos con valor económico para la sociedad. La acción por el clima debe sustentarse, sobre todo, en estrategias que busquen proteger a los ecosistemas, porque son esenciales para la vida y el desarrollo. Es fundamental que la cuestión climática se trate desde una vertiente holístico y, por lo tanto, que las medidas busquen implementar acciones orientadas a transformar el metabolismo de la civilización actual, intensivo en el uso de recursos y la generación de residuos, para incrementar la sintonía con los ciclos biológicos de la natura y los usos y recursos del territorio.



La acción por el clima debe tratarse por la vía del consumo y no solo por la vía de la emisión. Y es que el cambio climático no es más que otro de los síntomas de la degradación continua de los ecosistemas a la que lleva la civilización industrial.

5.2.1. Impactos generales

Tanto la contaminación atmosférica como el calentamiento global derivados de la quema de combustibles fósiles pueden provocar una serie de impactos económicos que podrían disminuir la rentabilidad de todos los sectores, tal como demuestra el cuadro 5.3.

Cuadro 5.3. Impactos económicos generales derivados del cambio climático	
Impactos económicos	Causas asociadas a la quema de combustibles fósiles (contaminación atmosférica y cambio climático)
Disminución de la productividad laboral ⁵⁷	<ul style="list-style-type: none"> ● Incremento de los días laborales perdidos por el aumento de la incidencia de enfermedades, sobre todo entre los colectivos más vulnerables, debido al ascenso de la temperatura, las olas de calor y la contaminación atmosférica. ● Disminución de la capacidad física y mental de los trabajadores por las altas temperaturas.
Disminución del rendimiento de instalaciones e infraestructuras	<ul style="list-style-type: none"> ● Más presión sobre los sistemas de generación y/o distribución de electricidad debido al incremento estacional de la demanda de energía, lo que llevará a una disminución del rendimiento de las centrales térmicas y, por lo tanto, a más consumo de combustibles y emisiones. ● Sobrecarga de las instalaciones de saneamiento y abastecimiento de agua potable debido al incremento de su demanda, lo que hará disminuir el rendimiento. ● Cierre y/o reparación de infraestructuras e instalaciones por más corrosión derivada del incremento de CO₂ atmosférico y por el aumento del riesgo de incendios e inundaciones por la subida del nivel del mar, lo que también afectará a la logística de las actividades económicas que se llevan a cabo.
Incremento de precios de la energía, el agua y ciertos alimentos	<ul style="list-style-type: none"> ● Fenómeno del pico del petróleo, el carbón y el gas, lo que hará aumentar el precio de la energía⁵⁸. ● Incremento de la demanda de agua y su competencia entre los diferentes sectores, lo que hará aumentar su precio. ● Incremento de las importaciones de cereales, verduras y productos básicos por la caída de la capacidad productiva de los agrosistemas, lo que, teniendo en cuenta los costes de la insularidad, podría llevar a un aumento de su precio⁵⁹.

⁵⁷ En 2016, las Naciones Unidas alertaban que el incremento de temperatura derivado del cambio climático podría costar a la economía mundial, en 2030, pérdidas de productividad valoradas en 2 trillones de dólares.

⁵⁸ La producción energética isleña se basa principalmente en la quema de combustibles fósiles importados.

⁵⁹ En un contexto en el que el modelo de producción agrícola industrial es el modelo dominante, este aumento de precio puede acentuarse en caso de una disminución de la oferta global de estos productos originada por el descenso de la capacidad productiva de los ecosistemas a nivel mundial y por los efectos de fenómenos atmosféricos extremos en otros lugares, responsables de pérdidas de cultivos, destrozos de instalaciones e infraestructuras y cortes en las comunicaciones.



5.2.2. Impactos por sector

El hecho que las Balears representen un territorio insular, pequeño y localizado en el Mediterráneo occidental, con veranos secos y calurosos, hace que algunos sectores, más allá de sufrir los impactos económicos generales, experimenten también toda una serie de impactos específicos que los hacen especialmente vulnerables al cambio climático. A continuación, se analizarán estos sectores y se pondrá especial énfasis en el sector turístico, dado que, por el hecho de erigirse como motor de la economía balear, los importantes riesgos que afronta pueden comprometer seriamente el bienestar de los isleños.

5.2.2.1. Turismo

Millones de turistas visitan las Islas cada año, especialmente durante la época de verano, atraídos por sus condiciones atmosféricas y sus recursos naturales. Sin embargo, los efectos del cambio climático podrían modificar esta situación en las próximas décadas y comprometer seriamente la evolución económica de la región.

La sensibilidad de los turistas con el clima y su libertad relativa a la hora de escoger un destino y decidir la época del año en la que viajarán hacen prever que los cambios en las condiciones atmosféricas, sobre todo en la temperatura, lleven a una redistribución espacial y estacional de los flujos turísticos y afecten al atractivo de los destinos costeros españolas. Así, si bien en las Balears el cambio climático puede llevar a un incremento de los días con condiciones climáticas aceptables para los turistas, y desplazar la temporada de verano a la primavera y el otoño, sus impactos sobre los ecosistemas isleños podrían incidir negativamente en la demanda turística y contrarrestar este efecto. Y es que la calidad ambiental es clave en la elección de destino por parte de los visitantes.

Así, se espera que la erosión y la pérdida de ecosistemas costeros como las playas, por la subida del nivel del mar y las consiguientes inundaciones, lleven a una disminución del atractivo turístico de las Islas. Son muchos los estudios que han medido económicamente la disminución de bienestar asociada a la pérdida de anchura de playa y han demostrado que su valor se capitaliza, al menos parcialmente, en el mercado turístico.

También se espera que la erosión de los sistemas dunares afecte al bienestar de los visitantes de las zonas húmedas, porque llevará a un aumento de su salinización e impactará en la diversidad de especies. Los efectos del cambio climático sobre la redistribución geográfica global de especies por cambios de actividades estacionales, pautas migratorias, abundancias e interacciones con otras especies pueden contribuir todavía más a la pérdida de valor recreativo de las zonas húmedas. Así, algunos estudios han estimado económicamente las pérdidas de bienestar que los visitantes de la Albufera de Mallorca, sobre todo turistas, experimentarían ante la reducción de la diversidad y abundancia de especies de aves, y muestran un valor marginal medio más elevado para las especies endémicas (1,31 €) que para las migratorias generalistas (1 €) y, por lo tanto, las preferencias de los visitantes para preservar la heterogeneidad del parque a través de políticas de adaptación⁶⁰.

Los impactos del cambio climático sobre la *Posidonia oceanica* también pueden disminuir el valor recreativo de las Illes Balears. La baja capacidad de resiliencia de la posidonia ante el aumento de la temperatura pone seriamente en peligro su supervivencia en el Mediterráneo, lo que afectará de

⁶⁰ La importancia que estas medidas se diseñen apostando por el principio de precaución y considerando el bienestar de las generaciones futuras es también algo que se ha constatado en las Balears.



modo considerable su provisión de servicios ecosistémicos, entre los cuales destacan dos, desde un punto de vista recreativo. Por un lado, el favorecimiento de la calidad y la transparencia del agua. Son muchos los estudios que muestran que los bañistas están dispuestos a pagar por mejoras en la calidad del agua. Así, algunos estudios han constatado la importancia que los bañistas asignan a la transparencia de las aguas litorales de Balears y demostrado que, en 2006, los turistas con una segunda residencia en Calvià estaban dispuestos a pagar, cada dos meses, 35,42 € para tener una pérdida de transparencia del 20 % y solo 26,05 € para tener una pérdida de transparencia del 40 %. Si bien estos estudios no se enmarcan en un contexto de cambio climático y se centran en la eutrofización derivada de la actividad de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la zona, aportan información relevante sobre las pérdidas económicas que podrían ocasionarse si no se dirige el cambio climático y, por lo tanto, sus efectos sobre la eutrofización de las aguas y la posidonia. Por la otra, la *Posidonia oceanica* sirve de hábitat para especies de gran interés para la pesca recreativa, entre las cuales destacan la doncella, la vaca y el raspallón, que reclutan o tienen como hábitat preferencial de alevinaje las praderías de posidonia. Dado que el movimiento económico ligado a esta actividad en Mallorca es de 57 millones de euros, cinco veces superior al asociado a la pesca comercial⁶¹, es de esperar que la disminución de las praderías de posidonia lleve a pérdidas importantes de bienestar en este sector y, por lo tanto, mengüe el potencial de la pesca recreativa como actividad para desestacionalizar la temporada turística.

La calidad de la experiencia turística también puede verse afectada por un aumento de la frecuencia de episodios de medusas —vinculada a la eutrofización, la sobreexplotación pesquera y el aumento de temperaturas—, que son responsables de la mayor parte de las picaduras que sufren los bañistas. La satisfacción de los visitantes también podría reducirse con el incremento del riesgo de incendios forestales provocados por cambios en la vegetación y el paisaje debido a los daños ambientales que se derivarían.

Los incendios también podrían poner en riesgo la vida y la salud de los visitantes y afectar su disfrute, puesto que la salud es un determinante de la experiencia recreativa. Los impactos del cambio climático sobre la salud podrían, pues, hacer peligrar la sostenibilidad de la actividad turística de la región. Así, el incremento de contaminantes atmosféricos debido a la quema de combustibles fósiles, que también podría generar problemas de visibilidad, podría incentivar a los visitantes a cambiar sus planes de viaje por sus efectos sobre la salud. Si bien no se centran en el turismo y el cambio climático, algunos estudios muestran que los italianos están dispuestos a pagar para reducir el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares y respiratorias asociadas a la contaminación del aire y las olas de calor. Por otro lado, el incremento del riesgo de enfermedades transmitidas por vectores también podría reducir el atractivo turístico de las Islas, donde existe un riesgo real de transmisión del dengue y el Chikunguña por el mosquito tigre, que es, hoy, una de las especies invasoras del territorio de más impacto en la salud pública.

Es importante destacar, también, que las enfermedades transmitidas por vectores podrían afectar a animales de gran atractivo turístico como los caballos menorquines. El caso de la lengua azul en Menorca, detectada en 2003 y asociada con la expansión de *Culicoides imicola*, del norte de África, debido al aumento de temperatura⁶², hace pensar que este fenómeno podría estimular la expansión de otras enfermedades transmitidas por el mismo insecto, como la peste equina africana. Por otro lado, la proliferación de la bacteria fitopatógena *Xylella fastidiosa* podría llevar a una pérdida

⁶¹ Los pescadores recreativos representan el 5-10 % del total de la población de Mallorca.

⁶² La lengua azul es considerada uno de los ejemplos más plausibles del cambio climático.



importante de valor paisajístico⁶³, así como a la pérdida de la declaración de reserva de biosfera de Menorca, si finalmente acabara afectando a olivos centenarios.

El cambio climático afectará seriamente a la actividad turística y pondrá en peligro la economía balear, que fundamenta su estructura productiva en el turismo. Se espera que la variación de las condiciones atmosféricas, sobre todo de la temperatura, altere el atractivo turístico de las Balears. Si bien esto podría aumentar los días con condiciones atmosféricas aceptables para los turistas, desplazando la temporada de verano a la primavera y el otoño, los efectos del cambio climático sobre los ecosistemas isleños podrían incidir negativamente en la demanda turística y contrarrestar este efecto.

5.2.2.2. Agricultura

Temperaturas más elevadas pueden llevar a importantes pérdidas de ingresos agrícolas por el rendimiento menor de los cultivos, sobre todo los de regadío. Así, el incremento del estrés hídrico que se derivará provocará, además de más necesidad de riego, una disminución de la capacidad productiva de los agrosistemas que hará necesario reconvertir y modificar muchas zonas de actividad agraria. Por otro lado, las temperaturas más elevadas y las olas de calor conducirán a cambios en los ciclos fenológicos y la estacionalidad de los cultivos. Las cosechas también pueden verse afectadas por cambios en la fisiología de las plantas, debido a los golpes de calor y la disminución de la acumulación de horas de frío. Así mismo, los cambios en la composición de los suelos y en la dinámica de la materia orgánica que contienen debido al calentamiento global pueden hacer que pierdan, lentamente, materia orgánica por mineralización. El rendimiento de los cultivos también podría disminuir por la contaminación atmosférica derivada de la quema de combustibles fósiles⁶⁴.

Cambios en la composición de productos derivados como el vino y el aceite por altas temperaturas y déficit hídrico también podrían provocar pérdidas económicas en el sector y obligarlo a invertir dinero y esfuerzos para estudiar otras variedades más resistentes.

Finalmente, el incremento de la distribución de enfermedades transmitidas por vectores también podría llevar a pérdidas económicas. Así, y si bien el cambio climático no implicará variaciones significativas respecto de la presencia de la *Xylella fastidiosa*, tampoco favorecerá a su desaparición. Esta enfermedad es responsable de pérdidas en la producción agrícola y podría obligar a un cambio de cultivos en algunos sectores relevantes como el de la almendra. También, más allá de los costes de destrucción de plantas infectadas que se tendrán que asumir, y del hecho que se establecerán regulaciones específicas que no dejarán importar determinadas plantas, como la *Polygala*, si la *Xylella fastidiosa* acabara afectando a los olivos centenarios de la Serra, las pérdidas para el sector del aceite serían considerables. El cambio climático también podría incrementar el número de generaciones anuales de plagas como, por ejemplo, el taladro del maíz o el escarabajo de la patata, y generar costes relevantes para su control.

⁶³ El análisis de la situación en las Balears se centra en los almendros en Mallorca, los acebuches en Menorca y los olivos en Eivissa, pero, de momento, nadie ha evaluado ni la tasa de mortalidad ni el posible impacto sobre el paisaje.

⁶⁴ En 2013, la Comisión Europea apuntaba que los daños en las cosechas formaban parte, también, de los costes directos derivados de la contaminación del aire, que cifraban en unos 23 billones de euros al año.



El cambio climático provocará pérdidas de ingresos agrícolas por un rendimiento más bajo de los cultivos, cambios en la composición del vino y el aceite, el aumento de enfermedades transmitidas por vectores y el incremento de generaciones anuales de plagas.

5.2.2.3. Ganadería

Temperaturas más elevadas pueden llevar a importantes pérdidas económicas en el sector ganadero a causa, por un lado, del incremento en los costes de explotación. Y es que el calentamiento global obligará a refrigerar las instalaciones ganaderas donde se encuentren e incrementará las necesidades de agua de calidad, más difíciles de satisfacer en un contexto de menos disponibilidad y precio más alto. Así mismo, las instalaciones tendrán que ventilarse más e, incluso, sufrir modificaciones de estructura, con el consiguiente aumento del gasto energético para producir el mismo kilogramo de carne o litro de leche. Por otro lado, temperaturas más altas afectarán a los pastos y la disponibilidad de forraje, lo que resultará en una disminución de la producción de leche y queso, de modo que, si hace más calor y se reducen las lluvias primaverales, la viabilidad económica de las granjas que no dispongan de sus propios recursos hídricos puede verse comprometida. El cambio climático puede agravar la tendencia actual de reducir el número de granjas e intensificar la explotación de las que permanecen operativas.

La rentabilidad económica del sector ganadero también puede disminuir por el aumento de la tasa de reproducción de los parásitos y patógenos presentes en las poblaciones naturales de animales, puesto que el calentamiento global acelerará la transmisión e incrementará la abundancia. Así mismo, también puede provocar cambios sustanciales en la distribución de enfermedades animales a partir de la introducción de nuevos patógenos propios de climas más cálidos en poblaciones poco resistentes desde el punto de vista inmunológico.

El cambio climático disminuirá la rentabilidad económica del sector ganadero por aumento de los costes de explotación de las instalaciones, menos producción de leche y queso y más presencia de parásitos y patógenos.

5.2.2.4. Pesca

El aumento de la temperatura y la acidificación del mar afectarán al reclutamiento, la distribución y la reproducción de especies de interés para la pesca comercial. Algunas podrían verse desplazadas, y otras, sobre todo las tropicales y subtropicales, como la lampuga, beneficiadas. Para algunas usualmente presentes en la posidonia, como la dorada, el efecto negativo del aumento de la temperatura puede acentuarse por la pérdida de hábitat. Si bien se ha estimado el valor económico del rol que algunas praderías marinas desarrollan para las pesquerías locales⁶⁵, el de la posidonia todavía no está demasiado cuantificado. Algunos apereos conservativos en las pesquerías mediterráneas, que hoy son objeto de estudio, hablan de 58-91 millones de euros.

A pesar de que la posidonia tiene un papel clave para pescados de poco interés comercial, como los tordos, los raspallones, las vacas y las salpas, y especies protegidas, como los singnátidos-caballetes y los pescados pipa, también afecta a especies de interés para el sector pesquero artesanal, que es el

⁶⁵ El caso de la *Cymodocea nodosa* es un ejemplo.



que más explota especies potencialmente dependientes de la planta, como la escorpena, la sepia y el calamar, así que el cambio climático podría repercutir económicamente en el sector. Sin embargo, todavía hacen falta más estudios que evalúen la magnitud de estos impactos (incluyendo relaciones complejas vía redes tróficas, efecto en zonas de guardería de juveniles, etc.) para que puedan compararse con otros que ya sufre la pesca artesanal debido a las dificultades asociadas a la comercialización del producto y los hábitos de consumo.

Para algunas especies, el cambio climático disminuirá la rentabilidad de la pesca comercial por su desaparición y/o su menor crecimiento.

5.2.2.5. Construcción

La contaminación atmosférica y el cambio climático derivados de la quema de combustibles fósiles pueden llevar a pérdidas económicas en el sector de la construcción debido al incremento de los costes directos e indirectos asociados a la disminución de la vida útil de las infraestructuras por aumento de la concentración atmosférica de CO₂ o cambios en la humedad. También se espera en este sector una pérdida importante de la productividad laboral en verano.

El aumento de la concentración de CO₂ en el aire y los cambios resultantes en las condiciones atmosféricas supondrán retos importantes para el sector de la construcción que requerirán nuevos planes de construcción y el uso de nuevos materiales.

5.2.2.6. Vivienda

La degradación de los ecosistemas isleños derivada del cambio climático puede llevar a una pérdida del valor estético de muchas zonas y a disminuir el valor de mercado de las propiedades residenciales que se ubiquen. Se ha demostrado que la calidad estética del entorno donde se sitúan los inmuebles es un componente importante de su precio de mercado. Así, si bien todavía no existen estudios en este sentido en las Balears, la erosión de las playas y sistemas dunares por la subida del nivel del mar podría llevar a una pérdida de valor de los inmuebles costeros⁶⁶. Además de afectar el bienestar de los residentes, esto también podría tener consecuencias importantes para el alquiler turístico.

El cambio climático puede llevar a la disminución del valor de mercado de las viviendas.

5.2.2.7. Sector público

Los impactos del cambio climático sobre el sector público vendrán determinados, por un lado, por un aumento del gasto público destinado a sufragar, mayoritariamente, el incremento del gasto energético que se derivará, los potenciales costes de reparación y/o sustitución de infraestructuras e instalaciones, un gasto sanitario mucho más elevado y el incremento de costes asociados a combatir

⁶⁶ El aumento del riesgo de incendios forestales también podría hacer disminuir el valor de mercado de las propiedades ubicadas en zonas afectadas.



plagas cuya desaparición será más difícil en un contexto de clima más cálido. Por otro lado, se espera que las pérdidas económicas experimentadas en los diferentes sectores debido a los impactos generales y específicos lastren la economía isleña y provoquen una reducción en el consumo y la actividad económica en general, lo que puede llevar a una disminución de la recaudación de impuestos y, por lo tanto, de los ingresos públicos.

Se espera que el cambio climático lleve a un aumento del déficit público y, por lo tanto, comprometa la habilidad de la Administración para servir a los ciudadanos y haga la economía balear menos “resiliente” y que esto afecte, todavía más, al bienestar de los isleños.

El cuadro 5.4 es una compilación los principales impactos esperados sobre el gasto público derivados del cambio climático.

Cuadro 5.4. Principales impactos sobre el gasto público derivados del cambio climático	
Impactos sobre el gasto público	Causas asociadas a la quema de combustibles fósiles (contaminación atmosférica y cambio climático)
Incremento del gasto energético	<ul style="list-style-type: none"> ● Aumento de las necesidades de climatización de edificios e instalaciones en verano. ● Incremento potencial de la actividad de las desaladoras para afrontar el aumento de la demanda de agua potable⁶⁷. ● Aumento del precio de la energía por el fenómeno del pico del petróleo, el carbón y el gas.
Incremento del gasto relacionado con sistemas de recogida y distribución de agua	<ul style="list-style-type: none"> ● Aumentos de los costes de operación, mantenimiento y reparación de los sistemas de tratamiento de aguas y de las redes de distribución. ● Costes de construcción de nuevas desaladoras y/o de reciclaje si se quiere garantizar el suministro de agua por esta vía. ● Aumento de los costes de mantenimiento y reparación de los sistemas de recogida de agua pluvial.
Incremento del gasto relacionado con infraestructuras	<ul style="list-style-type: none"> ● Incremento de los costes de mantenimiento y reparación de las infraestructuras⁶⁸. ● Incremento de los costes de adaptación de los puertos y otras obras marítimas. ● Incremento de los costes de reparación y/o sustitución de infraestructuras y de gastos de protección civil por daños y accidentes.
Incremento del gasto sanitario	<ul style="list-style-type: none"> ● Incremento del coste sanitario por el aumento de la incidencia de enfermedades cardiovasculares y respiratorias por contaminación

⁶⁷ El impacto energético de las desaladoras será cada vez mayor por la dificultad para reducir el consumo de energía asociado a las tecnologías actuales que utilizan. Así, si se considera que el coste actual de desalinización del agua del mar está en una horquilla de 0,5-1,2 €/m³, dependiendo del tipo y la capacidad de la planta desaladora, los costes anuales de desalinización en las Islas podrían ser superiores a los costes actuales, que oscilan entre los 10 y los 30 millones de euros.

⁶⁸ Dado que el coste mundial derivado de la corrosión de infraestructuras equivale al 3-4 % del PIB de los países industrializados, 1,45 billones de euros, una pequeña aceleración del proceso se traduciría en elevados costes a nivel global.



	<p>atmosférica, temperaturas más elevadas y episodios de calor extremo, que afectarán, sobre todo, a las personas más vulnerables⁶⁹</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incremento del coste sanitario por aparición de enfermedades transmitidas por vectores propios de climas más cálidos, como el dengue y el Chikunguña, junto con el aumento de los costes administrativos asociados con el control de los vectores⁷⁰.
<p>Incremento del gasto relacionado con combatir plagas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Más dotación de recursos para subvencionar productos fitosanitarios encaminados a combatir plagas y a eliminar plantas infectadas⁷¹.

5.3. Impactos del cambio climático desde la perspectiva jurídica, social y política

Tanto los cambios físicos como los impactos relacionados con el cambio climático descritos hasta ahora muestran claramente el alcance de este fenómeno, que repercutirá de manera manifiesta y grave sobre la sociedad y la ciudadanía de las Illes Balears, así como sobre sus instituciones.

El medio natural no se puede concebir únicamente como fuente de recursos, desatado completamente del ser humano que allí vive. Al contrario, incluso desde una perspectiva jurídica es cada vez más manifiesta la interdependencia entre naturaleza y sociedad, entre la tierra y las personas que viven. Ya en 1972 se aprobó en Estocolmo la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente humano, imprescindible para entender la aparición, poco tiempo después, de la idea de sostenibilidad, que fue impulsada por el informe de la Comisión Mundial sobre Medio ambiente y Desarrollo: *Nuestro futuro común*, en 1987.

5.3.1. Impactos desde la perspectiva jurídica y legal

5.3.1.1. Impactos sobre los derechos humanos

Progresivamente, esta toma de conciencia llega también al ámbito de los derechos humanos, en cuanto que un medio ambiente sano y equilibrado es indispensable para el goce efectivo de estos derechos. Así lo pone de manifiesto ya en 1994 la relatora especial de las Naciones Unidas sobre los derechos humanos y el medio ambiente, que presentó a la ONU una propuesta de principios sobre derechos humanos y medio ambiente. Desde entonces, la inextricable relación entre los derechos humanos y el medio ambiente ha traído incluso al reconocimiento judicial del derecho a un medio ambiente sano, ya sea en los tribunales internos de algunos estados o, incluso, en tribunales internacionales de derechos humanos, como por ejemplo el Tribunal Europeo de Derechos Humanos⁷² o la Corte Interamericana de Derechos Humanos⁷³.

⁶⁹ Se ha demostrado que cada dólar, euro o rupia invertido en mitigación rinde de 1,4 a 2,5 veces más esta cantidad en beneficios para la salud, lo que muestra que invertir en políticas de mitigación del cambio climático es rentable socialmente.

⁷⁰ El gasto vinculado al control del mosquito *Aedes aegypti*, responsable de la epidemia reciente del Zika en Brasil, osciló entre los 7.000 y los 18.000 millones de dólares para América Latina y el Caribe durante el periodo 2015-2017, unas cifras que equivalen a 1.000 dólares por cada incremento del 5 % de la tasa de infección.

⁷¹ Además, si la *Xylella fastidiosa* llegara a infectar olivos centenarios, Menorca podría perder la declaración de reserva de biosfera, hecho que podría afectar a la actividad turística y deprimir la economía y, en consecuencia, la recaudación de ingresos públicos.

⁷² Ver, entre otros, Taskin c. Turquía, 46117/99, [2004] ECHR 621.



En estos últimos años, las evidencias científicas sobre el cambio climático no han hecho sino enfatizar la conciencia de la vulnerabilidad del ser humano ante las variaciones del medio natural hasta el punto de que se está planteando hoy en día la existencia de un derecho humano a un clima estable y adecuado. Así lo han reconocido decisiones pioneras como la de la jueza Aiken, en los Estados Unidos, el 2016, en el caso *Juliana vs. EE. UU.*, que afirma:

“En el ejercicio razonable de mi capacidad de juicio, no tengo ninguna duda que el derecho a un sistema climático capaz de sostener la vida humana es un derecho fundamental, indispensable para una sociedad libre y ordenada. [...] Un clima estable es, literalmente, el fundamento de la sociedad, sin el cual no habría ni civilización ni progreso”⁷⁴.

O la del Tribunal Supremo de Irlanda, que en noviembre de 2017 declaraba, en una sentencia relativa a la ampliación de un aeropuerto y en la cual se analizaba también la problemática del cambio climático:

“El derecho a un medio ambiente que haga posible la dignidad humana y el bienestar de la ciudadanía es una condición esencial para el respeto de todos los derechos humanos. Y es un derecho existencial indispensable”⁷⁵.

Concretamente, los derechos de las personas que viven en las Balears que se verán especialmente afectados por el cambio climático son los siguientes: el derecho a la vida, a la salud, a la vida privada y familiar, a la propiedad, a la alimentación, al agua y a la vivienda. Hay que tener en cuenta que estos derechos están reconocidos en varios instrumentos de derecho internacional (Declaración Universal de los Derechos Humanos de 1948, Pacto Internacional de los Derechos Civiles y Políticos de 1966, Convenio de los Derechos de los Niños de 1989, Convención sobre la Eliminación de todas las Formas de Discriminación Contra la Mujer de 1979, Convenio Europeo de Derechos Humanos de 1950 o la Carta Social Europea de 1961), de los cuales España forma parte y que, por lo tanto, obligan a los órganos del Estado español, incluidas las instituciones autonómicas, insulares y municipales, a respetarlos. Es más, la misma Constitución española establece, en su artículo 10.2, que “las normas relativas a los derechos fundamentales y a las libertades que la Constitución reconoce se interpretarán en conformidad con la Declaración Universal de los Derechos Humanos y los tratados y los acuerdos internacionales sobre estas materias ratificados por España”.

En los siguientes apartados analizaremos con más detalle cada uno de estos derechos.

- Derecho a la vida

Ya sea como consecuencia de fenómenos extremos, del aumento de la frecuencia e intensidad de las olas de calor, del incremento de la presencia de vectores de enfermedades, etc., se prevé un aumento de la mortalidad ligada al cambio climático, lo que afectaría principalmente a los sectores de la población más vulnerables, ya sea por edad (bebés, niños, personas mayores) o por su condición física particular (mujeres embarazadas, enfermos crónicos, etc.). Cabe recordar que en 2003 70.000 personas murieron en Europa como consecuencia de la ola de calor extremo que hubo. Estudios recientes indican que el cambio climático fue responsable en un 70 % del aumento de la mortalidad en París aquel verano. Se trata de uno de los derechos fundamentales reconocidos en

⁷³ Corte Interamericana de Derechos Humanos, Opinión Consultiva OC-23/17 de 15 de noviembre de 2017 sobre Medio Ambiente y Derechos Humanos.

⁷⁴ *Juliana et al. v The United States of America et al.*; Opinion and Order. 10 November 2016, p. 32.

⁷⁵ *Friends of the Irish Environment et al. v. Fingal County Council et al.*; High Court of Ireland, Judgment, 2017 No. 201 JR, 21 November 2017, §264.



numerosos instrumentos internacionales y regionales y que está también reconocido y protegido por la Constitución (artículo 15).

- Derecho a la salud

Los mismos fenómenos que pueden atentar contra el derecho a la vida pueden afectar negativamente a la salud, sin llegar a producir la muerte de la persona. Este derecho también está reconocido en el artículo 43 de la Constitución española.

- Derecho a la vida privada y familiar

El derecho a la vida privada y familiar está recogido en el artículo 8 del CEDH e incluye el derecho de toda persona a vivir su vida privada, sus relaciones cercanas o a disfrutar de su hogar sin injerencias externas que la perjudiquen. Esta noción se ha extendido, a partir de la jurisprudencia del Tribunal Europeo de Derechos Humanos (TEDH), a la dimensión ambiental, especialmente cuando la degradación del medio ambiente repercute directamente sobre la salud o el bienestar de las personas afectadas. Así, el TEDH ha condenado en reiteradas ocasiones varios estados europeos por no impedir la vulneración de este derecho producida por un exceso de emisiones contaminantes, de bullicio y otras circunstancias similares. Es patente que el cambio climático puede afectar negativamente al disfrute de este derecho.

- Derecho a la propiedad

Recogido en el Protocolo Adicional Primero del Convenio Europeo de Derechos Humanos, ratificado por España, el derecho a la propiedad defiende la capacidad de toda persona de disfrutar de sus posesiones. Tanto el calentamiento global como los efectos que se derivarán tendrán un impacto sobre este derecho. Pensamos, por ejemplo, en los bienes muebles e inmuebles que se puedan degradar, ya sea a consecuencia, por ejemplo, del aumento del nivel del mar, de las altas temperaturas o del grado de intensidad de las tormentas con fuerte oleaje en la costa.

- Derecho a la alimentación

La reducción de la capacidad productiva del campo ya sea por el aumento de temperaturas, la disminución del volumen de agua disponible o la aparición o extensión de plagas, así como el previsible aumento de precios ligado al incremento de la importación de bienes del exterior, puede tener un impacto muy negativo sobre el derecho a la alimentación de las personas que viven en las Illes Balears.

- Derecho al agua

El impacto que tendrá el cambio climático sobre los recursos hídricos (más evaporación, más explotación de los recursos hídricos por el aumento de temperaturas, variabilidad en las precipitaciones) afectará de manera evidente al acceso al derecho al agua, consagrado de manera progresiva en el artículo 14 de la CEDAW, en el artículo 24 del CDI, en la Observación General núm. 15 del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de 2002 y adoptado de manera universal con la Resolución 64/292 de 2010 de la Asamblea General de las Naciones Unidas, que proclama el derecho humano al agua y el saneamiento. No se debe olvidar que los diez años que van desde 2005 hasta 2015 fueron declarados como la década del agua por parte de la ONU, y el periodo que va desde el año 2018 hasta el año 2028 ha sido declarado la década del agua y el desarrollo sostenible. Además, el acceso a agua potable y al saneamiento conforma el número 6 de los



Objetivos de Desarrollo Sostenible aprobados en 2015. Todo esto implica que las políticas relativas a la gestión del agua tienen que ser prioritarias para los estados miembros de las Naciones Unidas.

- Derecho a la vivienda

El derecho a la vivienda se ve afectado de manera similar al derecho a la propiedad mencionado más arriba. En situaciones extremas, el aumento del nivel del mar, los incendios, los fenómenos climáticos extremos y la erosión que se derive, especialmente en las zonas costeras, puede afectar de manera no despreciable a las viviendas existentes en determinadas zonas vulnerables y provocar, al mismo tiempo, un aumento de la presión urbanística sobre aquellas zonas de las Islas con menos vulnerabilidad. Se trata de un derecho consagrado también en el artículo 47 de la Constitución española.

El calentamiento global y el cambio climático que se le deriva impactarán sobre numerosos derechos humanos fundamentales, como por ejemplo el derecho a la vida o la salud. Estos derechos están protegidos tanto a nivel estatal como internacional y el Estado y los poderes públicos están obligados a actuar para prevenir la vulneración.

5.3.1.2. Otras consecuencias legales

Es importante tener en cuenta que la vulneración de todos estos derechos puede, además de causar un gran sufrimiento a la población de las Illes Balears, dar lugar a acciones legales e, incluso, judiciales de reclamación de responsabilidades, tanto contra empresas como contra las administraciones públicas, por acción u omisión ante el peligro que representa el cambio climático. Este fenómeno ya se está observando en numerosos países, en los cuales personas individuales y organizaciones de la sociedad civil denuncian ante los tribunales las instituciones responsables de proteger sus derechos y las empresas que consideran responsables de estos daños⁷⁶.

Por otro lado, es previsible que todos los impactos mencionados a lo largo del informe afecten igualmente a contratos existentes, ya sean de compraventa, de alquiler, de trabajo, de servicios, de productos financieros o de seguros, entre otros. El sector de los seguros, por ejemplo, es uno de los que más interés están mostrando para que se desarrolle un plan eficaz de lucha contra el cambio climático que permita limitar la variedad de los impactos que se pueden producir y que están estrechamente ligados a la actividad aseguradora.

5.3.2. Impactos sobre la sociedad y el sistema democrático

5.3.2.1. Consecuencias sobre la sociedad balear

Se prevén, además de los mencionados impactos sobre los derechos humanos de la ciudadanía y relacionados con ellos, varios factores que hay que tener en cuenta y que pueden dar origen a un deterioro del clima social en las Islas. Entre los más relevantes, podemos mencionar:

⁷⁶ Los ejemplos son numerosos: *Native Village of Kivalina vs. ExxonMobil Corp.*; *Greenpeace Southeast Asia vs. Carbon Majors*, *Urgenda Foundation vs. The Netherlands*, *Foster vs. Washington Department of Ecology*, *Ashgar Leghari vs. Federation Pakistan*, *Union of Swiss Senior Women for Climate Protection vs. Swiss Federal Parliament*, y *Plan B Earth vs. The Secretary of State for Business, Energy, and Industrial Strategy*, entre otros.



- i. Las pérdidas de bienes (muebles e inmuebles) derivadas del cambio climático y fenómenos conexos.
- ii. La eventual necesidad de realojar parte de la población en el supuesto de que estos fenómenos sean especialmente graves.
- iii. La degradación de la actividad económica y la reducción de la renta disponible de parte de la población.
- iv. La dificultad de acceso a determinados bienes y servicios o de uso de ciertas infraestructuras.
- v. El empeoramiento de la salud media de la población.
- vi. La llegada de personas de otros territorios como consecuencia de los impactos sufridos en su lugar de origen debido al cambio climático o de fenómenos que se deriven (conflictos armados, inestabilidad, pobreza...). Este fenómeno, altamente complejo y de naturaleza múltiple, se conoce con el nombre de refugiados climáticos.

Es de esperar que todos estos factores generen un cierto nivel de malestar entre la ciudadanía que puede llegar a tener consecuencias dramáticas para el bienestar y la convivencia de la población balear.

5.3.2.2. Riesgos para el sistema democrático: las cuatro crisis

Por todos los motivos mencionados, en caso de que las instituciones no den una respuesta adecuada al desafío del cambio climático que permita reducir al máximo el aumento de temperatura (mitigación), así como reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de las Islas (adaptación), se puede producir una desafección creciente hacia el sistema político y las instituciones democráticas de consecuencias imprevisibles.

El aumento de la extrema derecha y del populismo en un contexto como el actual, en el cual se mezclan el aumento de las desigualdades (crisis económica, que se ha aprovechado para favorecer la concentración de riqueza en pocas manos, y que se verá agravada porque los impactos del cambio climático son más fuertes sobre las personas más vulnerables); el desperdicio e, incluso, la deshumanización de las personas que llegan de fuera (crisis de los refugiados), y la desafección respecto de la clase política derivada de los numerosos casos de corrupción y de la percepción de su incapacidad para hacer frente a los problemas de la ciudadanía (crisis política), son un buen indicador de los riesgos para el sistema democrático que se podrían derivar de una agravación de estas tres crisis si se les suma la crisis ecológica y climática que se puede producir en el supuesto de que no se tomen las medidas adecuadas para hacerle frente.

Los impactos potencialmente desastrosos del calentamiento global y el cambio climático aumentarán las tensiones actualmente existentes en nuestros sistemas democráticos. La percepción que las autoridades no han hecho lo suficiente puede ser un elemento adicional de pérdida de legitimidad. Además, la previsión de impactos a escala planetaria provocará movimientos migratorios mucho más importantes que los actuales, que es previsible que también afecten a nuestra Comunidad Autónoma.



6. Cuadro resumen de los principales cambios e impactos

Teniendo en cuenta lo que se ha descrito en el apartado anterior, consideramos que los impactos más relevantes del cambio climático para las Illes Balears a medio plazo, tanto por su gravedad como por la probabilidad de que se produzcan, son los siguientes:

Cuadro 5.5. Cambios principales y sus impactos
1. Principales cambios
Subida del nivel del mar
Subida de la temperatura media de todas las estaciones
Aumento del número, la duración y la intensidad de las olas de calor
Reducción de la lluvia y aumento de la evapotranspiración
2. Principales impactos físicos y sobre los ecosistemas terrestres, agricultura y ecosistemas marinos
A) Impactos físicos
Reducción de la superficie de playas
Erosión y pérdida de los sistemas dunares
Salinización de zonas húmedas costeras y acuíferos
B) Ecosistemas terrestres
Cambios en la distribución de las principales formaciones forestales
Aumento del riesgo de incendios forestales
Extinción de especies endémicas de plantas y animales
Aparición y proliferación de especies invasoras
C) Sistemas agrícolas
Pérdida de capacidad productiva y, por lo tanto, del valor del suelo
Cambios en la fisiología de las plantas
Más incidencia de plagas
D) Ecosistemas marinos
Pérdida de praderías de posidonia y de sus servicios ecosistémicos (protección de la costa, amortiguamiento de las oleadas, transparencia del agua), así como de su función de alcantarilla de carbono
Migración de organismos
Más presencia de especies invasoras
Aumento de la acidificación del mar
Desoxigenación de las aguas
3. Principales impactos sobre los recursos hídricos
Disminución de la disponibilidad de agua
Aumento de la salinización de acuíferos
Aumento de la demanda estacional de recursos hídricos
Aumento de los costes de operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento y distribución de aguas
4. Principales impactos sobre las infraestructuras
Aumento del riesgo de incendios en núcleos pequeños de población en áreas rurales
Necesidad de redimensionar infraestructuras relacionadas con el abastecimiento de agua potable frente a la sequía
Necesidad de redimensionar infraestructuras portuarias (muelles, diques y espigones)



Aumento de la corrosión de las estructuras de hormigón por carbonatación
5. Principales impactos sobre el sistema energético
Aumentos de los picos de demanda energética en verano
Aumento de los costes de generación si se mantiene el mix energético actual



Cuadro 5.5. Cambios principales y sus impactos
6. Principales impactos sobre la salud humana
Aumento de la morbimortalidad derivada de las olas de calor
Aumento de las enfermedades respiratorias y de las alergias
Impactos derivados del incremento de la probabilidad de incendios
7. Principales impactos sobre la economía
Impactos generales:
Disminución de la productividad laboral
Disminución del rendimiento de instalaciones e infraestructuras
Incremento en los precios del agua, la energía y los alimentos
Impactos específicos:
a) Sector turístico: redistribución espacial y estacional de los flujos turísticos por el aumento de temperaturas y la pérdida de atractivo turístico por la degradación de los ecosistemas (menos anchura de playa, pérdida de la transparencia de las aguas, daños forestales derivados de los incendios...)
b) Sector agrícola: pérdida de ingresos agrícolas por rendimiento menor de los cultivos, incremento de los costes por necesidades superiores de riego, pérdidas económicas por enfermedades transmitidas por vectores y plagas, menos rentabilidad de las granjas por el descenso de la producción de leche y queso...
c) Sector público: más gasto público por el aumento del gasto energético y sanitario, así como el gasto relacionado con la recogida y distribución de agua, infraestructuras y combatir plagas
8. Principales impactos jurídicos
Impactos sobre los siguientes derechos humanos:
Derecho a la vida
Derecho a la vida privada y familiar
Derecho a la salud
Derecho a la alimentación
Derecho al agua
Derecho a la propiedad
9. Principales impactos sobre la sociedad y el sistema democrático
Deterioro del clima social derivado de los impactos sobre la economía, los derechos humanos y el aumento de los flujos migratorios por el empeoramiento de las condiciones de vida en otros lugares derivadas en parte o del todo del cambio climático
Deterioro de la percepción de las instituciones y desafección hacia el sistema democrático en la medida que no habrá dado respuesta a este desafío
Cuatro crisis: crisis ecológica, crisis económica, crisis migratoria y crisis política

7. Principales medidas de mitigación recomendadas

Qué significa mitigación

Las medidas de mitigación son aquellas encaminadas a reducir la concentración de gases de efecto invernadero con el objetivo de reducir el aumento global de temperaturas y minimizar las consecuencias que se le derivan (las cuales se han analizado en la primera parte de este capítulo). Por el contrario, las medidas de adaptación son aquellas dirigidas a hacer frente a las consecuencias esperadas, no a evitarlas. La diferencia entre estas dos es muy importante a la hora de establecer una política climática adecuada.



Una mitigación imprescindible para poder realizar la adaptación necesaria

Actuar sobre las causas del cambio climático en un intento de prevenir los daños que se derivan y que se acentuarán todavía más en el futuro es, desde el punto de vista del sufrimiento humano, del coste económico o de la capacidad de recuperación de los sistemas, mejor que solo intentar adaptarse. Además, sin medidas de mitigación significativas, lo más probable es que el cambio climático se acentúe tanto y sus impactos sean tan graves que sea simplemente imposible o demasiado caro adaptarse.

Por eso, desarrollar unas políticas de mitigación suficientes es imprescindible para garantizar que se podrán adoptar las medidas de adaptación necesarias para dar respuesta a los cambios e impactos que se derivarán del cambio climático.

Hay que empezar lo antes posible

Las medidas de mitigación tienen que empezar lo antes posible. Cuanto más tardemos a ponernos, mayor será la concentración de gases de efecto invernadero, que provocan el calentamiento global y, por eso:

- Más difícil será limitar el aumento de temperaturas a un nivel mínimamente controlable.
- Mayores costes económicos y sociales tendrán esta reducción de emisiones, puesto que se tendrá que hacer con menos tiempo.
- Habrá menos opciones posibles de reducir estas emisiones y menos capacidad de planificar y decidir cómo queremos hacerlo.

Por todos estos motivos, cuanto más tardemos en desarrollar las políticas de mitigación necesarias, más posibilitados de fracaso hay, con el riesgo real de que el calentamiento del planeta producido por el ser humano desencadene procesos naturales que intensifiquen el cambio climático hasta niveles desastrosos.

La mitigación es una oportunidad

El establecimiento de medidas de mitigación adecuadas puede suponer una oportunidad excepcional para diversificar y fortalecer la economía de las Illes Balears. Por un lado, la diversificación vendrá con la creación de oportunidades y puestos de trabajo en sectores tecnológicos, calificados, difícilmente deslocalizables y de alto valor añadido. Por otro, el fortalecimiento se producirá en sectores económicos locales como el agropesquero, el artesanal y el de la gestión de los recursos naturales. Existen previsiones importantes de fondo a nivel europeo⁷⁷ para financiar planes de mitigación en el ámbito insular que las Illes Balears tendrían que saber aprovechar.

Nivel de mitigación necesario: 40 % en 2030

En cuanto al nivel de mitigación necesario, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (en inglés, IPCC) establece unas reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en los

⁷⁷Por ejemplo, a través de la iniciativa Clean Energy for EU Islands, que busca facilitar la transición energética de las islas de la Unión Europea de aquí a 2030, a través de la selección de una serie de islas piloto que disfrutarán de un apoyo especial por parte del secretariado de la iniciativa. Es justo decir que la UIB y el LINCC UIB son miembros de este secretariado.



países desarrollados entre el 25 % y el 40 % para el año 2020 y entre el 80 % y el 95 % para el año 2050, respecto de las emisiones de 1990, para tener un 66 % de posibilidades de no superar los 2 °C de aumento de la temperatura global.

Además, la Unión Europea ha previsto una reducción de como mínimo el 40 % de las emisiones de GEI en 2030. Consideramos que este es el mínimo irrenunciable que habría que lograr, teniendo en cuenta, además, que el Acuerdo de París establece que el objetivo es limitar el aumento de temperatura por debajo de los 2 °C, lo que implica que alrededor de 2050 habrá que llegar a un nivel neto de emisiones igual a cero. Estos objetivos son, además, coherentes con el Proyecto de ley de cambio climático y transición energética de las Illes Balears. Por otro lado, es muy probable que la UE establezca objetivos más ambiciosos de aquí a 2020 para garantizar una mayor posibilidad de lograr el objetivo fijado en París. Es importante, pues, tener en cuenta la posibilidad de revisar estos objetivos para hacerlos más ambiciosos si la evolución del conocimiento científico o de las políticas de la UE así lo aconsejan. En este sentido, el informe especial reciente del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) sobre el aumento de la temperatura media global en 1,5 °C pone de manifiesto que hay diferencias sustanciales en muchos aspectos entre limitar el aumento de la temperatura global a 1,5 °C o limitarla a 2 °C. En este sentido, para conseguir limitarla a 1,5 °C, la IPCC pone de manifiesto la necesidad de reducir en un 45 % las emisiones de CO₂ de aquí a 2030 respecto de las emisiones de 2010 y de lograr un volumen neto de emisiones igual a 0 alrededor del año 2050.

En todo caso, lo que es fundamental no solo es fijar objetivos ambiciosos, sino, sobre todo, desarrollar las medidas y las políticas que permitan lograrlos.

Medidas de mitigación prioritarias en las Balears

Es necesario establecer lo antes posible un Plan de Mitigación 2030 para conseguir estos objetivos. En las Balears, las emisiones de gases de efecto invernadero provienen principalmente de la producción de energía eléctrica y del transporte (42 % y 37 %, respectivamente, el 2016). Dado que estos sectores representan casi el 80 % de las emisiones directas generadas en las Illes Balears, acontecen los dos sectores en los que habría que centrar principalmente las medidas de mitigación establecidas en el Plan. Reducir la presión humana derivada del turismo que experimentan las Islas, que se añade a la de la población residente y le da un carácter marcadamente estacional, se presenta como un elemento importante de cara a reducir las emisiones en estos sectores.

Para garantizar el éxito de este Plan de Mitigación, sería necesario un plan específico de I+D+I sobre mitigación del cambio climático en las Illes Balears, así como el desarrollo de una red pública de control efectivo de las emisiones.

Hay muchas medidas de mitigación posibles y necesarias⁷⁸. Por su impacto y relevancia, consideramos que las medidas que habría que priorizar por área son las siguientes:

1. Energía

- a) Reducción de la demanda energética en los sectores de uso final de la energía, especialmente los sectores del comercio y los servicios y el residencial, a través, principalmente, del aumento de la eficiencia energética de los edificios. El aumento de eficiencia que se tendría que lograr

⁷⁸ Un listado detallado de medidas destacadas de mitigación figura en el anexo II de este estudio.



de aquí a 2030 tendría que ser, como mínimo, del 27 %, que es el nivel establecido en 2014 por la UE en Marco sobre Clima y Energía 2030, y que se decidió en junio de 2018 aumentar hasta el 32,5 %.

- b) Apostar por la generación energética renovable, con una adecuada planificación territorial y una evaluación de su impacto ambiental. El porcentaje de producción de energía renovable de aquí a 2030 debería situarse, como mínimo, alrededor del 35 %, en línea con el objetivo establecido por el Proyecto de ley de cambio climático y transición energética de las Illes Balears, aprobado por el Consejo de Gobierno en el mes de agosto de 2018, y que está en línea con el objetivo global de la UE para 2030 del 32 %.

2. Movilidad sostenible

- c) Implantación de una red de transporte público (tren, autobús, tranvía...) suficiente, a precios asequibles, no basada en combustibles fósiles y adaptada a cada isla, que permita a la mayoría de los usuarios renunciar al transporte en vehículo privado.
- d) Apuesta decidida por los desplazamientos a pie y en bicicleta en el interior de los cascos urbanos (y entre cascos urbanos cercanos), estableciendo mecanismos de pacificación del uso del espacio público en detrimento de la movilidad con vehículo privado. Adicionalmente, fomentar la movilidad compartida y los desplazamientos con pequeños vehículos eléctricos.
- e) Teniendo en cuenta que el consumo de energía del transporte aéreo es de casi el 30 % del total del transporte en las Balears, es prioritario plantear al Estado la necesidad de reducir sustancialmente las emisiones ligadas a los vuelos, priorizando su carácter de servicio público por encima de su uso puramente recreativo. Habría que prever igualmente mecanismos de compensación de emisiones. Todo esto, en menor medida, también es aplicable al transporte marítimo.

3. Infraestructuras y urbanismo

- f) Relacionado con la movilidad, promover modelos de urbanismo que hagan menos necesario o incluso innecesario el transporte privado, y reducir así la presión sobre la red viaria actual, y que no impliquen un nivel superior de emisiones y de consumo del territorio.
- g) Incluir parámetros obligatorios de sostenibilidad en la construcción en términos de:
 - Consumo energético
 - Necesidades de climatización
 - Consumo de agua

4. Ecosistemas terrestres y marinos y espacios naturales

En 2017, los ecosistemas terrestres capturaron una cantidad de CO₂ equivalente al 11 % de las emisiones anuales de gases de efecto invernadero de todo el Estado. No hay datos sobre las Illes Balears, pero se estima que solo los bosques de las Islas pueden almacenar hasta al menos un 5 % de nuestras emisiones anuales. Por otro lado, las praderías submarinas de *Posidonia oceanica*, que están excluidas de los inventarios nacionales de emisiones, se estima que pueden capturar un 10 % de las emisiones anuales de las Islas. De hecho, se calcula que en sus sedimentos podría encontrarse retenida una cantidad de carbono equivalente a unos 100 años de emisiones. Por eso, el papel de los espacios naturales marinos y terrestres como alcantarillas y almacenes naturales de carbono es importantísimo, y justifica la protección y el aumento de la red de espacios naturales de las Illes Balears, así como de las praderías de *Posidonia oceanica*.



8. Principales medidas de adaptación recomendadas

Qué significa adaptación

La temperatura media global del planeta ha aumentado en torno a 1 °C desde la Revolución Industrial, y las emisiones actuales de gases de efecto invernadero contribuirán a aumentar más la temperatura durante los próximos años. Esto implica que el cambio climático es un fenómeno que ya está en marcha y no se puede evitar al 100 %. Por este motivo es importante que nuestras sociedades se preparen para hacer frente a aquellos cambios y fenómenos que parecen prácticamente inevitables. Las medidas de mitigación, en este sentido, tienen que ir dirigidas a limitar este calentamiento global a un nivel que permita aplicar medidas de adaptación que sean efectivas. Y es que una mitigación insuficiente haría inútiles o demasiado caras la mayoría de las medidas de adaptación.

La adaptación es una oportunidad

Igual que con las políticas de mitigación, emprender las medidas de adaptación necesarias puede ser una oportunidad para mejorar y hacer más resilientes tanto nuestras sociedades como nuestra economía, para desarrollar prácticas y saberes que permitan profundizar, o al menos mantener, nuestro nivel de bienestar.

Medidas de adaptación prioritarias en las Balears

Las medidas de adaptación tienen que responder a los riesgos a los cuales pueden estar sometidas las Illes Balears. Por otro lado, a diferencia de las medidas de mitigación, que se tienen que aplicar lo antes posible, muchos de los riesgos se materializarán de aquí a algunas décadas. Por eso, más allá de los riesgos identificados en la primera parte de este estudio, consideramos que sería importante definir de manera adecuada un Plan de Adaptación con medidas detalladas y concretas para 2030, basado en estudios especializados sobre los temas más sensibles que se han identificado en el presente estudio (entre otros, el aumento de temperaturas, el aumento del nivel del mar, las amenazas para la biodiversidad y la salud humana, los riesgos para los recursos hídricos y para las infraestructuras, etc.).

En este sentido, proponemos la creación de un observatorio sobre los impactos del cambio climático en las Balears, que trabaje en las líneas prioritarias identificadas y pueda identificar de nuevas que puedan surgir. Además, de modo similar al que se propone para la mitigación, sería necesario el desarrollo de un plan de I+D+I para favorecer el desarrollo de medidas de adaptación a la realidad de las Illes Balears.

De entre todas las medidas que habría que considerar⁷⁹, encontramos que, por área, las prioritarias son las siguientes:

⁷⁹ Un listado detallado de medidas destacadas de adaptación figura en el anexo de este estudio.



1. Ecosistemas terrestres y marinos y espacios naturales

- a) Reforzar los sistemas de prevención y actuación rápida en caso de incendios forestales y regular las extracciones de biomasa de los sistemas forestales para prevenir el riesgo de incendio, pero también con el objetivo de asegurar su función como alcantarillas y almacenes de carbono.
- b) Identificar las especies que puedan ser amenazadas por el cambio climático y hacer actuaciones de conservación.
- c) Abordar una estrategia de bioseguridad para las Illes Balears, adaptar la legislación a esta estrategia y generar un sistema de alerta para detectar y actuar ante la llegada de especies alóctonas potencialmente invasoras.
- d) Generar sistemas de gestión de las playas que hagan compatible el uso turístico y su conservación. Implantar medidas de protección para las praderías de *Posidonia oceanica*.

2. Agricultura, ganadería y pesca

- e) Elaborar planes de adaptación de la agricultura balear al cambio climático, teniendo en cuenta amenazas clave como la reducción y contaminación de los recursos hídricos, la mineralización del suelo y el cultivo de especies vulnerables al cambio climático.

3. Infraestructuras y urbanismo

- f) Analizar vulnerabilidades y adaptación de las infraestructuras actuales y futuras a los aumentos de temperatura, en el caso de infraestructuras terrestres; al aumento del nivel del mar, en el caso de infraestructuras marítimas.
- g) Reformular el urbanismo, creando zonas de sombra y corredores verdes que limiten el efecto de isla urbana, sobre todo en grandes ciudades.

4. Agua

- h) Gestionar de manera integrada la demanda de agua con objeto de adaptarla a la disponibilidad del recurso, a través del ahorro, el uso de fuentes locales alternativas o, sobre todo, de la reutilización de las aguas regeneradas en todos los ámbitos donde sea posible, especialmente en los sectores agrícola, de hostelería y ocio.
- i) Revisar y adaptar los sistemas de recogida y canalización de agua para optimizar el volumen de agua recuperada y reducir las pérdidas.
- j) Proteger los acuíferos ante la sobreexplotación y la salinización previsible derivada del aumento del nivel del mar (en el caso de los acuíferos más costeros) y la sobreexplotación.
- k) Elaborar un plan para identificar focos de contaminación por nitratos de los acuíferos y desarrollar actuaciones para recuperar los acuíferos contaminados.

5. Salud

En cuanto a la población de las Balears:

- l) Mejorar los sistemas de predicción y preparación de la población para los riesgos relacionados con el cambio climático, entre los cuales hay que destacar las olas de calor y las enfermedades vectoriales, entre otros. Establecimiento y refuerzo de programas de prevención y acompañamiento para los colectivos más afectados.



En cuanto a los servicios sanitarios:

- m) Formar al personal sanitario y adaptar el servicio de salud para identificar y atender los riesgos asociados al cambio climático (aumento de ciertas enfermedades, vectores de transmisión llegados de otras latitudes, etc.).

9. Conclusión

En este capítulo se ha presentado la evolución del clima de las Balears durante las últimas décadas, así como las variaciones atmosféricas y marinas de más relevancia previstas bajo distintos escenarios de cambio climático. Así mismo, también se han analizado los impactos físicos sobre los ecosistemas, los recursos hídricos, las infraestructuras y la energía, la agricultura y la pesca, y también los impactos sobre el ser humano en cuanto a la salud, la economía y el ámbito jurídico y social. Impactos que, si bien ya se empiezan a notar, se agravarán más allá de 2030; es decir, a medio y largo plazo (2050-2100). Se considera imprescindible que en 2030 las Islas cuenten con planes de mitigación y adaptación al cambio climático articulados en base a los riesgos discutidos en este capítulo.

El análisis llevado a cabo en estas páginas constata que el aumento de la temperatura, la subida del nivel del mar y el aumento del déficit hídrico son las principales amenazas del cambio climático en las Islas. La elevada vulnerabilidad al cambio climático de los ecosistemas isleños y de los sistemas humanos que dependen de él requiere acciones climáticas urgentes si se quiere garantizar el bienestar de las generaciones presentes y futuras. En este sentido, destacan los elevados riesgos a los que se enfrenta la economía balear, fundamentada principalmente en el sector turístico, que es especialmente vulnerable a este fenómeno, lo que puede comprometer seriamente la calidad de vida de los isleños si no se apuesta por diversificar la economía en un intento de hacerla más “resiliente”. En concreto, los impactos que se han identificado para el año 2030 afectarían de manera significativa al territorio y la biodiversidad natural de las Islas, como por ejemplo los bosques, los sistemas dunares y las praderías de posidonia, que son esenciales para los sistemas litorales del Mediterráneo y que son la base del actual modelo turístico de sol y playa.

Además, desde el reconocimiento que los ecosistemas no solo proveen los humanos de servicios con valor económico y social, sino que, sobre todo, son esenciales para la vida y el desarrollo, la necesaria diversificación de la economía debe pasar por apostar por modelos económicos respetuosos con nuestro territorio, patrimonio e idiosincrasia. Hay que diversificar, pues, no solo porque el modelo turístico actual es especialmente vulnerable al cambio climático, sino, sobre todo, porque su creciente demanda energética y material hace que tenga una elevada huella ecológica que contribuye de manera directa al cambio climático, es generadora de residuos e impacta en el territorio si la capacidad de carga no está dimensionada, circunstancias que acaban perjudicando también al bienestar de la ciudadanía isleña. Así, diversificar la economía a partir de la apuesta por modelos económicos más respetuosos con los recursos naturales y las personas debe responder a la adopción de una perspectiva holística en los procesos encaminados a articular estrategias de mitigación y adaptación frente al ya presente y futuro escenario de cambio climático en las Islas.



Las estrategias identificadas en el presente documento se fundamentan principalmente en la reducción de las emisiones de la producción energética y del transporte, un urbanismo y construcción sostenibles y la protección de sistemas naturales que actúan como alcantarillas de carbono. La aplicación de estas medidas requiere, por lo tanto, de un cambio del actual modelo de producción y consumo en las Islas, que, lógicamente, debe estar sostenido por políticas socioeconómicas adecuadas a los objetivos planteados para 2030.

10. Anexos

10.1. Anexo I. Listado extenso de cambios e impactos identificados y esperados

En este listado incluimos todos los cambios e impactos relacionados con el cambio climático que son significativos para las Illes Balears, teniendo en cuenta su relevancia, determinada en función de su intensidad y probabilidad. En este sentido, hemos destacado en color verde los cambios que parecen más relevantes y hemos dejado en color blanco los cambios e impactos para los que, si bien parece que pueden tener relevancia para las Balears, no se espera una intensidad o probabilidad tan elevada o no se dispone de datos suficientes. Finalmente, es justo decir que no figuran en este recuadro aquellos impactos del cambio climático que, aunque son muy relevantes en otros lugares del planeta, parece, según indican los estudios, que no tendrán mucha incidencia en las Illes Balears, como, por ejemplo, una intensificación de los vientos o de las lluvias torrenciales.

Cuadro 5.6. Cambios observados en el medio atmosférico y marino e impactos físicos sobre los ecosistemas y sobre el ser humano que se derivan
CAMBIOS OBSERVADOS EN EL MEDIO ATMOSFÉRICO Y MARÍTIMO
Subida del nivel del mar
Subida de la temperatura media de todas las estaciones
Aumento del número, la duración y la intensidad de las olas de calor
Reducción de la lluvia y aumento de la evapotranspiración
IMPACTOS SOBRE LOS ECOSISTEMAS
Impactos físicos
Reducción de la superficie de playas
Erosión y pérdida de los sistemas dunares
Salinización de zonas húmedas costeras y acuíferos
Ecosistemas terrestres
Cambios en la distribución de las principales formaciones forestales
Aumento del riesgo de incendios forestales
Extinción de especies endémicas de plantas y animales
Aparición y proliferación de especies invasoras
Aumento de parásitos y vectores de enfermedades llegados de otras latitudes
Rotura de mutualismos planta/animal por cambios en la fenología de algunas plantas
Sistemas agrícolas
Pérdida de capacidad productiva y, por lo tanto, del valor del suelo
Cambios en la fisiología de las plantas
Más incidencia de plagas



Cambios en la fenología de las plantas
Reducción de acumulación de horas de frío
Alteraciones fisiológicas asociadas a golpes de calor
Aparición de plagas emergentes
Cambios en la composición de productos derivados
Ecosistemas marinos
Pérdida de praderías de posidonia y de sus servicios ecosistémicos (protección de la costa, amortiguamiento de las oleadas, transparencia del agua), así como de su función de alcantarilla de carbono
Migración de organismos
Más presencia de especies invasoras
Aumento de la acidificación del mar
Desoxigenación de las aguas

Cuadro 5.6. Cambios observados en el medio atmosférico y marino e impactos físicos sobre los ecosistemas y sobre el ser humano que se derivan
Pérdida de hábitat y sustrato para otras especies. Efectos para la biodiversidad
Disminución de la producción de arena
Pérdida de protección de la costa, amortiguamiento de las oleadas y transparencia de las aguas
Disrupción de interacciones tróficas
Impactos sobre la salud de las especies marinas, como, por ejemplo, la nacra
IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS
Disminución de la disponibilidad de agua
Aumento de la demanda estacional de los recursos hídricos
Aumento de la penetración de las aguas salinas en acuíferos, lo que puede reducir la calidad del suministro
Dimensionado de infraestructuras relacionadas con el abastecimiento de agua potable frente a la sequía
Aumento de los costes de operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento y distribución de aguas
a) Impactos sobre los sistemas de recogida y distribución de agua (subida del nivel del mar)
a.1) Reducción de la disponibilidad y calidad del suministro de agua debido a la entrada de agua salada en los acuíferos subterráneos y en las redes de distribución
a.2) Aumento de los costes de mantenimiento de redes de distribución debido a la intrusión de agua salada
a.3) Aumento de los costes de mantenimiento, operación y reparación de las infraestructuras y redes, como es el caso de las plantas de desalinización expuestas a posibles inundaciones
a.4) Aumento de los costes de operación de las redes de drenaje, puesto que el aumento del nivel del mar reduciría la efectividad de los sistemas de drenaje por gravedad, lo que obligaría a instalar sistemas de bombeo para el transporte y descarga de las aguas de lluvia
b) Impactos sobre los sistemas de recogida y distribución de agua (reducción global de las precipitaciones)
b.1) Reducción de la disponibilidad y calidad del suministro de agua, debido a la reducción del caudal de reposición, y el aumento de las concentraciones de contaminación en los depósitos de agua
b.2) Reducción de los niveles de los acuíferos subterráneos, debido a la recarga limitada
b.3) Aumento de los costes de operación, mantenimiento y reparación de los sistemas de tratamiento de aguas debido al tratamiento de aguas de peor calidad
b.4) Aumento de los costes de operación, mantenimiento y reparación de las redes de distribución a medida que disminuye la humedad del suelo y aumenta la intrusión salina
b.5) Aumento de los costes de mantenimiento y reparación debido a la reducción de la humedad del suelo y el bajo flujo de agua por las cañerías, hechos que conducirán a la degradación de las redes de drenaje
IMPACTOS SOBRE LAS INFRAESTRUCTURAS
Aumento del riesgo de incendio principalmente en núcleos pequeños de población en áreas rurales por el aumento del estrés hídrico
Aumento de la corrosión en estructuras de hormigón por carbonatación por el aumento del CO ₂ atmosférico
a) Más estrés hídrico
a.1) Dimensionado de infraestructuras ligadas al abastecimiento de agua potable inadecuado frente a la sequía
b) Aumento de la temperatura media
b.1) Aumento del deterioro de las infraestructuras (juntas de expansión, pandeo vías de tren, fisuraciones)



en estructuras de hormigón) por deformaciones térmicas
b.2) Aumento de la velocidad de corrosión en las estructuras de acero, de hormigón o conectores en estructuras de madera
c) Subida del nivel del mar
c.1) Necesidad de adaptación de los puertos y otras obras marítimas
c.2) Aumento del nivel freático y de salinización del agua en el subsuelo
c.3) Problemas de durabilidad en los fundamentos de las edificaciones cercanas al mar
c.4) Problemas ligados a pequeños movimientos en los fundamentos por cambio de nivel freático
c.5) Pérdida de funcionalidad del alcantarillado en las zonas costas

Cuadro 5.6. Cambios observados en el medio atmosférico y marino e impactos físicos sobre los ecosistemas y sobre el ser humano que se derivan
IMPACTOS SOBRE LA ENERGÍA
Aumento de los picos de demanda energética estival (relacionados con la demanda de refrigeración de las noches estivales)
Aumento de los costes de generación con el mix energético actual (más potencia instalada para responder a las puntas, con una demanda media que permanecerá constante)
Aumento de la demanda energética vinculada a la desalinización
IMPACTOS SOBRE LA SALUD HUMANA
Aumento de la morbimortalidad derivada de las olas de calor
Aumento de las enfermedades respiratorias y de las alergias
Impactos derivados del incremento de la probabilidad de incendios
Impactos por olas de frío
Impactos por lluvias torrenciales
Impactos sobre la alimentación
Enfermedades transmitidas por el agua
Enfermedades vectoriales
Enfermedades transmitidas por alimentos
Degradación de infraestructuras
IMPACTOS SOBRE LA ECONOMÍA
Impactos generales
Disminución de la productividad laboral
Disminución del rendimiento de instalaciones e infraestructuras
Incremento en los precios del agua, la energía, los cereales y los alimentos
Impactos por sector
Turismo
Redistribución espacial y estacional de los flujos turísticos
Pérdida de atractivo turístico por la reducción de la anchura de las playas, la calidad y la transparencia de las aguas costeras por los impactos sobre la posidonia y por los daños forestales derivados de los incendios
Pérdida de atractivo turístico de zonas húmedas por pérdida de especies endémicas
Pérdidas de valor de la pesca recreativa por menos capturas por los impactos sobre la posidonia
Disminución de la calidad de la experiencia turística por episodios de medusas
Disminución de la calidad de la experiencia turística por riesgos para la salud y la menor visibilidad derivados de la contaminación atmosférica generada por la quema de combustibles fósiles
Pérdida de atractivo turístico por riesgos para la salud derivados de enfermedades transmitidas por vectores
Pérdidas de atractivo turístico de Menorca por la enfermedad de los caballos africanos
Pérdida de valor paisajístico derivado de la <i>Xylella fastidiosa</i>
Agricultura
Pérdida de ingresos agrícolas por el menor rendimiento de los cultivos
Aumento de costes por el aumento de la necesidad de riego
Pérdidas económicas por enfermedades transmitidas por vectores y por plagas
Pérdidas económicas por cambios en la composición del vino y el aceite



Ganadería
Menos rentabilidad económica de granjas por la reducción de la producción de leche y queso
Aumento de los costes de explotación de instalaciones por más necesidad de refrigeración y ventilación de instalaciones
Menos rentabilidad económica por el aumento de la tasa de reproducción de parásitos y patógenos y por la introducción de nuevos patógenos
Pesca
Menos rentabilidad de la actividad pesquera comercial por desaparición de especies o menor crecimiento
Construcción
Aumento de los costes directos e indirectos ligados a la disminución de la vida útil de las infraestructuras
Vivienda
Disminución del valor de mercado de los inmuebles costeros
Cuadro 5.6. Cambios observados en el medio atmosférico y marino e impactos físicos sobre los ecosistemas y sobre el ser humano que se derivan
Sector público
Incremento del gasto público por el aumento del gasto energético y sanitario y relacionado con los sistemas de recogida y distribución de agua, en infraestructuras y combatir plagas
Disminución de los ingresos públicos
IMPACTOS JURÍDICOS
Impacto sobre el derecho a la vida
Impacto sobre el derecho a la salud
Impacto sobre el derecho a la vida privada y familiar
Impacto sobre el derecho a la propiedad
Impacto sobre el derecho a la alimentación
Impacto sobre el derecho al agua
Impacto sobre el derecho a la vivienda
Acciones legales de reclamación de responsabilidades a las administraciones públicas por carencia de acción suficiente y a las empresas por actividades emisoras de GEI
Impactos sobre contratos existentes y sobre el sector de los seguros
IMPACTOS SOBRE LA SOCIEDAD Y EL SISTEMA DEMOCRÁTICO
Deterioro del clima social derivado de los impactos sobre la economía, los derechos humanos y el aumento de los flujos migratorios por el empeoramiento de las condiciones de vida en otros lugares derivadas en parte o del todo del cambio climático
Deterioro de la percepción de las instituciones y desafección hacia el sistema democrático en la medida que no habrá dado respuesta a este desafío

10.2. Anexo II. Listado extenso de medidas de mitigación recomendadas

Qué significa mitigación

Las medidas de mitigación son aquellas encaminadas a reducir la concentración de gases de efecto invernadero con el objetivo de reducir el aumento global de temperaturas y minimizar las consecuencias que se le derivan (las cuales se han analizado en la primera parte de este capítulo). Por el contrario, las medidas de adaptación son aquellas dirigidas a hacer frente a las consecuencias esperadas, no a evitarlas. La diferencia entre estas dos es muy importante a la hora de establecer una política climática adecuada.

Una mitigación imprescindible para poder realizar la adaptación necesaria



Actuar sobre las causas del cambio climático en un intento de prevenir los daños que se derivan y que se acentuarán todavía más en el futuro es, desde el punto de vista del sufrimiento humano, del coste económico o de la capacidad de recuperación de los sistemas, mejor que solo intentar adaptarse. Además, sin medidas de mitigación significativas, lo más probable es que el cambio climático se acentúe tanto y sus impactos sean tan graves que sea simplemente imposible o demasiado caro adaptarse.

Por eso, desarrollar unas políticas de mitigación suficientes es imprescindible para garantizar que se podrán adoptar las medidas de adaptación necesarias para dar respuesta a los cambios e impactos que se derivarán del cambio climático.

Hay que empezar lo antes posible

Las medidas de mitigación tienen que empezar lo antes posible. Cuanto más tardemos a ponernos, mayor será la concentración de gases de efecto invernadero, que provocan el calentamiento global y, por eso:

- Más difícil será limitar el aumento de temperaturas a un nivel mínimamente controlable.
- Mayores costes económicos y sociales tendrán esta reducción de emisiones, puesto que se tendrá que hacer con menos tiempo.
- Habrá menos opciones posibles de reducir estas emisiones y menos capacidad de planificar y decidir cómo queremos hacerlo.

Por todos estos motivos, cuanto más tardemos en desarrollar las políticas de mitigación necesarias, más posibilidades de fracaso hay, con el riesgo real de que el calentamiento del planeta producido por el ser humano desencadene procesos naturales que intensifiquen el cambio climático hasta niveles desastrosos.

La mitigación es una oportunidad

El establecimiento de medidas de mitigación adecuadas puede suponer una oportunidad excepcional para diversificar y fortalecer la economía de las Illes Balears. Por un lado, la diversificación vendrá con la creación de oportunidades y puestos de trabajo en sectores tecnológicos, calificados, difícilmente deslocalizables y de alto valor añadido. Por otro, el fortalecimiento se producirá en sectores económicos locales como el agropesquero, el artesanal y el de la gestión de los recursos naturales. Existen previsiones importantes de fondo a nivel europeo⁸⁰ para financiar planes de mitigación en el ámbito insular que las Illes Balears tendrían que saber aprovechar.

Nivel de mitigación necesario: 40 % en 2030

En cuanto al nivel de mitigación necesario, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (en inglés, IPCC) establece unas reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en los países desarrollados entre el 25 % y el 40 % para el año 2020 y entre el 80 % y el 95 % para el año 2050, respecto de las emisiones de 1990, para tener un 66 % de posibilidades de no superar los 2 °C de aumento de la temperatura global.

⁸⁰Por ejemplo, a través de la iniciativa Clean Energy for EU Islands, que busca facilitar la transición energética de las islas de la Unión Europea de aquí a 2030, a través de la selección de una serie de islas piloto que disfrutarán de un apoyo especial por parte del secretariado de la iniciativa. Es justo decir que la UIB y el LINCC UIB son miembros de este secretariado.



Además, la Unión Europea ha previsto una reducción de como mínimo el 40 % de las emisiones de GEI en 2030. Consideramos que este es el mínimo irrenunciable que habría que lograr, teniendo en cuenta, además, que el Acuerdo de París establece que el objetivo es limitar el aumento de temperatura por debajo de los 2 °C, lo que implica que alrededor de 2050 habrá que llegar a un nivel neto de emisiones igual a cero. Estos objetivos son, además, coherentes con el Proyecto de ley de cambio climático y transición energética de las Illes Balears. Por otro lado, es muy probable que la UE establezca objetivos más ambiciosos de aquí a 2020 para garantizar una mayor posibilidad de lograr el objetivo fijado en París. Es importante, pues, tener en cuenta la posibilidad de revisar estos objetivos para hacerlos más ambiciosos si la evolución del conocimiento científico o de las políticas de la UE así lo aconsejan. En este sentido, el informe especial reciente del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) sobre el aumento de la temperatura media global en 1,5 °C pone de manifiesto que hay diferencias sustanciales en muchos aspectos entre limitar el aumento de la temperatura global a 1,5 °C o limitarla a 2 °C. En este sentido, para conseguir limitarla a 1,5 °C, la IPCC pone de manifiesto la necesidad de reducir en un 45 % las emisiones de CO₂ de aquí a 2030 respecto de las emisiones de 2010 y de lograr un volumen neto de emisiones igual a 0 alrededor del año 2050.

En todo caso, lo que es fundamental no solo es fijar objetivos ambiciosos, sino, sobre todo, desarrollar las medidas y las políticas que permitan lograrlos.

Medidas de mitigación prioritarias en las Balears

Es necesario establecer lo antes posible un Plan de Mitigación 2030 para conseguir estos objetivos. En las Balears, las emisiones de gases de efecto invernadero provienen principalmente de la producción de energía eléctrica y del transporte (42 % y 37 %, respectivamente, el 2016). Dado que estos sectores representan casi el 80 % de las emisiones directas generadas en las Illes Balears, acontecen los dos sectores en los que habría que centrar principalmente las medidas de mitigación establecidas en el Plan. Reducir la presión humana derivada del turismo que experimentan las Islas, que se añade a la de la población residente y le da un carácter marcadamente estacional, se presenta como un elemento importante de cara a reducir las emisiones en estos sectores.

Para garantizar el éxito de este Plan de Mitigación, sería necesario un plan específico de I+D+I sobre mitigación del cambio climático en las Illes Balears, así como el desarrollo de una red pública de control efectivo de las emisiones.

Finalmente, los sistemas de generación de energía están al límite de eficiencia termodinámica, con lo cual, hay que incidir en la demanda y el tipo de generación.

Hay muchas medidas de mitigación posibles y los estudios sobre la materia se están actualizando constantemente. En este sentido, a continuación, se detallan algunas medidas que consideramos prioritarias (y que ya hemos detallado en el capítulo correspondiente), junto con otras medidas que consideramos relevantes en cuanto a la mitigación del cambio climático.

1. Energía

- a) Reducción de la demanda energética en los sectores de uso final de la energía, especialmente los sectores del comercio y los servicios y el residencial, a través, principalmente, del aumento de la eficiencia energética de los edificios. El aumento de eficiencia que se tendría que lograr de aquí a 2030 tendría que ser, como mínimo, del 27 %, que es el nivel establecido en 2014 por



la UE en Marco sobre Clima y Energía 2030, y que se decidió en junio de 2018 aumentar hasta el 32,5 %.

- b) Apostar por la generación energética renovable, con una adecuada planificación territorial y una evaluación de su impacto ambiental. El porcentaje de producción de energía renovable de aquí a 2030 debería situarse, como mínimo, alrededor del 35 %, en línea con el objetivo establecido por el Proyecto de ley de cambio climático y transición energética de las Illes Balears, aprobado por el Consejo de Gobierno en el mes de agosto de 2018, y que está en línea con el objetivo global de la UE para 2030 del 32 %.

Otras medidas relevantes:

- Incidir en los cambios de los patrones de consumo.
- Renunciar a las prospecciones de combustibles fósiles (petróleo, gas...).
- Impulsar la generación eléctrica descentralizada.
- Definir zonas con un potencial más elevado de acceso a las infraestructuras eléctricas para la instalación de fuentes de generación renovable.
- Crear generación distribuida con fuentes renovables mediante técnicas de *smart grids* eléctricas.
- Impulsar las redes de distrito térmicas (*district heating*) en las zonas costeras con alta penetración de establecimientos vocacionales.

2. Movilidad sostenible

Medidas principales:

- c) Implantación de una red de transporte público (tren, autobús, tranvía...) suficiente, a precios asequibles, no basada en combustibles fósiles y adaptada a cada isla, que permita a la mayoría de los usuarios renunciar al transporte en vehículo privado.
- d) Apuesta decidida por los desplazamientos a pie y en bicicleta en el interior de los cascos urbanos (y entre cascos urbanos cercanos), estableciendo mecanismos de pacificación del uso del espacio público en detrimento de la movilidad con vehículo privado. Adicionalmente, fomentar la movilidad compartida y los desplazamientos con pequeños vehículos eléctricos.
- e) Teniendo en cuenta que el consumo de energía del transporte aéreo es de casi el 30 % del total del transporte en las Balears, es prioritario plantear al Estado la necesidad de reducir sustancialmente las emisiones ligadas a los vuelos, priorizando su carácter de servicio público por encima de su uso puramente recreativo. Habría que prever igualmente mecanismos de compensación de emisiones. Todo esto, en menor medida, también es aplicable al transporte marítimo.

Otras medidas relevantes:

- Promover la posibilidad de establecer regímenes especiales para los territorios insulares que permitan regular los flujos de visitantes.

3. Infraestructuras y urbanismo

3. Infraestructuras y urbanismo

Medidas principales:

- h) Relacionado con la movilidad, promover modelos de urbanismo que hagan menos necesario o incluso innecesario el transporte privado, y reducir así la presión sobre la red viaria actual, y que no impliquen un nivel superior de emisiones y de consumo del territorio.



i) Incluir parámetros obligatorios de sostenibilidad en la construcción en términos de:

- Consumo energético
- Necesidades de climatización
- Consumo de agua

Otras medidas relevantes:

- Alargar la vida útil de las edificaciones, con objeto de no liberar la energía embebida en ellos, a través de planes de rehabilitación de edificios y similares.
- Crear más zonas verdes en los cascos urbanos y apostar por un mayor despliegue del arbolado y aprovechamiento de cubiertas verdes, y templar así las temperaturas (efecto isla de calor) y servir de alcantarillas de CO₂, con un uso sostenible de los recursos hídricos.

4. Ecosistemas terrestres y marinos y espacios naturales

En 2017, los ecosistemas terrestres capturaron una cantidad de CO₂ equivalente al 11 % de las emisiones anuales de gases de efecto invernadero de todo el Estado. No hay datos sobre las Illes Balears, pero se estima que solo los bosques de las Islas pueden almacenar hasta al menos un 5 % de nuestras emisiones anuales. Por otro lado, las praderías submarinas de *Posidonia oceanica*, que están excluidas de los inventarios nacionales de emisiones, se estima que pueden capturar un 10 % de las emisiones anuales de las Islas. De hecho, se calcula que en sus sedimentos podría encontrarse retenida una cantidad de carbono equivalente a unos 100 años de emisiones. Por eso, el papel de los espacios naturales marinos y terrestres como alcantarillas y almacenes naturales de carbono es importantísimo, y justifica la protección y el aumento de la red de espacios naturales de las Illes Balears, así como de las praderías de *Posidonia oceanica*.

j) El papel de los espacios naturales marinos y terrestres como alcantarillas y almacenes naturales de carbono es importantísimo, y justifica la protección y aumento de la red de espacios naturales de las Illes Balears, así como de las praderías de *Posidonia oceanica*.

Otras medidas relevantes:

- Calcular el capítulo 4 (uso de la tierra, cambios en el uso de la tierra y sistemas forestales) de la mesa de emisiones de gases de las Balears, dado que nunca se ha calculado.
- Regular las extracciones de biomasa forestal para reducir las emisiones asociadas.
- En cuanto a la agricultura, implantar una gestión de tierras agrícolas y gestión de pastoreos encaminada a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, fomentar el uso del suelo y los cultivos como secuestradores de carbono y conservar la reserva de carbono de cultivos y de suelo mediante la adecuada gestión de los residuos.

5. Residuos

El verdadero potencial de mitigación del cambio climático de los residuos no se encuentra tanto en la reducción de emisiones de la incineración o del vertido como en el potencial de reducir toda la huella de carbono asociada a un producto, que deriva de las emisiones vinculadas a sectores como la extracción de materias primas, la producción industrial, la producción de alimentos y el transporte, entre otros.

En este sentido, hay que apostar, por orden de prioridades, por:

- Reducir la generación de residuos, principalmente en cuanto a los residuos alimentarios, los envases y los productos textiles.



- Promover el alargamiento de la vida útil de las cosas, facilitando la reparación y el intercambio (eliminar la obsolescencia programada).
- Promover la economía circular, de modo que los residuos se vuelvan materias aprovechables en el proceso productivo y reducir así drásticamente la necesidad de emplear más recursos naturales.
- Aumentar de modo sustancial el reciclaje.
- Apostar decididamente por el compost para reducir las emisiones ligadas a su vertido y para devolver carbono a los suelos.

6. Sistemas de agua

- Impulsar medidas de eficiencia en la colecta, distribución y consumo de agua para reducir la necesidad de uso de las desaladoras y el consumo energético que suponen.

7. Salud

La interrelación entre salud y cambio climático es triple. En primer lugar, tal como hemos visto, el cambio climático tiene impactos negativos sobre la salud. En segundo lugar, la reducción de gases de efecto invernadero no solo sirve para mitigar el cambio climático, sino que tiene, además, un efecto directo muy positivo sobre la calidad del aire y, por lo tanto, la salud humana. En último lugar, la adopción de comportamientos saludables está ligada también a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Principalmente, se considera que hace falta:

- Promover el consumo de producto local con huella de carbono reducida y reducir el consumo de alimentos que tengan una huella de carbono elevada (por el lugar donde han sido producidos, por el nivel de procesamiento, por el uso intensivo de recursos en su producción, etc.).
- Impulsar formas de desplazamiento saludables (a pie o con vehículos no motorizados, como por ejemplo la bicicleta).

8. Educación

Promover acciones educativas orientadas a facilitar la adopción de comportamientos ambientalmente sostenibles y dirigidas a la población en general y a los grupos que se consideran especialmente implicados.

Especialmente:

- Incorporar a los niveles de la educación formal contenidos en relación con los recursos que directamente e indirectamente contribuyen al cambio climático: consumo de electricidad, consumo de agua, tipo de movilidad, tipo de alimentación, etc.
- Detectar los grupos profesionales que tendrían que ser de atención educativa prioritaria en relación con el cambio climático y diseñar programas de intervención educativa para cada uno de ellos.
- Establecer un grupo de trabajo con la Dirección General de Educación Ambiental, Calidad Ambiental y Residuos y la Conselleria de Educación y la Universitat de les Illes Balears para tratar los temas educativos en relación con el cambio climático.

9. Economía

- Hay que trabajar para establecer un sistema de economía circular y reducir de manera significativa la producción y el consumo de bienes materiales.



- Aplicar el principio de derecho comunitario de “quien contamina paga”, e introducir una tasa en el carbono e incentivos a los comportamientos bajos en emisiones.
- Acompañar y apoyar a las empresas que quieren transformarse o desarrollar una actividad baja en carbono.
- Fomentar la desinversión en energías fósiles y en actividades altamente generadoras de GEI.
- Promover la economía local y el km 0 en todos los sectores, especialmente a través de la regulación del sector hotelero y de restauración y de la compra pública sostenible.

10. Legislación

- Impulsar un diálogo con el Estado para afrontar modificaciones legislativas en temas de gran relevancia en cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero en las Illes Balears, pero sobre los cuales la Comunidad Autónoma no tiene competencias o las tiene de manera parcial, como por ejemplo la energía, los puertos y aeropuertos, los residuos y la normativa de construcción.

10.3. Anexo III. Listado extenso de medidas de adaptación recomendadas

Qué significa adaptación

La temperatura media global del planeta ha aumentado en torno a 1 °C desde la Revolución Industrial, y las emisiones actuales de gases de efecto invernadero contribuirán a aumentar más la temperatura durante los próximos años. Esto implica que el cambio climático es un fenómeno que ya está en marcha y no se puede evitar al 100 %. Por este motivo es importante que nuestras sociedades se preparen para hacer frente a aquellos cambios y fenómenos que parecen prácticamente inevitables. Las medidas de mitigación, en este sentido, tienen que ir dirigidas a limitar este calentamiento global a un nivel que permita aplicar medidas de adaptación que sean efectivas. Y es que una mitigación insuficiente haría inútiles o demasiado caras la mayoría de las medidas de adaptación.

La adaptación es una oportunidad

Igual que con las políticas de mitigación, emprender las medidas de adaptación necesarias puede ser una oportunidad para mejorar y hacer más resilientes tanto nuestras sociedades como nuestra economía, para desarrollar prácticas y saberes que permitan profundizar, o al menos mantener, nuestro nivel de bienestar.

Medidas de adaptación prioritarias en las Balears

Las medidas de adaptación tienen que responder a los riesgos a los cuales pueden estar sometidas las Illes Balears. Por otro lado, a diferencia de las medidas de mitigación, que se tienen que aplicar lo antes posible, muchos de los riesgos se materializarán de aquí a algunas décadas. Por eso, más allá de los riesgos identificados en la primera parte de este estudio, consideramos que sería importante definir de manera adecuada un Plan de Adaptación con medidas detalladas y concretas para 2030,



basado en estudios especializados sobre los temas más sensibles que se han identificado en el presente estudio (entre otros, el aumento de temperaturas, el aumento del nivel del mar, las amenazas para la biodiversidad y la salud humana, los riesgos para los recursos hídricos y para las infraestructuras, etc.).

En este sentido, proponemos la creación de un observatorio sobre los impactos del cambio climático en las Balears, que trabaje en las líneas prioritarias identificadas y pueda identificar de nuevas que puedan surgir. Además, de modo similar al que se propone para la mitigación, sería necesario el desarrollo de un plan de I+D+I para favorecer el desarrollo de medidas de adaptación a la realidad de las Illes Balears.

De entre todas las medidas que habría que considerar, si bien algunas son consideradas prioritarias, hay también otras muchas medidas que acontecen relevantes, como se detalla a continuación:

1. Ecosistemas terrestres y marinos y espacios naturales

- a. Reforzar los sistemas de prevención y actuación rápida en caso de incendios forestales y regular las extracciones de biomasa de los sistemas forestales para prevenir el riesgo de incendio, pero también con el objetivo de asegurar su función como alcantarillas y almacenes de carbono.
- b) Identificar las especies que puedan ser amenazadas por el cambio climático y hacer actuaciones de conservación.
- c) Abordar una estrategia de bioseguridad para las Illes Balears, adaptar la legislación a esta estrategia y generar un sistema de alerta para detectar y actuar ante la llegada de especies alóctonas potencialmente invasoras.
- d) Generar sistemas de gestión de las playas que hagan compatible el uso turístico y su conservación. Implantar medidas de protección para las praderías de *Posidonia oceanica*.

2. Agricultura, ganadería y pesca

- e) Elaborar planes de adaptación de la agricultura balear al cambio climático, teniendo en cuenta amenazas clave como la reducción y contaminación de los recursos hídricos, la mineralización del suelo y el cultivo de especies vulnerables al cambio climático.

Otras medidas relevantes:

- Incrementar la eficiencia en el uso del agua tanto en secano como en regadío.
- Elaborar un plan pesquero en función de las especies comerciales vulnerables al cambio climático.

3. Infraestructuras y urbanismo

- f) Analizar vulnerabilidades y adaptación de las infraestructuras actuales y futuras a los aumentos de temperatura, en el caso de infraestructuras terrestres; al aumento del nivel del mar, en el caso de infraestructuras marítimas.
- g) Reformular el urbanismo, creando zonas de sombra y corredores verdes que limiten el efecto de isla urbana, sobre todo en grandes ciudades.

Otras medidas relevantes:

- Incorporar variables climáticas en el diseño de infraestructuras.
- Establecer una planificación urbanística que tenga cuenta aspectos bioclimáticos.



- Fomentar la eficiencia energética de los edificios para reducir necesidades de climatización.

4. Agua

- h) Gestionar de manera integrada la demanda de agua con objeto de adaptarla a la disponibilidad del recurso, a través del ahorro, el uso de fuentes locales alternativas o, sobre todo, de la reutilización de las aguas regeneradas en todos los ámbitos donde sea posible, especialmente en los sectores agrícola, de hostelería y ocio.
- i) Revisar y adaptar los sistemas de recogida y canalización de agua para optimizar el volumen de agua recuperada y reducir las pérdidas.
- j) Proteger los acuíferos ante la sobreexplotación y la salinización previsible derivada del aumento del nivel del mar (en el caso de los acuíferos más costeros) y la sobreexplotación.
- k) Elaborar un plan para identificar focos de contaminación por nitratos de los acuíferos y desarrollar actuaciones para recuperar los acuíferos contaminados.

Otras medidas relevantes:

- Impulsar la recuperación de agua para los particulares en sus viviendas.
- Impulsar sistemas que aseguren un consumo eficiente de agua.
- Promover educación y concienciación.
- Revisar y adaptar los sistemas de depuración.

5. Salud

En cuanto a la población de las Balears:

- l) Mejorar los sistemas de predicción y preparación de la población para los riesgos relacionados con el cambio climático, entre los cuales hay que destacar las olas de calor y las enfermedades vectoriales, entre otros. Establecimiento y refuerzo de programas de prevención y acompañamiento para los colectivos más afectados.

En cuanto a los servicios sanitarios:

- m) Formar al personal sanitario y adaptar el servicio de salud para identificar y atender los riesgos asociados al cambio climático (aumento de ciertas enfermedades, vectores de transmisión llegados de otras latitudes, etc.).

6. Energía

- Analizar las infraestructuras eléctricas: de vulnerabilidad y de aprovechamiento de potencialidades.

7. Educación

Promover acciones educativas orientadas a facilitar la adopción de comportamientos ambientalmente sostenibles y dirigidas a la población en general y a los grupos que se consideran especialmente implicados.

Especialmente:

- Incorporar a los niveles de la educación formal contenidos en relación con los recursos que directamente o indirectamente contribuyen al cambio climático: consumo de electricidad, consumo de agua, tipo de movilidad, tipo de alimentación, etc.



- Detectar los grupos profesionales que deberían ser de atención educativa prioritaria en relación con el cambio climático y diseñar programas de intervención educativa para cada uno de ellos.
- Establecer un grupo de trabajo con la Dirección General de Educación Ambiental, Calidad Ambiental y Residuos y la Conselleria de Educación y la Universitat de les Illes Balears para tratar los temas educativos en relación con el cambio climático.

8. Economía

- Reducir la dependencia de productos y servicios del exterior.

11. Referencias bibliográficas

Referencias generales

Decision No 406/2009/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the effort of Member States to reduce their greenhouse gas emissions to meet the Community's greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020. OJ L 140, 5.6.2009, p. 136-148.

Decision 1/CP.21, Adoption of the Paris Agreement. 29 January 2016. FCCC/CP/2015/10/Add.1 (opened for signature on 22 April 2016, entered into force on 4 November 2016).

Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council of 13 October 2003 establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community and amending Council Directive 96/61/EC (Text with EEA relevance). OJ L 275, 25.10.2003, p. 32-46.

EEA (2010). *The European environment - state and outlook 2010: synthesis.* Copenhagen: EEA.

EUROPEAN COMMISSION (2013). *Environment: New policy package to clean up Europe's air.* Press Release.

EUROPEAN COMMISSION (2014). *2030 climate & energy framework.*

https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en.

EUROPEAN COMMISSION (2016). *Clean energy for all Europeans package.* <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/clean-energy-all-europeans>.

EUROPEAN COMMISSION (2017). *Clean energy for EU Islands Initiative.*

<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/clean-energy-eu-islands>.



EUROPEAN COMMISSION (2018). *Energy efficiency first: Commission welcomes agreement on energy efficiency*. Press Release.

EUROPEAN COMMISSION (2018). *Europe leads the global clean energy transition: Commission welcomes ambitious agreement on further renewable energy development in the EU*. Press Release.

FACTOR CO₂ IDEAS (2015). *Full de ruta per a l'adaptació al canvi climàtic a les Illes Balears. Anàlisi de risc climàtic. 01/2016*. Bilbao: Factor CO₂ Ideas - Govern de les Illes Balears.

INSTITUT ESTUDIS CATALANS (2016). *Terçer informe sobre canvi climàtic a Catalunya*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans - Generalitat de Catalunya.

IPCC (2007). *Climate Change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability: contribution of Working Group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel*. Ginebra: IPCC.

IPCC, (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Ginebra: IPCC.

IPCC (2013). *Summary for Policymakers. In Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Cambridge: Cambridge University Press.

IPCC (2014). *5th Assessment Report, Working Group II Report, Summary for Policymakers*. Ginebra: IPCC.

IPCC (2014). *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: Cambridge University Press.

IPCC (2014). *Climate Change 2014. Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.

IPCC (2018). *Calentamiento global de 1,5 °C. Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza*. <<http://www.ipcc.ch/report/sr15/>>

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (2016). *Inventario de emisiones de GEI de Baleares*.

Projecte de llei de canvi climàtic i transició energètica de les Illes Balears, aprovat per Consell de Govern el 23 d'agost de 2018.

Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Adopted in Kyoto, Japan, on 11 December 1997. 2303 UNTS 148.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 9 May 1992. 1771 UNTS 107.

Referencias específicas



Cambios y impactos físicos

ADAPTECCA (2018). *Visor de Escenarios Climáticos*. [Consulta efectuada l'abril de 2018 a la web <http://escenarios.adaptecca.es>].

ADLOFF, F.; JORDÀ, G.; SOMOT, S.; SEVAULT, F.; ARSOUZE, T.; MEYSSIGNAC, B.; LI, L.; PLANTON S. (2017). "Improving sea level simulation in Mediterranean regional climate models". *Climate Dynamics*, 51, p. 1167-1178.

ADLOFF, F.; SOMOT, S.; SEVAULT, F.; JORDÀ, G.; AZNAR, R.; DÉQUÉ, M.; HERRMANN, M.; MARCOS, M.; DUBOIS, C.; PADORNO, E.; ALVAREZ-FANJUL, E.; GOMIS, D. (2015). "Mediterranean Sea response to climate change in an ensemble of twenty first century scenarios". *Climate Dynamics*, 45, p. 2775-2802.

AMENGUAL, A.; HOMAR, V.; ROMERO, R.; ALONSO, S.; RAMIS, C. (2012). "Projections of the climate potential for tourism at local scales: Application to Platja de Palma, Spain". *International Journal of Climatology*, 32, p. 2095-2107.

AMENGUAL, A.; HOMAR, V.; ROMERO, R.; BROOKS, H. E.; RAMIS, C.; GORDALIZA, M.; ALONSO, S. (2014). "Projections of heat waves with high impact on human health in Europe". *Global and Planetary Change*, 119, p. 71-84.

AMENGUAL, A.; HOMAR, V.; ROMERO, R.; RAMIS, C.; ALONSO, S. (2014). "Projections for the 21st century of the climate potential for beach-based tourism in the Mediterranean". *International Journal of Climatology*, 34, p. 3481-3498.

AZORIN-MOLINA, C.; VICENTE-SERRANO, S. M.; MCVICAR, T. R.; JEREZ, S.; SANCHEZ-LORENZO, A.; LÓPEZ-MORENO, J. -I.; REVUELTO, J.; TRIGO, R. M.; LOPEZ-BUSTINS, J. A.; ESPÍRITO-SANTO, F. (2014). "Homogenization and Assessment of Observed Near-Surface Wind Speed Trends over Spain and Portugal, 1961-2011". *Journal of Climate*, 27, p. 3692-3712.

BASU, R. (2002). "Relation between Elevated Ambient Temperature and Mortality: A Review of the Epidemiologic Evidence". *Epidemiologic Reviews*, 24, p. 190-202.

BELLUCCI, A.; BRAUN, A.; CALMANTI, S.; CARILLO, A.; DELL'AQUILA, A.; DÉQUÉ, M.; DUBOIS, C.; ELIZALDE, A.; HARZALLAH, A.; JACOB, D.; L'HEVEDER, B.; MAY, W.; ODDO, P.; RUTI, P.; NAVARRA, A. (2013). "The CIRCE simulations: Regional climate change projections with realistic representation of the mediterranean sea". *Bulletin of the American Meteorological Society*, 94, p. 65-81.

BENGTSSON, L.; HODGES, K. I.; ROECKNER, E. (2006). "Storm tracks and climate change". *Journal of Climate*, 19, p. 3518-3543.

CALAFAT, F. M.; JORD, G.; MARCOS, M.; GOMIS, D. (2012). "Comparison of Mediterranean sea level variability as given by three baroclinic models". *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 117, p. 1-23.

CALDEIRA, K.; WICKETT, M. E. (2005). "Ocean model predictions of chemistry changes from carbon dioxide emissions to the atmosphere and ocean". *Journal of Geophysical Research*, 110.

CARILLO, A.; SANNINO, G.; ARTALE, V.; RUTI, P. M.; CALMANTI, S.; DELL'AQUILA, A. (2012). "Steric sea level rise over the Mediterranean Sea: Present climate and scenario simulations". *Climate Dynamics*, 39, p. 2167-2184.

CASAS-PRAT, M.; SIERRA, J. P. (2013). "Projected future wave climate in the NW Mediterranean Sea". *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 118, p. 3548-3568.



- CAZENAVER, A.; LLOVEL, W. (2010). "Contemporary Sea Level Rise". *Annual Review of Marine Science*, 2, p. 145-173.
- CHRISTENSEN, J. H.; RUMMUKAINEN, M.; LENDERINK, G. (2009). "Formulation of very-high-resolution regional climate model ensembles for Europe". In: Van der Linden, P.; Mitchell, J. F. B. (Eds.). Met Office Hadley Centre Reports. *ENSEMBLES: Climate change and its impacts at seasonal, decadal and centennial timescales*, p. 47-58.
- COMA, R.; RIBES, M.; SERRANO, E.; JIMENEZ, E.; SALAT, J.; PASCUAL, J. (2009). "Global warming-enhanced stratification and mass mortality events in the Mediterranean". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, p. 6176-6181.
- CONTE, D.; LIONELLO, P. (2013). "Characteristics of large positive and negative surges in the Mediterranean Sea and their attenuation in future climate scenarios". *Global and Planetary Change*, 111, p. 159-173.
- DONAT, M. G.; LECKEBUSCH, G. C.; WILD, S.; ULBRICH, U. (2011). "Future changes in European winter storm losses and extreme wind speeds inferred from GCM and RCM multi-model simulations". *Natural Hazards and Earth System Science*, 11, p. 1351-1370.
- DUBOIS, C.; SOMOT, S.; CALMANTI, S.; CARILLO, A.; DÉQUÉ, M.; DELL'AQUILLA, A.; ELIZALDE, A.; GUALDI, S.; JACOB, D.; L'HÉVÉDER, B.; LI, L.; ODDO, P.; SANNINO, G.; SCOCCIMARRO, E.; SEVAULT, F. (2012). "Future projections of the surface heat and water budgets of the Mediterranean Sea in an ensemble of coupled atmosphere-ocean regional climate models". *Climate Dynamics*, 39, p. 1859-1884.
- ENRÍQUEZ, A. R.; MARCOS, M.; ÁLVAREZ-ELLACURÍA, A.; ORFILA, A.; GOMIS, D. (2017). "Changes in beach shoreline due to sea level rise and waves under climate change scenarios: Application to the Balearic Islands (western Mediterranean)". *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 17, p. 1075-1089.
- FEELY, R. A.; SABINE, C. L.; LEE, K.; BERELSON, W.; KLEYPAS, J.; FABRY, V. J.; MILLERO, F. J. (2004). "Impact of anthropogenic CO₂ on the CaCO₃ system in the oceans". *Science*, 305, p. 362-366.
- FERNÁNDEZ, J.; CASANUEVA, A.; MONTÁVEZ, J. P.; GAERTNER, M. Á.; CASADO, M. J.; MANZANAS, R.; GUTIÉRREZ, J. M. (2017). "Regional Climate Projections over Spain: Atmosphere. Future Climate Projections". *CLIVAR Exchanges*, 73, p. 45-52.
- GAERTNER, M. A.; JACOB, D.; GIL, V.; DOMÍNGUEZ, M.; PADORNO, E.; SÁNCHEZ, E.; CASTRO, M. (2007). "Tropical cyclones over the Mediterranean Sea in climate change simulations". *Geophysical Research Letters*, 34, p. 1-5.
- GARCÍA-LEGAZ, C.; VALERO, F. (2013). *Adverse weather in Spain*. Madrid: AMV Ediciones.
- GIORGI, F., & LIONELLO, P. (2008). "Climate change projections for the Mediterranean region". *Global and Planetary Change*, 63, p. 90-104.
- GOMIS, D.; RUIZ, S.; SOTILLO, M. G.; ÁLVAREZ-FANJUL, E.; TERRADAS, J. (2008). "Low frequency Mediterranean sea level variability: The contribution of atmospheric pressure and wind". *Global and Planetary Change*, 63, p. 215-229.
- GOVERN DE LES ILLES BALEARS (2016). *Balanç Energètic de les Balears*.
- GUIJARRO, J. A.; JANSÀ, A.; CAMPINS, J. (2006). "Time variability of cyclonic geostrophic circulation in the Mediterranean". *Advances in Geosciences*, 7, p. 45-49.



HADCRUT (2018). *Global Temperature Record*.

HERRERA, S.; FERNÁNDEZ, J.; GUTIÉRREZ, J. M. (2016). "Update of the Spain02 gridded observational dataset for EURO-CORDEX evaluation: assessing the effect of the interpolation methodology". *International Journal of Climatology*, 36, p. 900-908.

HOMAR, V.; RAMIS, C.; ROMERO, R.; ALONSO, S. (2009). "Recent trends in temperature and precipitation over the Balearic Islands (Spain)". *Climatic Change*, 98, p. 199-211.

JANSA, A.; HOMAR, V.; ROMERO, R.; ALONSO, S.; GUIJARRO, J. A.; RAMIS, C. (2017). "Extension of summer climatic conditions into spring in the Western Mediterranean area". *International Journal of Climatology*, 37, p. 1938-1950.

JORDÀ, G.; GOMIS, D.; ÁLVAREZ-FANJUL, E. (2012). "The VANI2-ERA hindcast of sea-level residuals: Atmospheric forcing of sea-level variability in the Mediterranean Sea (1958-2008)". *Scientia Marina*, 76, p. 133-146.

JORDÀ, G.; GOMIS, D.; ÁLVAREZ-FANJUL, E.; SOMOT, S. (2012). "Atmospheric contribution to Mediterranean and nearby Atlantic sea level variability under different climate change scenarios". *Global and Planetary Change*, p. 80-81.

JORDÀ, G.; MARBÀ, N.; DUARTE, C. M. (2012). "Mediterranean seagrass vulnerable to regional climate warming". *Nature Climate Change*, 2, p. 821-824.

KEELING, R. F.; KÖRTZINGER, A.; GRUBER, N. (2010). "Ocean Deoxygenation in a Warming World". *Annual Review of Marine Science*, 2, p. 199-229.

KOPPE, C.; SARI KOVATS, R.; MENNE, B.; JENDRITZKY, G. (2004). *Heat-waves: risks and responses*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

LIONELLO, P.; SANNA, A. (2005). "Mediterranean wave climate variability and its links with NAO and Indian Monsoon". *Climate Dynamics*, 25, p. 611-623.

LIONELLO, P.; BOLDRIN, U.; GIORGI, F. (2008). "Future changes in cyclone climatology over Europe as inferred from a regional climate simulation". *Climate Dynamics*, 30, p. 657-671.

LIONELLO, P.; COGO, S.; GALATI, M. B.; SANNA, A. (2008). "The Mediterranean surface wave climate inferred from future scenario simulations". *Global and Planetary Change*, 63, p. 152-162.

LIONELLO, P.; DALAN, F.; ELVINI, E. (2002). "Cyclones in the Mediterranean region: The present and the doubled CO₂ climate scenarios". *Climate Research*, 22, p. 147-159.

LLASSES, J.; JORDÀ, G.; GOMIS, D.; ADLOFF, F.; MACÍAS, D.; HARZALLAH, A.; ARSOUZE, T.; AKTHAR, N.; LI, L.; ELIZALDE, A.; SANNINO, G. (2018). "Heat and salt redistribution within the Mediterranean Sea in the Med-CORDEX model ensemble". *Climate Dynamics*, 51, p. 1119-1143.

LÓPEZ MAYOL, T.; HOMAR, V.; RAMIS, C.; GUIJARRO, J. A. (2017). "PREGRIDBAL 1.0: Towards a high-resolution rainfall atlas for the Balearic Islands (1950-2009)". *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 17, p. 1061-1074.

MARCOS, M.; JORDÀ, G.; GOMIS, D.; PÉREZ, B. (2011). "Changes in storm surges in southern Europe from a regional model under climate change scenarios". *Global and Planetary Change*, 77, p. 116-128.

MARIOTTI, A. (2010). "Recent changes in the mediterranean water cycle: A pathway toward long-term regional hydroclimatic change?". *Journal of Climate*, 23, p. 1513-1525.



- MARIOTTI, A.; PAN, Y.; ZENG, N.; ALESSANDRI, A. (2015). "Long-term climate change in the Mediterranean region in the midst of decadal variability". *Climate Dynamics*, 44, p. 1437-1456.
- MATEOS, D.; SANCHEZ-LORENZO, A.; ANTÓN, M.; CACHORRO, V. E.; CALBÓ, J.; COSTA, M. J.; TORRES, B.; WILD, M. (2014). "Quantifying the respective roles of aerosols and clouds in the strong brightening since the early 2000s over the Iberian Peninsula". *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 119, p. 10382-10393.
- MENGEL, M.; NAUELS, A.; ROGELJ, J.; SCHLEUSSNER, C. F. (2018). "Committed sea-level rise under the Paris Agreement and the legacy of delayed mitigation action". *Nature Communications*, 9, p. 1-10.
- MIGLIETTA, M. M.; LAVIOLA, S.; MALVALDI, A.; CONTE, D.; LEVIZZANI, V.; PRICE, C. (2013). "Analysis of tropical-like cyclones over the Mediterranean Sea through a combined modeling and satellite approach". *Geophysical Research Letters*, 40, p. 2400-2405.
- MONJO, R.; GAITÁN, E.; PÓRTOLES, J.; RIBALAYGUA, J.; TORRES, L. (2016). "Changes in extreme precipitation over Spain using statistical downscaling of CMIP5 projections". *International Journal of Climatology*, 36, p. 757-769.
- MONTÁVEZ, J. P.; FERNÁNDEZ, J.; CASANUEVA, A.; GUTIÉRREZ, J. M.; SÁNCHEZ, E. (2017). "Regional climate projections over Spain: Atmosphere. Present climate evaluation". *CLIVAR Exchanges*, 73, p. 39-44.
- MUSKULUS, M.; JACOB, D. (2005). "Tracking cyclones in regional model data: the future of Mediterranean storms". *Advances in Geosciences*, 2, p. 13-19.
- NIKULIN, G.; KJELLSTRÖM, E.; HANSSON, U.; STRANDBERG, G.; ULLERSTIG, A. (2011). "Evaluation and future projections of temperature, precipitation and wind extremes over Europe in an ensemble of regional climate simulations". *Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography*, 63, p. 41-55.
- OLIVIER, J. G. J.; JANSSENS-MAENHOUT, G.; MUNTEAN, M.; PETERS, J. A. H. W. (2016). *Trends in global CO2 emissions: 2016 Report*. La Haia: PBL-ECJRC.
- ORR, J. C.; FABRY, V. J.; AUMONT, O.; BOPP, L.; DONEY, S. C.; FEELY, R. A.; GNANADESIKAN, A.; GRUBER, N.; ISHIDA, A.; JOOS, F.; KEY, R.M.; LINDSAY, K.; MAIER-REIMER, E.; MATEAR, R.; MONFRAY, P.; MOUCHET, A.; NAJJAR, R.G.; PLATTNER, G.K.; RODGERS, K.B.; SABINE, C.L.; SARMIENTO, J.L.; SCHLITZER, R.; SLATER, R.D.; TOTTERDELL, I.J.; WEIRIG, M.F.; YAMANAKA, Y.; YOOL, A. (2005). "Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms". *Nature*, 437, p. 681-686.
- OSCA, J.; ROMERO, R.; ALONSO, S. (2013). "Precipitation projections for Spain by means of a weather typing statistical method". *Global and Planetary Change*, 109, p. 46-63.
- PEREZ, J.; MENENDEZ, M.; CAMUS, P.; MENDEZ, F. J.; LOSADA, I. J. (2015). "Statistical multi-model climate projections of surface ocean waves in Europe". *Ocean Modelling*, 96, p. 161-170.
- RAMIS, C.; HOMAR, V.; ROMERO, R. (2002). *Tendències Climàtiques a les Balears. Proceedings Forum per a la sostenibilitat de les Illes Balears*. Palma: Conselleria de Medi Ambient, Govern de les Illes Balears.
- RATKOVA, T. N.; WASSMANN, P. (2002). "Seasonal variation and spatial distribution of phyto- and protozooplankton in the central Barents Sea". *Journal of Marine Systems*, 38, p. 47-75.
- RIVETTI, I.; BOERO, F.; FRASCHETTI, S.; ZAMBIANCHI, E.; LIONELLO, P. (2017). "Anomalies of the upper water column in the Mediterranean Sea". *Global and Planetary Change*, 151, p. 68-79.



- ROMERA, R.; GAERTNER, M. Á.; 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, p. 134-143.
- ROMERO, R.; EMANUEL, K. (2017). "Climate change and hurricane-like extratropical cyclones: Projections for North Atlantic polar lows and medicanes based on CMIP5 models". *Journal of Climate*, 30, p. 279-299.
- ROWELL, D. P.; JONES, R. G. (2006). "Causes and uncertainty of future summer drying over Europe". *Climate Dynamics*, 27, p. 281-299.
- SANCHEZ-GOMEZ, E.; SOMOT, S.; MARIOTTI, A. (2009). "Future changes in the Mediterranean water budget projected by an ensemble of regional climate models". *Geophysical Research Letters*, 36.
- SANCHEZ-LORENZO, A.; CALBÓ, J.; WILD, M. (2013). "Global and diffuse solar radiation in Spain: Building a homogeneous dataset and assessing their trends". *Global and Planetary Change*, 100, p. 343-352.
- SOMOT, S.; SEVAULT, F.; DÉQUÉ, M. (2006). "Transient climate change scenario simulation of the Mediterranean Sea for the twenty-first century using a high-resolution ocean circulation model". *Climate Dynamics*, 27, p. 851-879.
- SOMOT, S.; SEVAULT, F.; DÉQUÉ, M.; CRÉPON, M. (2008). "21st century climate change scenario for the Mediterranean using a coupled atmosphere-ocean regional climate model". *Global and Planetary Change*, 63, p. 112-126.
- STOCKER, T.; QIN, A. D.; PLATTNER, G.K.; TIGNOR, M.; ALLEN, S.K.; BOSCHUNG, J.; NAUELS, V. B.; P. M. M.; XIA Y. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- THIÉBAULT S.; MOATTI, J.P. (2016). *The Mediterranean Region under Climate Change. A scientific update*. Marsella: Allenvi.
- ULBRICH, U.; LECKEBUSCH, G. C.; PINTO, J. G. (2009). "Extra-tropical cyclones in the present and future climate: a review". *Theoretical and Applied Climatology*, 96, p. 117-131.
- VARGAS, M.; GARCÍA-MARTÍNEZ, M. C.; MOYA-RUIZ, F.; TEL, E.; PARRILLA, G.; PLAZA, F.; LAVÍN, A. (2008). *Cambio climático en el Mediterráneo Español*. Madrid: Instituto Español de Oceanografía.
- VARGAS-YÁÑEZ, M.; ZUNINO, P.; BENALI, A.; DELPY, M.; PASTRE, F.; MOYA, F.; GARCÍA-MARTÍNEZ, M. C.; TEL, E. (2010). "How much is the western Mediterranean really warming and salting?". *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 115, p. 1-12.
- VICENTE-SERRANO, S. M.; AZORIN-MOLINA, C.; SANCHEZ-LORENZO, A.; MORÁN-TEJEDA, E.; LORENZO-LACRUZ, J.; REVUELTO, J.; LÓPEZ-MORENO, J.I.; ESPEJO, F. (2014). "Temporal evolution of surface humidity in Spain: recent trends and possible physical mechanisms". *Climate Dynamics*, 42, p. 2655-2674.

Impactos sobre el medio terrestre

- ALTIZER, S.; OSTFELD, R.S.; JOHNSON, P.T.J.; KUTZ, S.; HARVELL, C.D. (2013). "Climate change and infectious diseases: From evidence to a predictive framework". *Science*, 341, p. 514-519.



- BARBET-MASSIN, M.; ROME, Q.; MULLER, F.; PERRARD, A.; VILLEMANT, C.; JIGUET, F. (2013). "Climate change increases the risk of invasion by the Yellow-legged hornet". *Biological Conservation*, 157, p. 4-10.
- BOSCH, J.; SANCHEZ-TOMÉ, E.; FERNÁNDEZ-LORAS, A.; OLIVER, J.A.; FISHER, M.C.; GARNER, T.W.J. (2015). "Successful elimination of a lethal wildlife infectious disease in nature". *Biology Letters*, 11, p. 26-29.
- BOSSO, L.; DI FEBBRARO, M.; CRISTINZIO, G.; ZOINA, A.; RUSSO, D. (2016). "Shedding light on the effects of climate change on the potential distribution of *Xylella fastidiosa* in the Mediterranean basin". *Biological Invasions*, 18, p. 1759-1768.
- CAMPBELL, A.; KAPOS, V.; SCHARLEMANN, J. P. W.; BUBB, P.; CHENERY, A.; COAD, L.; DICKSON, B.; DOSWALD, N.; KHAN, M. S. I.; KERSHAW, F.; RASHID, M. (2009). "Review of the Literature on the Links Between Biodiversity and Climate Change: Impacts, adaptation, and mitigation". *Technical Series*, 42. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.
- CORN, P.S. (2005). "Climate change and amphibians". *Animal Biodiversity and Conservation*, 28 -1, p. 59-67.
- EFSA (2015). "Survival, spread and establishment of the small hive beetle (*Aethina tumida*)". *EFSA Journal*, 13.
- FEEHAN, J.; HARLEY, M.; VAN MINNEN, J. (2009). "Climate change in Europe. 1. Impact on terrestrial ecosystems and biodiversity. A review (Reprinted)". *Agronomy for Sustainable Development*, 29, p. 409-421.
- FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; LOIDI, J.; MORENO, J. C. (2005). "5. Impactos sobre la biodiversidad vegetal". In: Moreno-Rodríguez (cood.) (2005). *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*, p. 183-270. Ministerio de Medio Ambiente, Universidad de Castilla y la Mancha.
- FISCHER, D.; THOMAS, S. M.; NETELER, M.; TJADEN, N.B.; BEIERKUHNEIN C. (2014). "Climatic suitability of *Aedes albopictus* in Europe referring to climate change projections: Comparison of mechanistic and correlative niche modelling approaches". *Eurosurveillance*, 19, p. 1-13.
- FISHER, M. C.; HENK, D. A.; BRIGGS, C. J.; BROWNSTEIN, J. S.; MADOFF, L. C.; MCCRAW, S. L.; GURR, S.J. (2012). "Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health". *Nature*, 484, p. 186-194.
- GEA-IZQUIERDO, G.; CHERUBINI, P.; CAÑELLAS, I. (2011). "Tree-rings reflect the impact of climate change on *Quercus ilex* L. along a temperature gradient in Spain over the last 100 years". *Forest Ecology and Management*, 262, p. 1807-1816.
- HELLMANN, J. J.; BYERS, J. E.; BIERWAGEN, B. G.; DUKES, J. S. (2008). "Five potential consequences of climate change for invasive species". *Conservation Biology*, 22, p. 534-543.
- IPCC (2002). *Climate change and biodiversity. IPCC report 24*. Ginebra: IPCC.
- LE CONTE, Y.; NAVAJAS, M. (2008). "Climate change: impact on honey bee populations and diseases economically valuable species". *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 27, p. 499-510.
- LLORET, F. (2012). "Vulnerabilidad y resiliencia de ecosistemas forestales frente a episodios extremos de sequía". *Ecosistemas*, 21 (agosto-diciembre), p. 85-90.



MCCLELLAND, G. T. W.; ALTWEGG, R.; VAN AARDE, R. J.; FERREIRA, S.; BURGER, A. E.; CHOWN, S.L. (2018). "Climate change leads to increasing population density and impacts of a key island invader". *Ecological Applications*, 28, p. 212-224.

MORALEJO, E. (2010). *Hongos fitopatógenos asociados al ataque de Lymantria dispar en encinares de Menorca*. IMEDEA-CSIC. Unpublished document.

PEÑUELAS, J.; FILELLA, I.; COMAS P. (2002). "Changed plant and animal life cycles from 1952-2000 in the Mediterranean region". *Global Change Biology*, 8, p. 531-544.

PEÑUELAS, J.; FILELLA, I. (2001). "Responses to a Warming World". *Science*, 294, p. 793-794.

RAMÍREZ, F.; KALLARACKAL, J. (2018). "Climate change, tree pollination and conservation in the tropics: a research agenda beyond IPBES". *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 9, p. 1-8.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; LOIDI, J. (1999). "Bioclimatology of the Iberian Peninsula". *Itinera Geobotánica*, 13, p. 41-48.

SHOO, L. P.; OLSON, D. H.; MCMENAMIN, S. K.; MURRAY, K. A.; VAN SLUYS, M.; DONNELLY, M. A.; STRATFORD, D.; TERHIVUO, J.; MERINO-VITERI, A.; HERBERT, S. M.; BISHOP, P. J.; CORN, P. S.; DOVEY, L.; GRIFFITHS, R. A.; LOWE, K.; MAHONY, M.; MCCALLUM, H.; SHUKER, J. D.; SIMPKINS, C.; SKERRATT, L.F.; WILLIAMS, S. E.; HERO, J.M. (2011). "Engineering a future for amphibians under climate change". *Journal of Applied Ecology*, 48, p. 487-492.

THOMAS, C. D.; CAMERON, A.; GREEN, R. E.; BAKKENES, M.; BEAUMONT, L. J.; COLLINGHAM, Y. C.; ERASMUS, B. F.; DE SIQUEIRA, M. F.; GRAINGER, A.; HANNAH, L.; HUGHES, L.; HUNTLEY, B.; VAN JAARVELD, A. S.; MIDGLEY, G. F.; MILES, L.; ORTEGA-HUERTA, M. A.; PETERSON, A. T.; PHILLIPS, O. L.; WILLIAMS, S. E. (2004). "Extinction risk from climate change". *Nature*, 427, p.145-148.

WALTHER, G. R.; ROQUES, A.; HULME, E. P.; SYKES, T.M.; PYSEK, P.; KÜHN, I.; ZOBEL, M. (2009). "Alien species in a warmer world: risks and opportunities". *Trends in Ecology & Evolution*, 24, p. 686-693.

ZISKA, L. H.; BLUMENTHAL, D. M.; RUNION, G. B.; HUNT, E. R.; DIAZ-SOLTERO, H. (2011). "Invasive species and climate change: An agronomic perspective". *Climatic Change*, 105, p. 13-42.

Impactos del cambio climático en el horizonte 2030 en la actividad agrícola, en la ganadería y en los animales domésticos

ASHEBIR, D.; DECKERS, T.; NYSSSEN, J.; BIHON, W.; TSEGAY, A.; TEKIE, H.; POESEN, J.; HAILE, M. (2010). "Growing apple (*Malus domestica*) under tropical mountain climate conditions in northern Ethiopia". *Experimental Agriculture*, 46, p. 53-65.

ASSENG, S.; FOSTER, I. A. N.; TURNER, N. C. (2011). "The impact of temperature variability on wheat yields". *Global Change Biology*, 17, p. 997-1012.

CIVANTOS, E.; THUILLER, W.; MAIORANO, L.; GUISAN, A.; ARAÚJO, M. B. (2012). "Potential impacts of climate change on ecosystem services in Europe: the case of pest control by vertebrates". *Bioscience*, 62, p. 658-666.

COLLIER, R.; ELSE, M. A.; FUHRER, J.; GREGORY, P. (2014). *Climate change impact and adaptation in agricultural systems*. J Fuhrer, Formerly Agroscope, Switzerland, P Gregory, Reading.



DAMATTA, F. M.; GRANDIS, A.; ARENQUE, B. C.; BUCKERIDGE, M. S. (2010). "Impacts of climate changes on crop physiology and food quality". *Food Research International*, 43, p. 1814-1823.

ELLIOTT, J.; DERYNG, D.; MÜLLER, C.; FRIELER, K.; KONZMANN, M.; GERTEN, D. (2014). "Constraints and potentials of future irrigation water availability on agricultural production under climate change". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111, p. 3239-3244.

HALL, A.; MATHEWS, A. J.; HOLZAPFEL, B. P. (2016). "Potential effect of atmospheric warming on grapevine phenology and post-harvest heat accumulation across a range of climates". *International Journal of Biometeorology*, 60, p. 1405-1422.

LOPEZ-URREA, R.; MARTIN DE SANTA OLALLA, F.; FABEIRO, C.; MORATALLA, A. (2006). "Testing evapotranspiration equations using lysimeter observations in a semiarid climate". *Agricultural Water Management*, 85, p. 15-26.

MEDRANO, H.; PÉREZ-PEÑA, J.; PRIETO, J.; FRANCK, N.; ESCALONA, J.M. (2016). *Grapevine in a changing environment, a molecular and ecophysiological perspective*. Nova Jersey: Wiley-Blackwell.

OSENI, T. O.; MASARIRAMBI, M. T. (2011). "Effect of climate change on maize (*Zea mays*) production and food security in Swaziland". *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 11, p. 385-391.

RAMOS, M. C. (2017). "Projection of phenology response to climate change in rainfed vineyards in north-east Spain". *Agricultural and Forest Meteorology*, 247, p. 104-115.

REIDSMA, P.; EWERT, F.; OUDE, L. A.; LEEMANS, R. (2010). "Adaptation to climate change and climate variability in European agriculture: the importance of farm level responses". *European Journal of Agronomy*, 32, p. 91-102.

SADRAS, V. O.; MORÁN, M. A. (2012). "Elevated temperature decouples anthocyanins and sugars in berries of Shiraz and Cabernet Franc". *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 18, p. 115-122.

TEIXEIRA, A.; EIRAS-DIAS, J.; CASTELLARIN, S.D.; GERÓS, H. (2013). "Berry phenolics of grapevine under challenging environments". *International Journal of Molecular Sciences*, 14, p. 18711-18739.

TRIPATHI, A.; TRIPATHI, D.K.; CHAUHAN, D.K.; KUMAR, N. (2016). "Paradigms of climate change impacts on some major food sources of the world: a review on current knowledge and future prospective". *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 216, p. 356-373.

Los ecosistemas de aguas epicontinentales de las Illes Balears y los posibles efectos del cambio climático

ÁLVAREZ, M.; PARDO, I.; MOYÀ, G.; MARTÍNEZ-TABERNER, A.; RAMON, G. (2002). "Abiotic and biotic factors determining invertebrate community structure in the torrents of Majorca". *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 28, p. 1223-1228.

ÁLVAREZ, M.; PARDO, I.; MOYÀ, G.; RAMON, G.; MARTÍNEZ-TABERNER, A. (2001). "Invertebrate communities in Temporary streams of the island of Majorca: a comparison of catchments with different land use". *Limnetica*, 20, p. 255-266.

BIGG, G. (2003). *The Oceans and Climate*. Cambridge: Cambridge University Press.



FOLCH, R. (1989). *Sistemes Naturals. Història Natural dels Països Catalans, vol. 14*. Barcelona: Fundació Enciclopèdia Catalana.

FRAGA, P.; ESAÚN, I., CARDONA, E. (2010). *Basses temporals mediterrànies. LIFE BASSES: gestió i conservació a Menorca*. Maó: Consell Insular de Menorca, Institut Menorquí d'Estudis.

MARGALEF, R. (1983). *Limnologia*. Barcelona: Omega.

MARTÍNEZ TABERNER, A.; MAYOL, J. (1995). *S'Albufera de Mallorca. Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears, 4*. Palma: Editorial Moll.

MOYÀ, G.; & RAMÓN, G. (1984). "Composition and dynamics of phytoplankton in the Cúber reservoir, Spain". *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 22, p. 1541-1545.

MOYÀ, G.; BENNASAR, G.; FRAU, C.; GARCIA, L.; GÓMEZ, M.; RAMÓN, G. (1993). "Long term changes (after twelve years) in the composition of Phytoplankton communities in the Gorg Blau reservoir (Majorca, Spain)". *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 25, p. 1257-1261.

MOYÀ, G.; FERRIOL, A.; LLOBERA, M. (1991). "Chlorophyll contents in the freshwater vegetation of Serra de Tramuntana springs (Majorca, Spain)". *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 24, p. 2002-2006.

PINYA, S. (2018). *El ferreret*. Palma: Leonard Muntaner Editor.

Efectos del cambio climático sobre ecosistemas marinos

ALÓS, J.; TOMAS, F.; TERRADOS, J.; VERBRUGGEN, H.; BALLESTEROS, E. (2016). "Fast-spreading green beds of recently introduced *Halimeda incrassata* invade Mallorca island (NW Mediterranean Sea)". *Marine Ecology Progress Series*, 558, p. 153-158.

BIANCHI, C. M.; MORRI, C. (2003). "Global sea warming and "tropicalization" of the Mediterranean Sea: Biogeographic and ecological aspects". *Biogeographia*, 24, p. 319-327.

BROECKER, W. S.; TAKAHASHI, T. (1966). "Calcium carbonate precipitation on Bahama banks". *Journal of Geophysical Research*, 71, p. 1575-1602.

BURROWS, M. T.; SCHOEMAN, D. S.; BUCKLEY, L. B.; MOORE, P.; POLOCZANSKA, E. S.; BRANDER, K. M.; BROWN, C.; BRUNO, J. F.; DUARTE, C. M.; HALPERN, B. S.; HOLDING, J.; KAPPEL, C. V.; KIESSLING, W.; O'CONNOR, M. I.; PANDOLFI, J. M.; PARMESAN, C.; SCHWING, F. B.; SYDEMAN, W. J.; RICHARDSON, A. J. (2011). "The Pace of Shifting Climate in Marine and Terrestrial Ecosystems". *Science*, 334, p. 652-655.

CANALS, M.; BALLESTEROS, E. (1997). "Production of carbonate particles by phyto-benthic communities on the Mallorca-Menorca shelf, northwestern Mediterranean Sea". *Deep-Sea Research Part II-Topical Studies in Oceanography*, 44, p. 611-629.

CHEUNG, W. W. L.; LAM, V. W. Y.; SARMIENTO, J. L.; KEARNEY, K.; WATSON, R.; PAULY, D. (2009). "Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios". *Fish and Fisheries*, 10, p. 235-251.

COMA, R.; RIBES, M.; SERRANO, E.; JIMÉNEZ, E.; SALAT, J.; PASCUAL, J. (2009). "Global warming-enhanced stratification and mass mortality events in the Mediterranean". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106, p. 6176-6181.



DIAZ-ALMELA, E.; MARBA, N.; DUARTE, C. M. (2007). "Consequences of Mediterranean warming events in seagrass (*Posidonia oceanica*) flowering records". *Global Change Biology*, 13, p. 224-235.

DUARTE, C. M.; KENNEDY, H.; MARBÀ, N.; HENDRIKS, I. E. (2013). "Assessing the capacity of seagrass meadows for carbon burial: Current limitations and future strategies". *Ocean & Coastal Management*, 83, p. 32-38.

DUARTE, C. M.; TERRADOS, J.; MARBÀ, N.; MASSUTI PASCUAL, E.; GRAU, A.M. (2000). "La posidònia: L'alga que no ho és". *Quaderns de Pesca*, vol. 5. Palma: Direcció General de Pesca del Govern Balear.

DUARTE, C. M.; MIDDELBURG J. J.; CARACO, N. (2005). "Major role of marine vegetation on the oceanic carbon cycle". *Biogeosciences*, 2, p. 1-8.

GACIA, E.; GRANATA, T.C.; DUARTE, C.M. (1999). "An approach to measurement of particle flux and sediment retention within seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows". *Aquatic Botany*, 65, p. 255-268.

GARCÍA, R.; HOLMER, M.; DUARTE, C.M.; MARBÀ, N. (2013). "Global warming enhances sulphide stress in a key seagrass species (NW Mediterranean)". *Global Change Biology*, 19, p. 3629-3639.

GILMAN, S. E.; URBAN, M. C.; TEWKSBURY, J.; GILCHRIST, G. W.; HOLT, R. D. (2010). "A framework for community interactions under climate change". *Trends in Ecology & Evolution*, 25, p. 325-331.

HENDRIKS, I. E.; SINTES, T.; BOUMA, T. J.; DUARTE, C.M. (2008). "Experimental assessment and modeling evaluation of the effects of the seagrass *Posidonia oceanica* on flow and particle trapping". *Marine Ecology Progress Series*, 356, p. 163-173.

HENDRIKS, I. E.; BOUMA, T. J.; MORRIS, E. P.; DUARTE, C.M. (2010). "Effects of seagrasses and algae of the *Caulerpa* family on hydrodynamics and particle-trapping rates". *Marine Biology*, 157, p. 473-481.

HERNAN, G.; ORTEGA, M. J.; GÁNDARA, A. M.; CASTEJÓN, I.; TERRADOS, J.; TOMAS, F. (2017). "Future warmer seas: increased stress and susceptibility to grazing in seedlings of a marine habitat-forming species". *Global Change Biology*, 23, p. 4530-4543.

JORDA, G.; MARBA, N.; DUARTE, C. M. (2012). "Mediterranean seagrass vulnerable to regional climate warming". *Nature climate change*, 2, p. 821-824.

KLEYPAS, J. A.; FEELY, R. A.; FABRY, V. J.; LANGDON, C.; SABINE, C. L.; ROBBINS, L. L. (2006). "Impacts of Ocean Acidification on Coral Reefs and Other Marine Calcifiers: A Guide for Future Research, report of a workshop held 18-20 April 2005, St. Petersburg, FL". NSF - NOAA - U.S. Geological Survey, Virginia.

LARKUM, A. W. D.; ORTH, R. J.; DUARTE, C. M. (2006). *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*. Dordrecht: Springer.

LO IACONO, C.; ANGEL MATEO, M.; GRÀCIA, E.; GUASCH, L.; CARBONELL, R.; SERRANO, L.; SERRANO, O.; DANOBEITIA, J.J. (2008). "Very high-resolution seismo-acoustic imaging of seagrass meadows (Mediterranean Sea): Implications for carbon sink estimates". *Geophysical Research Letters*, 35.

MARBA, N.; DUARTE, C.M. (2010). "Mediterranean warming triggers seagrass (*Posidonia oceanica*) shoot mortality". *Global Change Biology*, 16, p. 2366-2375.

MARBÀ, N.; JORDÀ, G.; AGUSTÍ, S.; GIRARD, C.; DUARTE, C.M. (2015). "Footprints of climate change on Mediterranean Sea biota". *Frontiers in Marine Science*, 2.



MARBÀ, N.; ARIAS-ORTIZ, A.; MASQUÉ, P.; KENDRICK, G.A.; MAZARRASA, I., BASTYAN, G.R.; GARCIA-ORELLANA, J.; DUARTE, C. M. (2015). "Impact of seagrass loss and subsequent revegetation on carbon sequestration and stocks". *Journal of Ecology*, 103, p. 296-302.

MATEO, M. A.; ROMERO, J.; PÉREZ, M.; LITTLER, M.M.; LITTLER, D.S. (1997). "Dynamics of millenary organic deposits resulting from the growth of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*". *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 44, p. 103-110.

MILES, H.; WIDDICOMBE, S.; SPICER, J.I.; HALL-SPENCER, J. (2007). "Effects of anthropogenic seawater acidification on acid-base balance in the sea urchin *Psammechinus miliaris*". *Marine Pollution Bulletin*, 54, p. 89-96.

ORR, J. C.; FABRY, V. J.; AUMONT, O.; BOPP, L.; DONEY, S. C.; FEELY, R. A.; GNANADESIKAN, A.; GRUBER, N.; ISHIDA, A.; JOOS, F.; KEY, R.M.; LINDSAY, K.; MAIER-REIMER, E.; MATEAR, R.; MONFRAY, P.; MOUCHET, A.; NAJJAR, R. G.; PLATTNER, G. K.; RODGERS, K. B.; SABINE, C. L.; SARMIENTO, J. L.; SCHLITZER, R.; SLATER, R. D.; TOTTERDELL, I. J.; WEIRIG, M. F.; YAMANAKA, Y.; YOOL, A. (2005). "Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms". *Nature*, 437, p. 681-686.

POERTNER, H. O. (2008). "Ecosystem effects of ocean acidification in times of ocean warming: a physiologist's view". *Marine Ecology Progress Series*, 373, p. 203-217.

POLOCZANSKA, E. S.; BROWN, C. J.; SYDEMAN, W. J.; KIESSLING, W.; SCHOEMAN, D. S.; MOORE, P. J.; BRANDER, K.; BRUNO, J. F.; BUCKLEY, L. B.; BURROWS, M. T.; DUARTE, C. M.; HALPERN, B. S.; HOLDING, J.; KAPPEL, C. V.; O'CONNOR, M. I.; PANDOLFI, J. M.; PARMESAN, C.; SCHWING, F.; THOMPSON, S.A.; RICHARDSON, A. J. (2013). "Global imprint of climate change on marine life". *Nature Climate Change*, 3, p. 919-925.

PORTNER, H. O.; LANGENBUCH, M.; REIPSCHLAGER, A. (2004). "Biological impact of elevated ocean CO₂ concentrations: Lessons from animal physiology and earth history". *Journal of Oceanography*, 60, p. 705-718.

RAITSOS, D. E.; BEAUGRAND, G.; GEORGOPOULOS, D.; ZENETOS, A.; PANCUCCI PAPADOPOULOU, M. A.; THEOCHARIS, A.; PAPATHANASSIOU, E. (2010). "Global climate change amplifies the entry of tropical species into the Eastern Mediterranean Sea". *Limnology and Oceanography*, 55, p. 1478-1484.

RODRÍGUEZ-PEREA, A.; SERVERA I NICOLAU, J.; MARTÍN PRIETO, J. A. (2000). "Alternatives a la dependència de les platges de les Balears de la regeneració artificial continuada: Informe Metadona". Palma: Universitat de les Illes Balears.

SUNDAY, J. M.; BATES, A. E.; DULVY, N.K. (2012). "Thermal tolerance and the global redistribution of animals". *Nature Climate Change*, 2, p. 686-690.

TERRADOS, J.; DUARTE C.M. (2000). "Experimental evidence of reduced particle resuspension within a seagrass (*Posidonia oceanica* L.) meadow". *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 243, p. 45-53.

VAQUER-SUNYER, R.; DUARTE C.M. (2008). "Thresholds of hypoxia for marine biodiversity". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, p. 15452-15457.

VAQUER-SUNYER, R.; DUARTE C.M. (2011). "Temperature effects on oxygen thresholds for hypoxia in marine benthic organisms". *Global Change Biology*, 17, p. 1788-1797.



VAQUER-SUNYER, R.; DUARTE C. M.; JORDÀ, G.; RUIZ-HALPERN S. (2012). "Temperature Dependence of Oxygen Dynamics and Community Metabolism in a Shallow Mediterranean Macroalgal Meadow (*Caulerpa prolifera*)". *Estuaries and Coasts*, 35, p. 1182-1192.

VERBRUGGEN, H.; DE CLERCK, O.; N'YEURT, A. D. R.; SPALDING, H.; VROOM, P.S. (2006). "Phylogeny and taxonomy of *Halimeda incrassata*, including descriptions of *H-kanaloana* and *H-heteromorpha* spp. nov (Bryopsidales, Chlorophyta)". *European Journal of Phycology*, 41, p. 337-362.

VERGÉS, A.; STEINBERG P. D.; HAY M. E.; POORE, A. G. B.; CAMPBELL, A. H.; BALLESTEROS, E.; HECK K. L. JR.; BOOTH, D. J.; COLEMAN, M. A.; FEARY, D. A.; FIGUEIRA, W.; LANGLOIS, T.; MARZINELLI, E.M.; MIZEREK, T.; MUMBY, P. J.; NAKAMURA, Y.; ROUGHAN, M.; VAN SEBILLE, E.; GUPTA, A. S.; SMALE, D.A.; TOMAS, F.; WERNBERG, T.; WILSON, S. K. (2014). "The tropicalization of temperate marine ecosystems: climate-mediated changes in herbivory and community phase shifts". *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 281.

VERGÉS, A.; TOMAS, F.; CEBRIAN, E.; BALLESTEROS, E.; KIZILKAYA, Z.; DENDRINOS, P.; KARAMANLIDIS, A.A.; SPIEGEL, D.; SALA, E. (2014). "Tropical rabbitfish and the deforestation of a warming temperate sea". *Journal of Ecology*, 102, p. 1518-1527.

WAYCOTT, M.; DUARTE, C. M.; CARRUTHERS, T. J. B.; ORTH, R. J.; DENNISON, W. C.; OLYARNIK, S.; CALLADINE, A.; FOURQUREAN, J. W.; HECK, K. L. JR.; HUGHES, A. R.; KENDRICK, G. A.; KENWORTHY, W. J.; SHORT, F.T.; WILLIAMS, S. L. (2009). "Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106, p. 12377-12381.

WERNBERG, T.; BENNETT, S.; BABCOCK, R. C.; DE BETTIGNIES, T.; CURE, K.; DEPCZYNSKI, M.; DUFOIS, F.; FROMONT, J.; FULTON, C. J.; HOVEY, R. K.; HARVEY, E. S.; HOLMES, T.H.; KENDRICK, G.A.; RADFORD, B.; SANTANA-GARCON, J.; SAUNDERS, B. J.; SMALE, D.A.; THOMSEN, M. S.; TUCKETT, C. A.; TUYA, F.; VANDERKLIFT, M.A.; WILSON, S. (2016). "Climate-driven regime shift of a temperate marine ecosystem". *Science*, 353, p. 169-172.

ZARNETSKE, P. L.; SKELLY, D.K.; URBAN, M.C. (2012). "Biotic Multipliers of Climate Change". *Science*, 336, p. 1516-1518.

Impactos sobre recursos hídricos, infraestructuras y energía

AGÈNCIA BALEAR DE L'AIGUA I LA QUALITAT AMBIENTAL, CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT, AGRICULTURA I PESCA, GOVERN DE LES ILLES BALEARS (2018). *Dessaladores ABAQUA*.

AGÈNCIA DE TURISME DE LES ILLES BALEARS, CONSELLERIA D'INNOVACIÓ, RECERCA I TURISME, GOVERN DE LES ILLES BALEARS (2017). *El turisme a les Illes Balears: Anuari 2016*.

ALCAMO, J.; DOELL, P.; HENRICHS, T.; KASPAR, F.; LEHNER, B.; RÖSCH, T.; SIEBERT, S. (2003). "Global Estimates of Water Withdrawals and Availability Under Current and Future "Business-as-Usual" Conditions". *Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques*, 48, p. 339-348.

BARCELÓ M.; COMAS, B.; GALLEGRO, Á.; LLAUGER, J. A.; NADAL, P. J.; SUREDA, B. (2014). "Energías renovables y eficiencia energética en las Islas Baleares: estrategias y líneas de actuación". Palma: Govern de les Illes Balears.



- BASTIDAS-ARTEAGA, E.; STEWART, M. G. (2015). "Damage risks and economic assessment of climate adaptation strategies for design of new concrete structures subject to chloride-induced corrosion". *Structural Safety*, 52, p. 40-53.
- BECKEN, S. (2014). "Water equity — Contrasting tourism water use with that of the local community". *Water Resources and Industry*, 7, p. 9-22.
- CARTER, J. G.; CAVAN, G.; CONNELLY, A.; GUY, S.; HANDLEY, J.; KAZMIERCZAK, A. (2015). "Climate change and the city: Building capacity for urban adaptation". *Progress in Planning*, 95, p. 1-66.
- COHEN, Y.; SEMIAT, R.; RAHARDIANTO, A. (2017). "A perspective on reverse osmosis water desalination: Quest for sustainability". *AIChE Journal*, 63, p. 1771-1784.
- DIRECCIÓ GENERAL DE RECURSOS HÍDRICS, CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT, AGRICULTURA I PESCA, GOVERN DE LES ILLES BALEARS (2018). "Dessalació ABAQUA 1994 fins 2017". *Portal de l'Aigua de les Illes Balears*.
- DIRECCIÓ GENERAL DE RECURSOS HÍDRICS, CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT, AGRICULTURA I PESCA, GOVERN DE LES ILLES BALEARS (2018). "Evolució de les reserves hídriques". *Portal de l'Aigua de les Illes Balears*.
- EEA (2005). *Technical report No 7/2005: Vulnerability and adaptation to climate change in Europe*, Copenhagen: EEA.
- EEA (2012). *Towards efficient use of water resources in Europe*. Copenhagen: EEA.
- GARCIA, C.; SERVERA, J. (2003). "Impacts of tourism development on water demand and beach degradation on the island of mallorca (spain)". *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 85, p. 287-300.
- GIANNAKOPOULOS, C.; PSILOGLOU, B. (2006). "Trends in energy load demand for Athens, Greece: weather and non-weather related factors". *Climate Research*, 31, p. 97-108.
- GIANNAKOPOULOS, C.; HADJINICOLAOU, P.; ZEREFOS, C.; DEMOSTHENOUS, G. (2009). "Changing Energy Requirements in the Mediterranean Under Changing Climatic Conditions". *Energies*, 2, p. 805-815.
- GLEICK, P. H. (1996). "Basic Water Requirements for Human Activities: Meeting Basic Needs". *Water International*, 21, p. 83-92.
- GÖSSLING, S. (2001). "The consequences of tourism for sustainable water use on a tropical island: Zanzibar, Tanzania". *Journal of Environmental Management*, 61, p. 179-191.
- HERTIN, J.; BERKHOUT, F.; GANN, D.; BARLOW, J. (2003). "Climate change and the UK house building sector: perceptions, impacts and adaptive capacity". *Building Research & Information*, 31, p. 278-290.
- HOLICKY, M.; SYKORA, M. (2009). "Failures of Roofs under Snow Load: Causes and Reliability Analysis". *Forensic Engineering*, p. 444-453.
- IDA, GWI (2017). *IDA Desalination Yearbook 2017-2018*. Oxford: Media Analytics Ltd.
- INSTITUT D'ESTADÍSTICA DE LES ILLES BALEARS, CONSELLERIA DE TREBALL, COMERÇ I INDÚSTRIA, GOVERN DE LES ILLES BALEARS (2017). *Padrón Islas Baleares 2017*.
- IPCC (2008). *Secretariat. 2008: Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Ginebra: IPCC.



- KEILER, M.; KNIGHT, J.; HARRISON, S. (2010). "Climate change and geomorphological hazards in the eastern European Alps". *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 368, p. 2461-2479.
- KRAUTBLATTER, M.; MOSER, M. (2009). "A nonlinear model coupling rockfall and rainfall intensity based on a four year measurement in a high Alpine rock wall (Reintal, German Alps)". *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9, p. 1425-1432.
- LENKEI, P. (2007). "Climate change and structural engineering". *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 51, p. 47-50.
- LOFTUS, D.; HOWE, A. C.; ANTON, C.; PHILIP, B.; MORCHAIN, R. (2011). *Adapting Urban Water Systems to Climate Change: A Handbook for Decision Makers at the Local Level*. Friburg de Brisgòvia: ICLEI European Secretariat.
- MATEOS, R. M.; GARCÍA-MORENO, I.; REICHENBACH, P.; HERRERA, G.; SARRO, R.; RIUS, J.; AGUILÓ, R.; FIORUCCI, F. (2016). "Calibration and validation of rockfall modelling at regional scale: application along a roadway in Mallorca (Spain) and organization of its management". *Landslides*, 13, p. 751-763.
- MATEOS R. M.; GARCÍA-MORENO, I.; AZAÑÓN, J. M. (2012). "Freeze-thaw cycles and rainfall as triggering factors of mass movements in a warm Mediterranean region: the case of the Tramuntana Range (Majorca, Spain)". *Landslides*, 9, p. 417-432.
- MELØYSUND, V.; LISØ, K. R.; SIEM, J.; APELAND, K. (2006). "Increased Snow Loads and Wind Actions on Existing Buildings: Reliability of the Norwegian Building Stock". *Journal of Structural Engineering*, 132, p. 1813-1820.
- MILANO, M.; RUELLAND, D.; FERNANDEZ, S.; DEZETTER, A.; FABRE, J.; SERVAT, E.; FRITSCH, J. M.; ARDOIN-BARDIN, S.; THIVET, G.; UM, A.; BATAILLON, P.E. (2013). "Current state of Mediterranean water resources and future trends under climatic and anthropogenic changes". *Hydrological Sciences Journal*, 58, p. 498-518.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (2013). *Grupo de Trabajo para el analisis de las Necesidades de adaptación al cambio climático de la red troncal de infraestructuras de transporte en España. Informe Final*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1962). *Desalination Research and the Water Problem. Report of the Desalination Research Conference, convened by the National Academy of Sciences*. Washington DC: National Research Council.
- NATIONAL WATER COMMISSION (2012). *Water policy and climate change in Australia*. Canberra: NWC.
- PAPAKOSTAS, K. T.; SLINI, T. (2017). "Effects of Climate Change on the Energy Required for the Treatment of Ventilation Fresh Air in HVAC Systems the Case of Athens and Thessaloniki". *Procedia Environmental Sciences*, 38, p. 852-859.
- RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA (2017). *Avance del informe del Sistema Eléctrico Español 2017*. Alcobendas: Red Eléctrica de España.
- RÓZSÁS, Á.; KOVÁCS, N.; VIGH, L. G.; SÝKORA, M. (2016). "Climate change effects on structural reliability in the Carpathian Region". *Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 120, p. 103-125.
- SAHA, M.; ECKELMAN, M. J. (2014). "Urban scale mapping of concrete degradation from projected climate change". *Urban Climate*, 9, p. 101-114.



- SARRO, R.; MATEOS, R. M.; GARCÍA-MORENO, I.; HERRERA, G.; REICHENBACH, P.; LAÍN, L.; PAREDES, C. (2014). "The Son Poc rockfall (Mallorca, Spain) on the 6th of March 2013: 3D simulation". *Landslides*, 11, p. 493-503.
- SCHMITT, G. A. (2009). *Global Needs for Knowledge Dissemination, Research, and Development in Materials Deterioration and Corrosion Control*. Nova York: World Corrosion Organization.
- STEWART, M. G.; WANG, X. (2011). *Risk Assessment of Climate Adaptation Strategies for Extreme Wind Events in Queensland*. Canberra: CSIRO.
- SHEMER, H.; SEMIAT, R. (2017). "Sustainable RO desalination — Energy demand and environmental impact". *Desalination*, 424, p. 10-16.
- STEWART, M. G.; WANG, X.; NGUYEN, M. N. (2011). "Climate change impact and risks of concrete infrastructure deterioration". *Engineering Structures*, 33, p. 1326-1337.
- VALOR, E.; MENEU, V.; CASELLES, V. (2001). "Daily Air Temperature and Electricity Load in Spain". *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 40, p. 1413-1421.
- VOUTCHKOV, N. (2016). "Desalination — past, present and future". *The IDA International Conference on Water Reuse and Recycling: Turning Vision into Reality*.
- WOLS B. A.; VAN DAAL, K.; VAN THIENEN, P. (2014). "Effects of Climate Change on Drinking Water Distribution Network Integrity: Predicting Pipe Failure Resulting from Differential Soil Settlement". *Procedia Engineering*, 70, p. 1726-1734.
- WSAA (2016). *Climate Change Adaptation Guidelines*. Melbourne: WSAA.
- ZARZO, D.; PRATS, D. (2018). "Desalination and energy consumption. What can we expect in the near future?". *Desalination*, 427, p. 1-9.

Impactos sobre la salud

- BALLESTER, F.; MICHELOZZI, P. (2003). "Weather, climate, and public health". *Journal of Epidemiology and Community Health*, 57, p. 759-766.
- BEGGS, P. J. (2010). "Adaptation to impacts of climate change on aeroallergens and allergic respiratory diseases". *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7, p. 3006-3021.
- BERNABEU-WITTEL, M.; RUIZ-PÉREZ, M.; DEL TORO, M. D.; AZNAR, J.; MUNIAIN, Á.; DE ORY, F.; DOMINGO, C.; PACHÓN, J. (2007). "West Nile virus past infections in the general population of Southern Spain". *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 25, p. 561-565.
- CARNICER-PONT, D.; MILLET, J. P. (2014). "Cambio Climático y Salud". *Enfermedades Emergentes*, 9, p. 111-113.
- CECCHI, L.; D'AMATO, G.; AYRES, J.G.; GALAN, C.; FORASTIERE, F.; FORSBERG, B.; GERRITSEN, J.; NUNES, C.; BEHRENDT, H.; AKDIS, C.; DAHL, R.; ANNESI-MAESANO, I. (2010). "Projections of the effects of climate change on allergic asthma: The contribution of aerobiology". *Allergy: European Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 65, p. 1073-1081.



- D'AMATO, G.; BERGMANN, K. C.; CECCHI, L.; ANNESI-MAESANO, I.; SANDUZZI, A.; LICCARDI, G.; VITALE, C.; STANZIOLA, A.; D'AMATO, M. (2014). "Climate change and air pollution". *Allergo Journal International*, 23, p. 17-23.
- EEA (2011). *Safe water and healthy water services in a changing environment, EEA Technical Report 7/2011*. Copenhagen: EEA.
- GOULD, E.A.; HIGGS, S. (2010). "Impact of climate change and other factors on emerging arbovirus diseases". *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 103, p. 109-121.
- KAPTOUL, D.; VILADRICH, P. F.; DOMINGO, C.; NIUBÓ, J.; MARTÍNEZ-YÉLAMOS, S.; DE ORY, F.; TENORIO, A. (2007). "West Nile virus in Spain: Report of the first diagnosed case (in Spain) in a human with aseptic meningitis". *Scandinavian Journal of Infectious Diseases*, 39, p. 70-71.
- KRISTEMANN, T.; RECHENBURG, A.; HÖSER, C.; SCHREIBER, C.; FRECHEN, T.; HERBST, S. (2012). *Assessing the potential impacts of climate change on food- and waterborne diseases in Europe*. Estocolm: ECDC.
- LINDGREN, E.; ANDERSSON, Y.; SUK, J. E.; SUDRE, B.; SEMENZA, J.C. (2012). "Monitoring EU Emerging Infectious Disease Risk Due to Climate Change". *Science*, 336, p. 418-419.
- LÓPEZ-VÉLEZ, R.; MOLINA, R. (2005). "Cambio climático en España y riesgo de enfermedades infecciosas y parasitarias transmitidas por artrópodos y roedores". *Revista Espanola de Salud Pública*, 79, p. 177-190.
- MARTÍ BOSCA, J.D. (2012). *Cambio Global España 2020/50. Cambio climático y salud*. Madrid: Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud.
- MCMICHAEL, A. J.; WOODRUFF, R.E.; HALES, S. (2006). "Climate change and human health: Present and future risks". *The Lancet*, 367, p. 859-869.
- MINISTERIO DE SANIDAD (2017). *Indicadores de Salud y Cambio Climático*. Madrid: Ministerio de Sanidad.
- MITCHELL, D.; HEAVISIDE, C.; VARDOLAKIS, S.; HUNTINGFORD, C.; MASATO, G.; GUILLOD, B.P.; FRUMHOFF, P.; BOWERY, A.; WALLON, D.; ALLEN, M. (2016). "Attributing human mortality during extreme heat waves to anthropogenic climate change". *Environmental Research Letters*, 11.
- NAICKER, P. R. (2011). "The impact of climate change and other factors on zoonotic diseases". *Archives of Clinical Microbiology*, 2, p. 2-7.
- NEGEV, M.; PAZ, S.; CLERMONT, A.; PRI-OR, N. G.; SHALOM, U.; YEGER, T.; GREEN, M.S. (2015). "Impacts of climate change on vector borne diseases in the mediterranean basin — implications for preparedness and adaptation policy". *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12, p. 6745-6770.
- PATZ, J. A.; GITHEKO, A. K.; MCCARTY, J. P.; HUSSEIN, S.; CONFALONIERI, U.; DE WET, N. (2003). "Climate change and infectious diseases". *Climate change and human health: risks and responses*. Ginebra: WHO.
- RANDOLPH, S.E. (2010). "To what extent has climate change contributed to the recent epidemiology of tick-borne diseases?". *Veterinary Parasitology*, 167, p. 92-94.
- RUGGIE J. (2008). *Advance Edited Version. Human Rights*. Ginebra: UNHRC.



SÁNCHEZ, A.; AMELA, C.; SANTOS, S.; SUAREZ, B.; SIMÓN, F.; SIERRA, M. J. (2013). *Informe de situación y evaluación de la fiebre por virus del Nilo occidental en España*. Madrid: CCAES.

SANTA-OLALLA PERALTA, P.; VAZQUEZ-TORRES, M. C.; LATORRE-FANDÓS, E.; MAIRAL-CLAVER, P.; CORTINA-SOLANO, P.; PUY-AZÓN, A.; SANCHO, B.A.; LEITMEYER, K.; LUCIENTES-CURDI, J.; SIERRA-MOROS, M.J. (2010). "First autochthonous malaria case due to plasmodium vivax since eradication, Spain, october 2010". *Eurosurveillance*, 15, p. 1-3.

SOTELO, E.; FERNÁNDEZ-PINERO, J.; JIMÉNEZ-CLAVERO, M. Á. (2012). "La fiebre/encefalitis por virus West Nile: reemergencia en Europa y situación en España". *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 30, p. 75-83.

TIRADO BLÁZQUEZ, M. C. (2010). "Cambio climático y salud. Informe SESPAS 2010". *Gaceta Sanitaria*, 24, p. 78-84.

ZISKA, L. H.; EPSTEIN, P. R.; ROGERS, C. A. (2008). "Climate change, aerobiology, and public health in the Northeast United States". *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 13, p. 607-613.

Impactos económicos

ALBERINI, A.; CHIABAI, A. (2007). "Urban environmental health and sensitive populations: How much are the Italians willing to pay to reduce their risks?". *Regional Science and Urban Economics*, 37, p. 239-258.

ALEXANDRAKIS, G.; MANASAKIS, C.; KAMPANIS, N.A. (2015). "Valuating the effects of beach erosion to tourism revenue. A management perspective". *Ocean & Coastal Management*, 111, p. 1-11.

AMEDEN, H.; JUST, D.R. (2001). "Pests and Agricultural Production under Climate Change". *American Agricultural Economics Association Annual Meetings*, p. 1-26.

AMENGUAL, A.; HOMAR, V.; ROMER, R.; RAMIS, C.; ALONSO, S. (2014). "Projections for the 21st century of the climate potential for beach-based tourism in the Mediterranean". *International Journal of Climatology*, 34, p. 3481-3498.

AMENGUAL, A.; HOMAR, V.; ROMERO, R.; ALONSO, S.; RAMISA, C. (2012). "Projections of the climate potential for tourism at local scales: application to Platja de Palma, Spain". *International Journal of Climatology*, 32, p. 2095-2107.

AWONDO, S. N.; EGAN, K. J.; DWYER, D. F. (2011). "Increasing beach recreation benefits by using wetland to reduce contamination". *Marine Resource Economics*, 26, p. 1-15.

BUJOSA, A.; RIERA, A.; TORRES, C.M. (2015). "Valuing tourism demand attributes to guide climate change adaptation measures efficiently: the case of the Spanish domestic travel market". *Tourism Management*, 47, p. 233-239.

BUJOSA, A.; ROSSELLÓ, J. (2013). "Climate change and summer mass tourism: the case of Spanish domestic tourism". *Climatic Change*, 117, p. 363-375.

BUJOSA, A.; ROSSELLÓ, J. (2011). "Cambio climático y estacionalidad turística en España: Un análisis del turismo doméstico de costa". *Estudios de economía aplicada*, 29, p. 863-880.

BUJOSA, A.; TORRES, C.M.; RIERA, A. (2018). "Framing Decisions in Uncertain Scenarios: An Analysis of Tourist Preferences in the Face of Global Warming". *Ecological Economics*, 148, p. 36-42.



- DE FREITAS, C. R.; SCOTT, D.; MCBOYLE, G. (2008). "A second generation climate index for tourism (CIT): specification and verification". *International Journal of Biometeorology*, 52, p. 399-407.
- DENG, T.; LI, X.; MA, M. (2017). "Evaluating impact of air pollution on China's inbound tourism industry: a spatial econometric approach". *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 22, p. 771-780.
- DUARTE, C.; PITT, K.; LUCAS, C.; PURCELL, J.; UYE, S.; ROBINSON, K.; BROTZ, L.; DECKER, M.; SUTHERLAND, K.; MALEJ, A.; MADIN, L.; MIANZAN, H.; GILI, J. M.; FUENTES, V.; ATIENZA, D.; PAGÉS, F.; BREITBURG, D.; MALEK, J.; MONTY GRAHAM, W.; CONDON, R. (2013). "Is global ocean sprawl a cause of jellyfish blooms?". *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11, p. 91-97.
- FACCIOLI, M.; HANLEY, N.; TORRES, C. M.; RIERA, A. (2016). "Do we care about sustainability? An analysis of time sensitivity of social preferences under environmental time-persistent effect". *Journal of Environmental Management*, 177, p. 356-364.
- FACCIOLI, M.; RIERA, A.; TORRES, C.M. (2015). "Valuing the Recreational Benefits of Wetland Adaptation to Climate Change: A Trade-off Between Species' Abundance and Diversity". *Environmental Management*, 55, p. 550-563.
- FRANCOUR, P. (1997). "Fish Assemblages of Posidonia oceanica Beds at Port-Cros (France, NW Mediterranean): Assessment of Composition and Long-Term Fluctuations by Visual Census". *Marine Ecology*, 18, p. 157-173.
- FREY, E. F.; PALIN, M. B.; WALSH, P. J.; WHITCRAFT, C.R. (2013). "Spatial hedonic valuation of a multi-use urban wetland in southern California". *Agricultural and Resource Economics Review*, 42, p. 387-402.
- GONZÁLEZ ESTEBAN, Á. L. (2014). "Nuevos paradigmas agrarios: una aproximación a los fundamentos teóricos de la «soberanía alimentaria»". *Historia Agraria: Revista de Agricultura e Historia Rural*, 64, p. 131-159.
- GOPALAKRISHNAN, S.; SMITH, M. D.; SLOTT, J. M.; MURRAY, A.B. (2011). "The value of disappearing beaches: A hedonic pricing model with endogenous beach width". *Journal of Environmental Economics and Management*, 61, p. 297-310.
- GRAU, A. M. (2008). "Recreational maritime fishing in the Balearic Islands: tradition and future (Zaragoza, Spain, 4 february 2008)". In: Basurco, B. (Ed.). *The Mediterranean Fisheries Sector. A Reference Publication for the VII Meeting of Ministers of Agriculture and Fisheries of CIHEAM Member Countries*. Saragossa: CIHEAM / FAO / GFCM, 2008, p. 97-105 (*Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches; n. 62*).
- GUBLER, D. J. (2012). "The economic burden of Dengue". *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 86, p. 743-744.
- HEATHER, F. J.; CHILDS, D. Z.; DARNAUDE, A. M.; BLANCHARD, J. L. (2018). "Using an integral projection model to assess the effect of temperature on the growth of gilthead seabream Sparus aurata". *PLoS One*, 13.
- HOLLAND, M.; AMANN, M.; HEYES, C.; AL, E. (2011). "The reduction in air quality impacts and associated economic benefits of mitigation policy: Summary of results from the EC RTD ClimateCost Project". *Technical Policy Briefing Note 6*. In: Watkiss, P. (Ed.). *The ClimateCost Project (Final Report. Volume 1: Europe)*. Suècia.



- IGLESIAS, A.; GARROTE, L.; QUIROGA, S.; MONEO, M. (2012). "A regional comparison of the effects of climate change on agricultural crops in Europe". *Climatic Change*, 112, p. 29-46.
- JACKSON, E. L.; REES, S. E.; WILDING, C.; ATTRILL, M. J. (2015). "Use of a seagrass residency index to apportion commercial fishery landing values and recreation fisheries expenditure to seagrass habitat service". *Conservation Biology*, 29, p. 899-909.
- KJELLSTROM, T. (2015). "Impact of Climate Conditions on Occupational Health and Related Economic Losses: A New Feature of Global and Urban Health in the Context of Climate Change". *Asia Pacific Journal of Public Health*, p. 1-10.
- KJELLSTROM, T.; OTTO, M.; LEMKE, B.; HYATT, O.; BRIGGS, D.; FREYBERG, C.; LINES, L. (2016). *Climate change and labour: Impacts of heat in the workplace. Climate change, workplace, environmental conditions, occupational health risks, and productivity-An emerging global challenge to decent work, sustainable development and social equity*. Nova Zelanda: UNPD - ILO - IOM - UNI Global Union - ITUC - IOE - ACT Alliance - The Climate Vulnerable Forum - WHO.
- LANDRY, C.E.; HINDSLEY, P. (2011). "Valuing Beach Quality with Hedonic Property Models". *Land Economics*, 87, p. 92-108.
- LANDRY, C. E.; KEELER, A. G.; KRIESEL, W. (2003). "An economic valuation of beach erosion management alternatives". *Marine Resource Economics*, 18, p. 105-127.
- LEGGETT, J. (2005). *Half gone. Oil, gas, hot air and the global energy crisis*. Londres: Portobello Books Ltd.
- MARBÀ, N.; DUARTE, C.M. (2010). "Mediterranean warming triggers seagrass (*Posidonia oceanica*) shoot mortality". *Global Change Biology*, 16, p. 2366-2375.
- MARKANDYA, A.; SAMPEDRO, J.; SMITH, S. J.; VAN DINGENEN, R.; PIZARRO-IRIZAR, C.; ARTO, I.; GONZÁLEZ-EGUINO, M. (2018). "Health co-benefits from air pollution and mitigation costs of the Paris Agreement: a modelling study". *The Lancet Planetary Health*, 2, p. 126-133.
- MEA (2005). *Ecosystems and Human Well-being (Millennium Ecosystem Assessment Conditions and Trends Working Group)*. Washington D.C.: Island Press.
- MORALES-NIN, B.; MAYNOU, F. C.-P. F.; GRAU, A. M. (2015). "How relevant are recreational fisheries? Motivation and activity of resident and tourist anglers in Majorca". *Fisheries Research*, 164, p. 45-49.
- MORALES-NIN, B.; MORANTA, J.; GARCIA, C.; TUGORES, M. P.; RIERA, A. M. G. F.; CERDA, M. (2005). "The recreational fishery off Majorca Island (western Mediterranean): some implications for coastal resource management". *ICES Journal of Marine Science*, 62, p. 727-739.
- MURRAY, C.; SOHNGEN, B.; PENDLETON, L. (2001). "Valuing water quality advisories and beach amenities in the Great Lakes". *Water Policy, Economics, and Systems Analysis*, 37, p. 2583-2590.
- NIETO, J.; CARPINTERO, Ó.; MIGUEL, L. J. (2018). "Less than 2C? An economic-environmental evaluation of the Paris Agreement". *Ecological Economics*, 146, p. 69-84.
- OKMYUNG, B.; CZAJKOWSKI, J. (2013). "The impact of technical and non-technical measures of water quality on coastal waterfront property values in South Florida". *Marine Resource Economics*, 28, p. 43-63.



- PARSONS, G. R.; CHEN, Z.; HIDRUE, M. K.; STANDING, N.; LILLEY, J. (2013). "Valuing Beach Width for Recreational Use: Combining Revealed and Stated Preference Data". *Marine Resource Economics*, 28, p. 221-241.
- PARSONS, G. R.; POWELL, M. (2001). "Measuring the Cost of Beach Retreat". *Coastal Management*, 29, p. 91-103.
- PERCH-NIELSEN, S. L.; AMELUNG, B.; KNUTTI, R. (2010). "Future climate resources for tourism in Europe based on the daily tourism climatic index". *Climatic Change*, 103, p. 363-381.
- PERRY, A. L.; LOW, P. J.; ELLIS, J. R.; REYNOLDS, J. D. (2005). "Climate Change and Distribution Shifts in Marine Fishes". *Science*, 308, p. 1912-1915.
- PHANEUF, D. J.; SMITH, V. K.; PALMQUIST, R. B.; POPE, J. C. (2013). "Integrating Property Value and Local Recreation Models to Value Ecosystem Services in Urban Watersheds". *Land Economics*, 84, p. 361-381.
- PINTASSILGO, P.; ROSSELLÓ, J.; SANTANA-GALLEGO, M.; VALLE, E. (2016). "The economic dimension of climate change impacts on tourism. The case of Portugal". *Tourism Economics*, 22, p. 685-698.
- PITT, K. A.; LUCAS, C. H. (2014). *Jellyfish Blooms*. Dordrecht: Springer Science & Business Media.
- PRIEGO, F.; ROSSELLÓ, J.; SANTANA-GALLEGO, M. (2015). "The impact of climate change on domestic tourism: a gravity model for Spain". *Regional Environmental Change*, 15, p. 291-300.
- PURCELL, J. E. (2005). "Climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms: a review". *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 85, p. 461-476.
- PURCELL, J. E. (2012). "Jellyfish and Ctenophore Blooms Coincide with Human Proliferations and Environmental Perturbations". *Annual Review of Marine Science*, 4, p. 209-235.
- RESCO, P.; QUIROGA, S.; IGLESIAS, A.; SOTES, V. (2010). "Risk of climate change for grapevine production in Mediterranean areas". *Bulletin de l'O.I.V.*, 83, p. 315-322.
- RICHARDSON, R. B.; LOOMIS, J. B. (2004). "Adaptive recreation planning and climate change: a contingent visitation approach". *Ecological Economics*, 50, p. 83-99.
- RIJNSDORP, A.D.; PECK, M. A.; ENGELHARD, G. H.; MÖLLMANN, C.; PINNEGAR, J. K. (2009). "Resolving the effect of climate change on fish populations". *ICES Journal of Marine Science*, 66, p. 1570-1583.
- ROSSELLÓ, J.; SANTANA-GALLEGO, M. (2014). "Recent trends in international tourist climate preferences: a revised picture for climatic change scenarios". *Climatic Change*, 124, p. 119-132.
- SCOTT, D.; JONES, B.; KONOPEK, J. (2007). "Implications of climate and environmental change for nature-based tourism in the Canadian Rocky Mountains: a case study of Waterton Lakes National Park". *Tourism Management*, 28, p. 570-579.
- SHEMER, H.; SEMIAT, R. (2017). "Sustainable RO desalination - Energy demand and environmental impact". *Desalination*, 424, p. 10-16.
- SPANGENBERG, J.H.; SETTELE, J. (2010). "Precisely incorrect? Monetising the value of ecosystem services". *Ecological Complexity*, 7, p. 327-337.
- STERN (2007). *The economics of climate change. The Stern review*. Cambridge: Cambridge University Press.



- THOMPSON, G. M.; JESS, S.; MURCHIE, A.K. (2012). "A review of African horse sickness and its implications for Ireland". *Irish Veterinary Journal*, 65.
- TOL, R. S. J. (2018). "The economic impacts of climate change". *Review of Environmental Economics and Policy*, 12, p. 4-25.
- TORRES, C. M.; FACCIOLI, M.; RIERA, A. (2017). "Waiting or acting now? The effect on willingness-to-pay of delivering inherent uncertainty information in choice experiments". *Ecological Economics*, 131, p. 231-240.
- TORRES, C. M.; RIERA, A.; GARCÍA, D. (2009). "Are preferences for water quality different for second-home residents?". *Tourism Economics*, 15, p. 629-651.
- TORRES, C. M.; HANLEY, N. (2017). "Communicating research on the economic valuation of coastal and marine ecosystem services". *Marine Policy*, 75, p. 99-107.
- TUTTLE, C.M.; HEINTZELMAN, M.D. (2015). "A loon on every lake: A hedonic analysis of lake water quality in the Adirondacks". *Resource and Energy Economics*, 39, p. 1-15.
- TUYA, F.; HAROUN, R.; ESPINO, F. (2014). "Economic assessment of ecosystem services: Monetary value of seagrass meadows for coastal fisheries". *Ocean & Coastal Management*, 96, p. 181-187.
- UNSWORTH, R. K. F.; NORDLUND, L. M.; CULLEN-UNSWORTH, L. C. (2018). "Seagrass meadows support global fisheries production". *Conservation Letters*, p. 1-8.
- VATN, A. (2005). *Institutions and the environment*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- VERMEULEN, S. J.; CAMPBELL, B. M.; INGRAM, J.S.I. (2012). "Climate change and food systems". *Annual Review of Environment and Resources*, 37, p. 195-222.
- WHITEHEAD, J. C.; DUMAS, C. F.; HERSTINE, J.; HILL, J.; BUERGER, B. (2008). "Valuing beach access and width with revealed and stated preference data". *Marine Resource Economics*, 23, p. 119-135.
- WILSON, A.; MELLOR, P. (2008). "Bluetongue in Europe: vectors, epidemiology and climate change". *Parasitology Research*, 103 (Suppl. 1), p. 69-77.
- WOLS, B. A.; VAN DAAL, K.; VAN THIENEN, P. (2014). "Effects of climate change on drinking water distribution network integrity: predicting pipe failure resulting from differential soil settlement". *Procedia Engineering*, 70, p. 1726-1734.
- YAGNIK, P.; LINOU, N.; WEBB, D.; BLANCO U. (2017). *A Socio-economic Impact Assessment of the Zika Virus in Latin America and the Caribbean: with a focus on Brazil, Colombia and Suriname*. Nova York: UNDP-IFRC.
- ZHANG, A.; ZHONG, L.; XU, Y.; WANG, H.; DANG, L. (2015). "Tourists' Perception of Haze Pollution and the Potential Impacts on Travel: Reshaping the Features of Tourism Seasonality in Beijing, China". *Sustainability*, 7, p. 2397-2414.

Impactos del cambio climático desde la perspectiva jurídica, social y política

COUNCIL OF EUROPE (2012). *Manual on Human Rights and the Environment*.

COX, R. (2012). *Revolution Justified*. Maastricht: Planet Prosperity Foundation.



DE VÍLCHEZ MORAGUES, P. (2016). "Broadening the Scope: The Urgenda Case, the Oslo Principles and the Role of National Courts in Advancing Environmental Protection Concerning Climate Change". *Spanish Yearbook of International Law*, 20, 71-92.

DE VÍLCHEZ MORAGUES, P. (2017). "Extraterritoriality and judicial review of state's policies on global warming: Some reflections following the 2016 Scandinavian climate lawsuits". *Revista Electrónica de Estudios Internacionales*, (34), 1-27.

EXPERT GROUP ON GLOBAL CLIMATE OBLIGATIONS (2015). *Oslo principles on global climate change*. Eleven International Publishing.

JOHNSTON, R. (2016). "Lacking Rights and Justice in a Burning World: The Case for Granting Standing to Future Generations in Climate Change Litigation". *Tilburg Law Review*, 21(1), p. 31-51.

MITCHELL, D.; HEAVISIDE, C.; VARDOULAKIS, S.; HUNTINGFORD, C.; MASATO, G., P. GUILLOD, B.; FRUMHOFF, P.; BOWERY, A.; WALLOM, D.; ALLEN, M. (2016). "Attributing human mortality during extreme heat waves to anthropogenic climate change". *Environmental Research Letters*, 11.

STIGLITZ, J.E. (2018). *Expert Report prepared for Plaintiffs and Attorneys for Plaintiffs in Juliana v. The United States*. Case No: 6:15-cv-01517-TC.

UNITED NATIONS COMMISSION ON HUMAN RIGHTS (1994). *Draft Principles on Human Rights and the Environment. Annex I to the Final report of the Special Rapporteur to the UN Commission on Human Rights*.

UNHCR (2017). *Climate Change and Disaster Displacement: An Overview of UNHCR's role*.

UN HUMAN RIGHTS COUNCIL (2016). *Analytical study on the relationship between climate change and the human right of everyone to the enjoyment of the highest attainable standard of physical and mental health. Report of the Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights*.

UN HUMAN RIGHTS COUNCIL (2016). *Report of the Special Rapporteur on the issue of human rights obligations relating to the enjoyment of a safe, clean, healthy and sustainable environment*.

UN HUMAN RIGHTS COUNCIL (2016). *Resolution A/HRC/RES/32/33 on Human Rights and Climate Change*.

UN HUMAN RIGHTS COUNCIL (2017). *Summary of the panel discussion on human rights, climate change, migrants and persons displaced across international borders. Report of the Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights*.

US DEPARTMENT OF DEFENSE (2015). *National Security Implications of Climate-Related Risks and a Changing Climate. Report submitted in response to Congressional Request*.

WARNER, K. (2011). "Climate Change Induced Displacement: Adaptation Policy in the Context of the UNFCCC Climate Negotiations". *Legal and Protection Policy Research Series*, UNHCR.