ESTRATEGIA ASTURIANA DE ACCIÓN POR EL CLIMA

Diagnóstico previo sobre los efectos del cambio climático en los sistemas ambientales y socioeconómicos del Principado de Asturias

Documento de síntesis

Octubre de 2021

GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

VICEPRESIDENCIA

CONSEJERÍA DE ADMINISTRACIÓN AUTONÓMICA, MEDIO AMBIENTE Y CAMBIO CLIMÁTICO

VICECONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y CAMBIO CLIMÁTICO

El presente documento contiene la síntesis del diagnóstico previo de los efectos del cambio climático en los sistemas ambientales y socioeconómicos del Principado de Asturias, elaborado por el Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio de la Universidad de Oviedo (INDUROT) por encargo de la Viceconsejería de Medio Ambiente y Cambio Climático del Principado de Asturias, y forma parte de la fase de diagnóstico del cambio climático de la Estrategia Asturiana de Acción por el Clima.

GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

VICEPRESIDENCIA

CONSEJERÍA DE ADMINISTRACIÓN AUTONÓMICA, MEDIO AMBIENTE Y CAMBIO CLIMÁTICO

VICECONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y CAMBIO CLIMÁTICO

Diagnóstico previo sobre los efectos del cambio climático en los sistemas ambientales y socioeconómicos del Principado de Asturias.

Documento de síntesis.

Octubre de 2021

El presente documento recoge la síntesis de los resultados de los trabajos desarrollados por Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT) de la Universidad de Oviedo en cumplimiento de la RESOLUCIÓN de 11 de mayo de 2021 del Director General de Calidad Ambiental y Cambio Climático por la que se adjudica el contrato menor para la elaboración del diagnóstico previo sobre los efectos del cambio climático en los sistemas ambientales y socioeconómicos del Principado de Asturias.

Dirección Técnica

Manuel Carrero de Roa

Viceconsejería de Medio Ambiente y Cambio Climático

Elaboración

Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT) Universidad de Oviedo

Dirección: Gil González Rodríguez

Coordinación: Arturo Colina Vuelta

Autores

Arturo Colina Vuelta
Laura García de la Fuente
Elena Fernández Iglesias

Colaboradores

Luján Infanzón Díaz
Pilar García Manteca
Antonio Torralba Burrial
José Luis Rodríguez Gallego

Indurot
Universidad de Oviedo

ÍNDICE

1. Introducción. 1
2. Marco de referencia para la adaptación al cambio climático. 3
2.1 Concepto, alcance y principios generales de la adaptación al cambio climático. 3
2.2. Marco de referencia para la adaptación al cambio climático. 6
2.2.1. Marco internacional: el Acuerdo de París. 8
2.2.2. Marco europeo: la Estrategia de la UE sobre adaptación al cambio climático. 10
2.2.3. Marco nacional: el PNACC 2021-2030. 11
2.2.4. Iniciativas regionales en materia de adaptación. 16
Panel CLIMAS. 16
Estudio sobre la adaptación al cambio climático de la costa del Principado de Asturias. 16
Planificación del litoral frente al cambio climático. 18
Mapa de estrategias del Principado de Asturias 2021-2027. 21
Comisión de Coordinación de Acción por el Clima del Principado de Asturias. 23
3. Evaluación inicial de los impactos y el riesgo ante los efectos del cambio climático. 25
3.1. Evaluación de los efectos del cambio climático sobre el medio, la biodiversidad y los ecosistemas. 26
Medio marino. 26
Sistemas costeros. 27
Recursos hídricos y ecosistemas acuáticos continentales. 28
Ecosistemas terrestres. 30
3.2. Evaluación de los efectos del cambio climático sobre los sistemas socioeconómicos. 32
Población. 33
Pesca y acuicultura. 35
Agricultura. 36
Ganadería. 37
Silvicultura. 38
Industria y energía. 39
Comercio y servicios. 40
Servicios públicos. 40
Turismo. 41
Movilidad y transporte. 43
Poblamiento. 44
3.3. Matriz de valoración preliminar del riesgo. 47
Bibliografía consultada 49

ACRÓNIMOS

AR5: Quinto Informe del IPCC.

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

COP: *Conference of the Parties* / Conferencia de las partes.

CUOTA: Comisión de Urbanismo y Ordenación del Territorio del Principado de Asturias

DHC: Demarcación Hidrográfica del Cantábrico

IPCC: *Intergovernmental Panel on Climate Change* / Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

MITECO: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

PIMA: Planes de Impulso al Medio Ambiente.

PNACC: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

1. Introducción.

El cambio climático es ya una realidad y, tal y como alerta el IPCC y la Comisión Europea, sus efectos asociados y los impactos que ya se están produciendo continuarán durante décadas o siglos, incluso si los esfuerzos de mitigación para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero resultan eficaces. Por tanto, uno de los grandes desafíos del siglo XXI es "construir un mañana más resiliente", en referencia a la nueva estrategia de adaptación al cambio climático de la UE, aprobada en febrero de 2021 y titulada "Forjar una Europa resiliente al cambio climático".

La adaptación, uno de los dos pilares fundamentales de la lucha contra el cambio climático, se aborda desde los diferentes niveles de gobernanza (global, europeo, nacional, regional y local), lo que se traduce en marcos normativos y de planificación en los que se establecen obligaciones y directrices de la acción que deben estar diseñadas y dimensionadas según las diferentes características y capacidades de cada ámbito territorial.

En este contexto, el Gobierno del Principado de Asturias se ha marcado como uno de sus objetivos prioritarios la acción frente al cambio climático actuando tanto desde la vertiente de la mitigación como desde la de la adaptación. La futura Estrategia Asturiana de Acción por el Clima se alinea con los esfuerzos que plantea la Unión Europea en su hoja de ruta a largo plazo y con los compromisos de España a través de sus instrumentos nacionales. La estrategia regional de acción por el clima se concibe como una herramienta de coordinación del propio Gobierno del Principado de Asturias para articular una respuesta integrada frente a la crisis climática, formulada desde la doble perspectiva de la mitigación y la adaptación al cambio climático. El objetivo de esta última, en la que se encuadra el presente documento, es limitar los impactos y reducir las vulnerabilidades para incrementar la resiliencia frente al cambio del clima del sistema territorial asturiano frente a los riesgos del calentamiento global.

No obstante, para diseñar y proponer medidas de adaptación eficaces es imprescindible fundamentarse sobre una base de conocimientos necesariamente muy amplia, ya que, aunque de muy diversas formas, los efectos del cambio climático repercuten en casi todos los ambientes y sectores presentes en el territorio, a lo que se suma la acción de otros estresores de cambio no climático que acentúan los impactos del cambio climático o son responsables de impactos adicionales, muchas veces con un resultado acumulativo y sinérgico.

La correcta evaluación de esos riesgos exige un diagnóstico de los impactos que el cambio climático está teniendo y tendrá sobre los diversos sistemas naturales, ambientales y socioeconómicos que integran el territorio de Asturias en los diferentes escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, a pesar de los avances realizados, siguen existiendo grandes lagunas en el conocimiento sobre los efectos del cambio climático y sobre necesidades de adaptación, en particular cuando se abordan los impactos para ámbitos regionales o locales, que requieren estudios específicos no exentos de un importante grado de incertidumbre.

En consecuencia, el objeto del presente documento es, sobre la base del conocimiento disponible, realizar una identificación y caracterización previa de dichos efectos, así como una evaluación preliminar de los riesgos potenciales que amenazan al Principado de Asturias, identificando carencias en el conocimiento e incertidumbre de los resultados obtenidos en el análisis. Se continúa

así la senda iniciada con el panel CLIMAS 2009, aportando una síntesis de la información disponible, que sin duda deberá ser mejorada y ampliada en fases posteriores, identificando los aspectos que, *a priori*, requerirían una mayor atención y que deberán ser abordadas y traducidas a medidas y acciones en la Estrategia Asturiana de Acción por el Clima.

La metodología del trabajo se ha basado fundamentalmente en el análisis de los principales documentos normativos, científicos, técnicos y de planificación disponibles, elaborados por diversos agentes internacionales, europeos, nacionales y regionales, en los que se aborda el cambio climático desde una perspectiva integral, sectorial o temática, con especial atención a los que tratan los efectos del cambio climático y las posibles estrategias de adaptación, considerando el ámbito geográfico de la región y sus características específicas.

Lo que se presenta en este documento es la síntesis del marco de referencia para la adaptación al cambio climático y los resultados de la evaluación inicial de los impactos y el riesgo ante los efectos del cambio climático, no incluyéndose los contenidos de los apartados dedicados a la descripción de los efectos del cambio climático sobre los sistemas ambientales (medio, biodiversidad y ecosistemas) y a los sistemas socioeconómicos (población, sectores económicos y poblamiento).

En la primera parte (apartado 2) se han identificado las principales iniciativas, normas, planes y estrategias internacionales, europeas, nacionales y regionales de relevancia en el marco de adaptación al cambio climático, analizando los instrumentos vigentes más relevantes o recientes en cada ámbito. En este sentido cabe destacar la intensificación de actividad desarrollada en los ámbitos europeo, nacional y regional principalmente desde 2018 y, en particular, durante el primer cuatrimestre del año 2021, como respuesta a los compromisos adquiridos tras la ratificación del Acuerdo de París, adoptado en diciembre de 2015, en el marco de la XXI Conferencia sobre el Clima (COP21).

En la segunda parte del documento (apartado 3) se sintetizan y evalúan los principales impactos identificados sobre los sistemas naturales, ambientales y socioeconómicos en el contexto regional y se realiza una valoración preliminar del riesgo potencial. Cabe señalar que debido algunas limitaciones, como la incertidumbre que generan los datos procedentes de los modelos y estudios de carácter general para el territorio asturiano o la escasez de estudios específicos y a que muchos de los resultados se basan en una única fuente de análisis, en este momento y en el contexto del presente proyecto, no ha sido posible determinar con el rigor necesario ni el grado de acuerdo sobre dichos impactos o efectos, ni la magnitud del riesgo provocado por los impactos identificados.

Por tanto, la valoración inicial se realiza a modo de síntesis cualitativa, elaborada a juicio de experto por el equipo de redacción del presente documento, expresando la validez o confianza de los resultados obtenidos en los estudios disponibles para la definición de medidas de adaptación. Para ello se emplean tres niveles confianza (alto, medio y bajo) considerando el tipo, la cantidad, calidad y coherencia de la información disponible para identificar las potenciales evidencias de los efectos del cambio climático en el ámbito regional. Adicionalmente, cuando se considera necesario mejorar el nivel de conocimiento sobre los efectos y los impactos locales que los procesos identificados, o una parte de los mismos, podrían tener sobre la región se señala la presencia de incertidumbre asociada.

Asimismo, en esta parte del documento se incluye una matriz con la valoración preliminar sobre el grado de certeza de que los impulsores climáticos y no climáticos supongan un riesgo de impacto negativo sobre los sistemas analizados, estableciendo tres categorías: riesgo seguro, riesgo probable y riesgo desconocido o incierto.

Finalmente, se incluye la bibliografía consultada para la elaboración del informe completo.

2. Marco de referencia para la adaptación al cambio climático.

2.1 Concepto, alcance y principios generales de la adaptación al cambio climático.

El Quinto Informe del IPCC (AR5 por sus siglas en inglés) publicado en 2014, define la adaptación como el proceso de ajuste al clima real o esperado y sus efectos con el objetivo de moderar o evitar daños o aprovechar oportunidades beneficiosas en los sistemas humanos, indicando, además, que la intervención humana que se desarrolla en este proceso de adaptación puede facilitar la adaptación al clima esperado y sus efectos de algunos sistemas naturales[1].

Por tanto, el objetivo de la adaptación al cambio climático es mitigar el riesgo derivado de la variación climática, reduciendo la vulnerabilidad y la exposición a sus efectos y mejorando la capacidad de recuperación tras un impacto. En este sentido cabe señalar que el marco de acción de la adaptación, inicialmente centrado en la vulnerabilidad biofísica, ha evolucionado para abarcar un marco mucho más amplio en el que también se incluyen los factores sociales y económicos de la vulnerabilidad, la capacidad de respuesta ante las perturbaciones asociadas al clima[2].

Figura 1. Ejemplificación de las diferencias entre adaptación y adaptación transformativa.
Fuente: IPCC (2019, p. 66).

El IPCC diferencia dos grandes tipos de enfoques adaptativos[3]: la **adaptación progresiva,** basada en acciones cuyo objetivo central es mantener la esencia e integridad de un sistema o proceso a una escala determinada; y la **adaptación transformativa**, cuyas acciones modifican las características fundamentales de un sistema en capacidad de respuesta al clima y sus efectos.

[1] IPCC (2014, p. 5).
[2] IPCC (2014, p. 834).
[3] IPCC (2014, p. 40).

En cualquier caso, se ha puesto de manifiesto que para reducir y gestionar los riesgos asociados al cambio climático es necesario identificar las condiciones favorables que apoyan las transformaciones para **diseñar y aplicar respuestas integradas**, que vinculen la adaptación y mitigación con otros objetivos ambientales y sociales[4]. De esta forma, por lo general, las opciones de adaptación no se suelen concebir para abordar únicamente los riesgos u oportunidades climáticos sino que, al mismo tiempo que se logran los beneficios relacionados con el clima, también se asocian a otros objetivos, como mejorar en la salud humana, los medios de vida, el bienestar social y económico o la calidad ambiental, siendo cada vez más habitual la incorporación la adaptación al cambio climático en las políticas gubernamentales generales o sectoriales y en las actividades del sector privado.

La **eficacia de la adaptación al cambio climático** se incrementa cuando la planificación y la implementación de las acciones se realiza de forma complementaria en distintos niveles (nacional, regional y local), ya que no hay un enfoque único para reducir los riesgos en todos los entornos y, por tanto, las opciones de adaptación viables son específicas de cada territorio y contexto socioeconómico, debido a la presencia restricciones y límites propios de cada ámbito[5]. Entre las principales limitaciones u obstáculos que aparecen en cada entorno o contexto específico pueden interactuar para impedir la planificación e implementación de la adaptación se encuentran: la limitación de los recursos humanos y financieros; una pobre integración o coordinación de la gobernanza; las diferentes percepciones de los riesgos; la presencia de valores o intereses contrapuestos o en competencia; la ausencia de liderazgo; las limitaciones de los instrumentos para monitorear la efectividad de la adaptación; o la ausencia o insuficiencia de las acciones de investigación, seguimiento y observación y de la financiación necesaria para mantenerlas[6].

Otro de los aspectos de interés para la planificación de la adaptación al cambio climático es la clasificación de las **opciones de adaptación** que el IPCC adopta en el AR5 para las que, en un primer nivel, establece tres categorías generales: estructural-física, social e institucional (Tabla 1). Las **opciones estructurales y físicas** tienen un carácter puntual, con intervenciones y resultados bien definidos en alcance, espacio y tiempo. Entre ellas se encuentran las soluciones basadas en la ingeniería, la aplicación de tecnologías específicas, el uso de los ecosistemas y sus servicios para las necesidades de adaptación y la prestación de servicios específicos a nivel nacional, regional y local. Las **opciones sociales** de adaptación ponen el foco de atención fundamentalmente en la vulnerabilidad de la comunidad, sobre todo en la de los grupos desfavorecidos, con el objetivo de reducirla junto con las desigualdades sociales. Pertenecen a este grupo las soluciones de educación y sensibilización, información y de adaptación del comportamiento tanto desde perspectiva de la seguridad y salud como de la adaptación de los modos y medios de vida. Por su parte, las **opciones institucionales** para fomentar la adaptación son muy diversas, abarcando un amplio abanico que va desde los instrumentos económicos (impuestos, subsidios o seguros) hasta la planificación y regulación territorial y sectorial. Sin embargo, en este caso se indica que, en muchas ocasiones, materializar lo establecido en la planificación o la formulación de políticas de adaptación nacionales y locales puede resultar un gran desafío para los gestores y gobernantes.

Sin embargo, tal y como señala el IPCC, en la mayoría de las ocasiones **la adaptación es un proceso iterativo** y la selección de opciones de adaptación específicas para cada contexto constituye un desafío debido a la incertidumbre sobre los impactos acumulativos del cambio climático y su magnitud.

[4] IPCC (2014, pp. 1104-1105).

[5] IPCC (2014, pp. 25-28).

[6] IPCC (2014, pp. 25-28).

Tabla 1. Clasificación de las medidas de adaptación propuesta en el informe quinto informe de evaluación del IPCC.

CATEGORÍA/SOLUCIONES		EJEMPLOS DE MEDIDAS
ESTRUCTURAL-FÍSICA	Ingeniería	Estructuras de protección costera; defensas y drenajes contra inundaciones; almacenamiento de agua y almacenamiento por bombeo; obras de alcantarillado; drenaje mejorado; aportaciones a las playas; refugios contra inundaciones y ciclones; códigos de construcción; gestión de aguas pluviales y residuales; adaptación de las infraestructuras de transporte; adaptación de centrales eléctricas y redes eléctricas.
	Tecnología	Nuevas variedades de cultivos y animales; técnicas genéticas; tecnologías y métodos tradicionales; riego eficiente; tecnologías de ahorro de agua, incluido el aprovechamiento de las aguas pluviales; agricultura de conservación; instalaciones de almacenamiento y conservación de alimentos; seguimiento y cartografía de peligros; sistemas de alerta temprana; aislamiento de edificios; enfriamiento mecánico y pasivo; tecnologías de energía renovable; biocombustibles de segunda generación.
	Basadas en ecosistemas	Restauración ecológica que incluye la conservación y restauración de humedales y llanuras aluviales; aumento de la diversidad biológica; forestación y reforestación; reducción de incendios forestales y fuego prescrito; infraestructuras verdes; control de la sobrepesca; cogestión pesquera; corredores ecológicos; conservación *ex situ* y bancos de semillas; gestión de recursos naturales basada en la comunidad; gestión adaptativa del uso del suelo.
	Servicios	Redes de seguridad y protección social; bancos de alimentos y distribución de excedentes alimentarios; servicios municipales incluidos agua y saneamiento; servicios esenciales de salud pública y servicios médicos de emergencia mejorados; comercio internacional.
SOCIAL	Educación	Sensibilización e integración en la educación; equidad de género; servicios de extensión; difusión de conocimientos locales y tradicionales, incluida su integración en la planificación de la adaptación; investigación-acción participativa y social; plataformas de intercambio de conocimientos y aprendizaje; conferencias internacionales y redes de investigación; comunicación.
	Información	Cartografía de peligros y vulnerabilidades; sistemas de alerta temprana y respuesta, incluidos los de salud; monitoreo sistemático y teledetección; servicios climáticos; escenarios climáticos de escala local; planes de adaptación que consideren los diferentes grupos de la comunidad; el desarrollo de escenarios participativos.
	Comportamiento	Planificación para preparación y evacuación de las zonas residenciales; seguridad y salud de la población; conservación del suelo y el agua; diversificación de los medios de vida; cambios en las prácticas agrícolas, ganaderas y acuícolas; cambio de cultivos; aprovechamiento de las opciones de las practicas silvícolas.
INSTITUCIONAL	Económicas	Incentivos financieros; seguros; pagos por servicios ecosistémicos; fondos de contingencia para desastres; transferencias de efectivo.
	Regulaciones	Normativa de ordenación del territorio del territorio; normas de construcción; servidumbres; reglamentos y acuerdos en materia de aguas; normas para la reducción del riesgo de desastres; normas para fomentar la suscripción de seguros; definir los derechos de propiedad y la seguridad de la tenencia del suelo; áreas protegidas terrestres y marinas; cuotas de pesca.
	Políticas y programas gubernamentales	Planes de adaptación nacionales, regionales y locales; planes y programas de mejora urbana; programas municipales de gestión del agua; planificación de la respuesta y preparación ante desastres; planes urbanos considerando, en su caso, el nivel de distrito o barrio; planificación sectorial sostenible: paisaje, cuencas hidrográficas, zonas costeras, forestal, pesquera, etc.; modelos de ordenación adaptativa o basada en ecosistemas.

Debe considerarse la combinación o superposición de opciones de adaptación.
Los ejemplos pueden ser relevantes para más de una categoría.
Fuente: IPCC (2014, p. 845).

2.2. Marco de referencia para la adaptación al cambio climático.

La adaptación, uno de los dos pilares fundamentales de la lucha contra el cambio climático, se aborda desde los diferentes niveles de gobernanza (global, europeo, nacional, regional y local), lo que se han traducido en un amplio abanico de estudios e instrumentos normativos y de planificación, tal y como se puede ver en la Tabla 2 en la que se identifican los principales documentos, acuerdos, normas, planes y estrategias con relevancia para la adaptación al cambio climático elaborados desde 2014.

Tabla 2. Principales hitos en políticas relacionadas con el cambio climático.

AÑO	ÁMBITO	INSTRUMENTO
2014	INT	V informe de evaluación del IPCC.
	UE	COM/2014/015/ final: Un marco estratégico en materia clima y energía para el periodo 2020-2030. COM/2014/0330 final: Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo: Estrategia de Seguridad Energética.
	ESP	Hoja de ruta de los sectores difusos a 2020. Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España (ERESEE 2014).
	AST	Desarrollo de los trabajos del convenio de colaboración entre la Consejería de Fomento, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente y la Secretaría de Estado de Medio Ambiente sobre adaptación al cambio climático en la costa del Principado de Asturias.
2015	INT	XXI Conferencia de la Partes de la CMNUCC (París). Acuerdo de París. III Conferencia para la Reducción del Riesgo de Desastres (Sendai). Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.
	UE	COM/2015/80 final: Estrategia Marco para una Unión de la Energía resiliente con una política climática prospectiva. COM/2015/614 final: Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular.
	ESP	Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático, PIMA Adapta.
	AST	Desarrollo de los trabajos del convenio de colaboración entre la Consejería de Fomento, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente y la Secretaría de Estado de Medio Ambiente sobre adaptación al cambio climático en la costa del Principado de Asturias.
2016	INT	Entrada en vigor del Acuerdo de París.
	UE	COM/2016/860 final: Energía limpia para todos los europeos – Paquete de invierno.
	ESP	Firma del Acuerdo de París.
	AST	Plan Territorial Especial para la Estrategia Integrada de Gestión Portuaria Litoral del Principado de Asturias.
2017	ESP	Estrategia de adaptación al cambio climático de la costa española. Actualización de la Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España (ERESEE 2017).
2018	INT	XXIV Conferencia de la Partes de la CMNUCC (Katowice). Acuerdo sobre las reglas que permiten hacer operativo el Acuerdo de París.
	UE	Directiva 2018/844/UE por la que se modifica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética. Reglamento 2018/1999/EU sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima. SWD/2018/461 final: Evaluación de la Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático. COM/2018/773 final: Un planeta limpio para todos. La visión estratégica europea a largo plazo de una economía próspera, moderna, competitiva y climáticamente neutra. COM/2018/738 final: Informe de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo relativo a la aplicación de la estrategia de adaptación al cambio climático de la UE.
	ESP	Plan de acción para la implementación de la Agenda 2030.

AÑO	ÁMBITO	INSTRUMENTO
2019	INT	Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1.5°C.
	ESP	Agenda Urbana Española. Orden PCI/488/2019, de 26 de abril, por la que se publica la Estrategia Nacional de Protección Civil, aprobada por el Consejo de Seguridad Nacional. Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética 2019-2024. Evaluación del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2006-2020 (PNACC 1).
	AST	Informe: Evolución del conocimiento sobre el Cambio Climático en Asturias: Diez años después de CLIMAS.
2020	INT	El cambio climático y la tierra. Informe especial del IPCC sobre el cambio climático, la desertificación, la degradación de las tierras, la gestión sostenible de las tierras, la seguridad alimentaria […]. El océano y la criosfera en un clima cambiante. Informe especial IPCC.
	UE	COM/2020/98 final: Nuevo Plan de acción para la economía circular por una Europa más limpia y más competitiva. COM/2020/640 final: Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: Pacto Verde Europeo.
	ESP	Medidas urgentes de la Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia. Estudio: Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España. Actualización 2020 de la Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación en España (ERESEE 2020). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030 (PNACC-2). Hoja de Ruta Estrategia de Desarrollo Sostenible 2030. Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas 2050. Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030. Estrategia Española de Economía Circular, España Circular 2030.
	AST	Mapa de Estrategias 2021-2027. Creación de la Comisión de Coordinación de Acción por el Clima en el Principado de Asturias
2021	UE	COM/2021/82 final: Forjar una Europa resiliente al cambio climático — La nueva estrategia de adaptación al cambio climático de la UE.
	ESP	Directrices Generales de la Estrategia de Desarrollo Sostenible 2030. Estrategia de Sostenibilidad Turística en Destino. Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030. Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. Estrategia de Turismo Sostenible de España 2030 – en elaboración. Planes de ordenación del espacio marítimo de las demarcaciones marinas españolas – en elaboración
	AST	Plan de Adaptación al Cambio Climático de los Puertos Autonómicos de Asturias – en elaboración Estrategia de Rehabilitación Energética de Edificios del Principado de Asturias (EREEPA) – en elaboración. Estrategia de transición energética justa de Asturias – borrador. Estrategia industrial de Asturias 2030. Estrategia Asturiana de Acción por el Clima – inicio de los trabajos.

INT: internacional; UE: Unión Europea; ESP: España; AST: Principado de Asturias
Fuente: Elaboración propia.

En este apartado se analizan los contenidos y objetivos relacionados con la adaptación de los principales instrumentos internacionales, europeos, nacionales y regionales que definen el marco de referencia en esta materia para la elaboración de la futura Estrategia Asturiana de Acción por el Clima. En el ámbito internacional se aborda el Acuerdo de París de 2015 adoptado en la XXI Conferencia sobre el Clima (COP21); en el contexto europeo se analizan los principales contenidos de la nueva estrategia de adaptación al cambio climático de la UE, aprobada en febrero de 2021; para el contexto nacional se sintetizan los contenidos del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030, instrumento de planificación básico para promover la acción coordinada y coherente frente a los efectos del cambio climático en España; mientras que para el ámbito regional se recogen las principales iniciativas desarrolladas en esta materia.

2.2.1. Marco internacional: el Acuerdo de París.

El principal instrumento jurídico de respuesta internacional ante el reto del cambio climático es la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) adoptada en Nueva York en 1992 y que entró en vigor en 1994. El máximo órgano de decisión de la CMNUCC es la ***Conferencia de las Partes***, o COP por sus siglas en inglés (*Conference of the Parties*), que se reúne todos los años desde 1995. En estas reuniones se examina la aplicación de la Convención, y de otros instrumentos jurídicos que se pudieran aprobar, y se evalúan los efectos de las medidas adoptadas y los progresos realizados por las Partes.

Aunque al principio la CMNUCC prestó más atención a la reducción de las emisiones, progresivamente la adaptación al cambio climático ha ido ganado peso, en particular desde la XIII Conferencia de la Partes de la CMNUCC, celebrada en Bali en 2007, en la que se propuso la creación del Fondo de Adaptación[7], hasta la XXI de París en 2015, en la se reafirma que la adaptación es un objetivo y un reto global que deberá afrontarse desde distintas dimensiones.

En esta XXI Conferencia sobre el Clima (COP21) se elabora el Acuerdo de París[8], que constituye el primer acuerdo universal y jurídicamente vinculante sobre el cambio climático. El Acuerdo de París de 2015, el desarrollo de sus reglas en la conferencia de Katowice (COP24) y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible marcan el inicio de una agenda global hacia el desarrollo sostenible, que conlleva la transformación del modelo económico y de un nuevo contrato social de prosperidad inclusiva dentro de los límites del planeta[9]. Para que el Acuerdo entrara en vigor, al menos 55 países que representasen al menos el 55% de las emisiones mundiales debían depositar sus instrumentos de ratificación. La ratificación formal de la UE, en octubre de 2016, permitió que el Acuerdo entrara en vigor el 4 de noviembre de 2016.

El Acuerdo tiene por objeto reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza (artículo 2.1) para lo que se establecen tres objetivos globales[8/9] entre los que se encuentra el de aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia (artículo 2.1b).

En materia de adaptación el Acuerdo señala la necesidad de incrementar la capacidad adaptativa, reducir la vulnerabilidad y mejorar la resiliencia frente a los impactos del cambio climático, incluidos fenómenos extremos, reconociendo la importancia de evitar, minimizar y hacer frente a las pérdidas y daños, así como el papel del desarrollo sostenible en la reducción del riesgo de los mismos.

Asimismo, se llama la atención sobre el considerable esfuerzo que, en estos momentos, supondrá la adaptación a los escenarios más favorables de cambio climático y que, en caso de que no se alcancen los objetivos de mitigación serán necesarios esfuerzos adicionales de adaptación que entrañarían un incremento de los costes.

En consonancia con los conformes del IPCC, el Acuerdo de París reconoce que la adaptación se debe afrontar desde distintas dimensiones (local, regional, nacional, internacional) y que los esfuerzos deben incluir la adopción de las medidas para mejorar la educación, la formación, la sensibilización y participación del público, así como el acceso a la información sobre el cambio climático.

[7] Sanz y Galán (2020, p.201).

[8] CMNUCC (2015).

[9] España (2021a, p. 62010).

El Acuerdo incluye un marco de transparencia que contempla un ciclo de revisión cada 5 años (Figura 2), comenzando en 2023, en el que se realizará un balance de su estado de implementación, incluyendo el progreso respecto al objetivo de los 2°C (artículo 14).

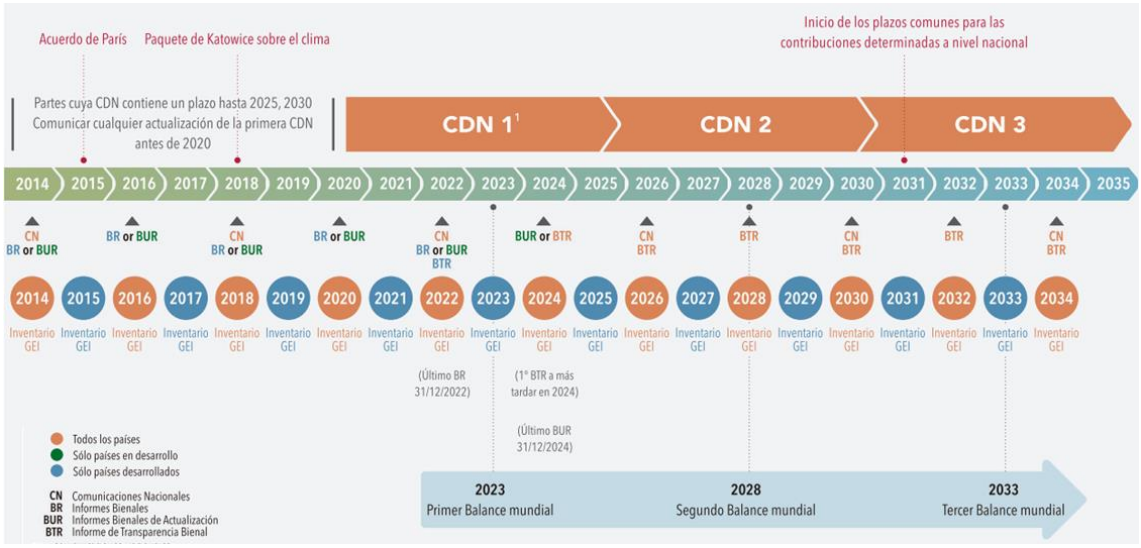

Figura 2. Línea de tiempo para la presentación de información bajo el Acuerdo de París.

[1]Comunicación de la CDN (Contribución Determinada a Nivel Nacional) cada 5 años.
Fuente: Sanz *et al*. (2019).

Tabla 3. Posibles elementos de una comunicación sobre la adaptación según el Paquete de Katowice.

a) Las circunstancias, los arreglos institucionales y los marcos jurídicos nacionales.
b) Los efectos, riesgos y vulnerabilidades, según proceda.
c) Las prioridades, estrategias, políticas, planes, objetivos y medidas nacionales en materia de adaptación.
d) Las necesidades de aplicación y apoyo de las Partes que son países en desarrollo, y el apoyo que se les haya prestado.
e) La aplicación de medidas y planes de adaptación, en particular:
i) Los progresos y resultados obtenidos.
ii) Los esfuerzos de adaptación de los países en desarrollo, para que se reconozcan.
iii) La cooperación para mejorar la adaptación en los planos nacional, regional e internacional, según proceda.
iv) Los obstáculos, dificultades y carencias relacionados con la aplicación de la adaptación.
v) Las buenas prácticas y lecciones aprendidas y el intercambio de información.
vi) La vigilancia y evaluación.
f) Las medidas de adaptación o los planes de diversificación económica, particularmente aquellos que conlleven beneficios secundarios de mitigación.
g) El modo en que las medidas de adaptación contribuyen a otros marcos y/o convenciones internacionales.
h) Las medidas de adaptación con perspectiva de género y los conocimientos tradicionales, los conocimientos de los pueblos indígenas y los sistemas de conocimientos locales relacionados con la adaptación, cuando proceda.
i) Cualquier otra información relacionada con la adaptación.

Fuente: CMNUCC (2019, p. 27).

En 2018, durante la COP24, se aprobaron las directrices de aplicación del Acuerdo de París recogidas en el conocido como Paquete de Katowice, un documento reglamentario en el que se incluyen las normas, directrices y procedimientos comunes detallados para poner en práctica el Acuerdo[10]. En materia de adaptación estas directrices aclaran cómo llevar un seguimiento de los esfuerzos para mejorar las capacidades nacionales de adaptación a los efectos adversos del cambio climático, considerando esencial dicho seguimiento porque, incluso en un escenario de reducción drástica de las emisiones de gases de efecto invernadero, el clima seguiría cambiando debido a las emisiones del pasado y porque cuanto menos disminuyan las emisiones futuras, mayor será el esfuerzo que habrá que hacer para adaptarse a sus efectos y más crítica será la situación de los más vulnerables.

El Paquete de Katowice establece que la información sobre las prioridades, necesidades, planes y medidas de adaptación serán presentadas a través de "comunicaciones sobre la adaptación" o formarán parte de una comunicación nacional o de un plan nacional de adaptación, proponiendo en un anexo una lista no vinculante (Tabla 3) de aspectos que se pueden incluir en dichas comunicaciones.

2.2.2. Marco europeo: la Estrategia de la UE sobre adaptación al cambio climático.

El 24 de febrero de 2021 se aprobó la COM (2021) 82 final, "Forjar una Europa resiliente al clima - la nueva estrategia de la UE sobre adaptación al cambio climático"[11] en la que, a partir de la experiencia adquirida años en el marco de la Estrategia de adaptación de 2013[12], se proponen metas más ambiciosas y se amplía el marco de acción con nuevas áreas y prioridades para materializar la visión de una Europa resiliente frente al cambio climático en 2050, mediante una adaptación más inteligente, sistémica y rápida, e intensificando la acción internacional.

En la estrategia se pone de manifiesto que, a pesar de que hay un consenso mundial cada vez más amplio sobre la importancia de la adaptación, falta preparación para abordar esta dimensión de la lucha contra el cambio climático. Asimismo, citando a la Comisión Mundial sobre la Adaptación, se señala que, a menudo, **vale la pena adoptar soluciones de adaptación independientemente de la trayectoria climática final debido a sus múltiples beneficios colaterales**, en particular los de las soluciones basadas en la naturaleza y la prevención del riesgo de desastres, y al "**triple dividendo**" que genera la adaptación: **evitar futuras pérdidas humanas, naturales y materiales**; **generar beneficios económicos mediante la reducción de riesgos, el aumento de la productividad y el estímulo de la innovación**; y **los beneficios sociales, ambientales y culturales**[13].

A tal efecto, la Comisión propone desarrollar las cuatro líneas de acción (Tabla 4) para las adquiere una serie de compromisos:

- Adaptación **más inteligente**, con la que se pretende avanzar en los conocimientos sobre la adaptación y la gestión de la incertidumbre.
- Adaptación **más sistémica**, apoyando el desarrollo de políticas en todos los niveles y sectores e incorporando la resiliencia frente al cambio climático en todos los ámbitos políticos pertinentes, aplicables tanto al sector público como al privado, y apoyando el desarrollo y la aplicación de estrategias y planes de adaptación en todos los niveles de gobernanza. Para ello se establecen tres prioridades transversales: integración de la adaptación en la política

[10] CMNUCC (2021).
[11] Comisión Europea (2021).
[12] Comisión Europea (2013).
[13] Comisión Europea (2021, p. 2).

macropresupuestaria, soluciones basadas en la naturaleza para la adaptación y medidas locales de adaptación.

- Adaptación **más rápida**, acelerando los procesos de planificación, aplicación y seguimiento de la adaptación, actualmente muy lentos, e impulsando la aplicación de soluciones físicas avanzando con respecto a las actuales medidas actuales que se centran principalmente en la concienciación, la organización institucional o el desarrollo de políticas.
- Intensificar la **acción internacional** para la resiliencia frente al cambio climático, considerando la adaptación como un elemento transversal de la acción exterior, tanto de la Unión Europea como de los Estados miembros, que abarca la cooperación internacional, la migración, el comercio, la agricultura y la seguridad.

Tabla 4. Líneas de acción y medidas de la nueva estrategia de adaptación al cambio climático de la UE.

LÍNEAS DE ACCIÓN	MEDIDAS
Adaptación más inteligente.	Expandir las fronteras del conocimiento sobre la adaptación. Incrementar y mejorar datos sobre riesgos y pérdidas relacionados con el cambio climático. Hacer que Climate-ADAPT sea la plataforma europea autorizada para la adaptación.
Adaptación más sistémica apoyando el desarrollo de políticas en todos los niveles y sectores.	Mejorar las estrategias y los planes de adaptación. Fomentar una resiliencia local, individual y justa. Integración de la resiliencia frente al cambio climático en los marcos presupuestarios nacionales. Promover soluciones de adaptación basadas en la naturaleza.
Adaptación más rápida - acelerar la adaptación en todos los ámbitos.	Acelerar la aplicación de soluciones de adaptación. Reducir el riesgo relacionado con el cambio climático. Cubrir las deficiencias de protección frente al cambio climático. Garantizar la disponibilidad y la sostenibilidad del agua dulce.
Intensificar la acción internacional para la resiliencia frente al cambio climático.	Aumentar el apoyo a la resiliencia y preparación internacionales frente al cambio climático. Incrementar la financiación internacional para aumentar la resiliencia frente al cambio climático. Fortalecer el compromiso y los intercambios mundiales en materia de adaptación.

Fuente: elaborado a partir de Comisión Europea (2021).

Aunque las tres primeras líneas de acción resultan relevantes para la elaboración de los instrumentos de planificación regional en esta materia, quizá sea en la segunda en la que se encuentran las determinaciones de mayor alcance en este sentido, ya que en ella se encuentran las referidas a los niveles regional y local de adaptación, aunque de forma muy sucinta.

El documento concluye señalando que la adaptación es un componente fundamental de la respuesta mundial al cambio climático, imprescindible para incrementar la resiliencia, y la nueva estrategia, junto con el Pacto Verde y la propuesta de Ley Europea del Clima, allana el camino para una mayor ambición en esta materia, con el objetivo de alcanzar una sociedad plenamente adaptada en 2050.

2.2.3. Marco nacional: el PNACC 2021-2030.

En el ámbito nacional uno de los hitos principales en materia de adaptación al cambio climático fue el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC-1). En 2019 se publicó el Informe de Evaluación del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y en 2020 se aprobó el segundo Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático para el periodo 2021-2030 (PNACC-2), que constituye el instrumento de planificación básico para promover la acción coordinada y coherente

frente a los efectos del cambio climático en España. En el PNACC-2 se definen objetivos, criterios, ámbitos de trabajo y líneas de acción para fomentar la adaptación y la resiliencia frente al cambio del clima, sin perjuicio de las competencias que correspondan a las diversas Administraciones Públicas[14].

El PNACC-2 señala una serie de principios orientadores que deberán guiar las políticas y medidas en materia de adaptación (Figura 3) entre los que se encuentran: la consideración de las dimensiones social y territorial; el respeto a los derechos humanos y la justicia intergeneracional; el fundamento en la mejor ciencia y conocimiento disponibles; la transversalidad y la integración en los diferentes campos de la gestión pública; o la cooperación institucional[15].

Figura 3. Principios orientadores del PNACC-2.

Fuente: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/pnacc_qa.aspx. Fecha de consulta: 5 de junio de 2021.

Asimismo, este segundo PNACC-2 identifica **cuatro dimensiones o componentes estratégicos**[16] con la que se pretende facilitar la definición y desarrollo de iniciativas eficaces en materia de adaptación:

- Generación de conocimiento en el campo de las respuestas de carácter adaptativo, incluyendo nuevos ámbitos económicos, sociales y ecológicos, así como los campos relacionados con el diseño y evaluación de estrategias y medidas de adaptación.
- Integración de la adaptación en planes, programas y normativa sectorial elaborados desde las Administraciones Públicas y en las normas que regulan la actividad en cada ámbito sectorial. En este sentido el Plan considera que la **evaluación ambiental es un instrumento fundamental** para la integración, con carácter preventivo, de la adaptación al cambio

[14] Sanz y Galán (2020, p. 203).
[15] MITERD (2020, pp. 47-51).
[16] MITERD (2020, pp. 51-56).

climático en planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente.

- Movilización de actores, mediante el impulso de la información, la divulgación, la capacitación y la investigación e innovación y la participación social.
- Seguimiento y la evaluación, con un enfoque iterativo para asegurar procesos flexibles, robustos y que eviten la mala adaptación, permitiendo la integración periódica de la mejor ciencia disponible.

Figura 4. Ámbitos de trabajo del PNACC-2.

Fuente: MITECO.

Figura 5. Líneas de trabajo transversales del PNACC-2.

Fuente: MITECO.

Con objeto de facilitar la integración de las actuaciones de adaptación en los distintos campos de la gestión pública y privada, el PNACC-2 define **18 ámbitos de trabajo** (Figura 4), en los que se encuadran 81 líneas de acción de carácter sectorial para las que se definen objetivos específicos[17]. Asimismo, define **siete elementos o líneas de trabajo de carácter transversal** (Figura 5) que deberán ser considerados a la hora de avanzar en el proceso de identificación de impactos, análisis

[17] MITERD (2020, pp. 57-62).

de riesgos, identificación de acciones de adaptación, aplicación de las acciones y evaluación de los resultados[18].

Para la **información y seguimiento del PNACC-2** se contemplan diversos instrumentos que aportarán información sobre los impactos y los riesgos derivados del cambio climático, las iniciativas de adaptación desarrolladas y sus logros. Estos instrumentos son[19]: informes sobre riesgos climáticos y adaptación, elaborados y publicados por el MITECO en colaboración con otros departamentos ministeriales y con las comunidades autónomas; informes sectoriales de situación, elaborados a solicitud del Gobierno o del Congreso de los Diputados, en los que se analiza el estado de la cuestión sobre alguno de los ámbitos o subámbitos de trabajo del Plan; informes de seguimiento; indicadores de cambio climático y adaptación, con los que se pretende aportar una visión dinámica de los efectos derivados del cambio climático y los progresos obtenidos; refuerzo de Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático en España, AdapteCCa, creada en 2013.

El PNACC-2 también contempla otros instrumentos informativos derivados de compromisos internacionales como son las Comunicaciones Nacionales a la CMNUCC, las Comunicaciones de Adaptación contempladas en el Acuerdo de París y la información sobre acciones nacionales de adaptación, contemplada en el esquema europeo de gobernanza sobre energía y clima.

La **coordinación y gestión del Plan** es responsabilidad de la Oficina Española de Cambio Climático, perteneciente al MITECO, pero, dado que el desarrollo de sus previsiones afecta multitud de organismos y sectores y requiere de una participación amplia de la sociedad, el PNACC contempla varios foros específicos de carácter estable entre los que se encuentra el Grupo de Trabajo de Impactos y Adaptación (GTIA), un foro de intercambio de carácter técnico que reúne a departamentos de la Administración General del Estado y a las comunidades autónomas con el objetivo general de coordinar e integrar las diferentes estrategias y planes de adaptación al cambio climático que se desarrollen a nivel nacional y autonómico.

Para el **desarrollo del Plan** se han establecido varios instrumentos de programación[20] como la formulación de dos Programas de Trabajo, para los periodos 2021-2025 y 2026-2030, o la elaboración de planes sectoriales y territoriales de adaptación.

Las **vías de financiación** previstas por el Plan para el desarrollo de las líneas de acción, son diversas. En el capítulo 9 del Plan se reseñan los principales instrumentos de financiación, entre los que se incluyen: medidas específicas de recuperación en el marco de *Next Generation* EU y el Marco Financiero Plurianual 2021-27 de la Unión Europea; fondos nacionales a través del programa PIMA Adapta; y financiación privada.

El PNACC-2 tiene gran repercusión sobre la acción de las comunidades autónomas al señalar que "la incorporación de la adaptación a las políticas sectoriales se concreta y asienta a través de su integración en los planes y programas elaborados desde las administraciones públicas, así como en las normas que regulan la actividad en cada ámbito sectorial"[21]. En el caso de Asturias esto tendrá especial relevancia para la elaboración de los instrumentos estratégicos previstos en el Mapa de estrategias del Principado de Asturias[22] así como en las vías de financiación de las medidas contempladas en aquéllos.

---

[18] MITERD (2020, pp. 65 y ss.).

[19] https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/pnacc_qa.aspx. Fecha de consulta: 5 de junio de 2021.

[20] MITERD (2020, pp. 79 y ss.).

[21] MITECO (2020b, p. 55).

[22] Comité Asesor de Fondos Europeos (2021).

Tabla 5. Estrategias y planes en los que el PNACC considera necesario incorporar o reforzar el enfoque adaptativo frente al cambio climático.

AGUA	– Planes hidrológicos de cuenca. – Planes de gestión de riesgo de inundación. – Plan Nacional de Depuración, Saneamiento, Eficiencia, Ahorro y Reutilización. – Planes especiales de sequía de los organismos de cuenca.
BIODIVERSIDAD	– Planes y directrices de conservación de la Red Natura 2000. – Estrategias nacionales de conservación y planes de conservación y recuperación de especies amenazadas. – Estrategias nacionales de especies exóticas invasoras. – Plan Estratégico del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.
COSTAS Y MEDIO MARINO	– Estrategias marinas (nuevos ciclos). – Estrategias para la protección de la costa española/Planes para la protección del litoral.
ENERGÍA	– Estrategia de Almacenamiento. – Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación. – Plan Nacional Integrado de Energía y Clima.
AGRARIO, FORESTAL, DESERTIFICACIÓN	– Plan Estratégico de España para la Política Agraria Común 2021-2027. – Programa de Acción Nacional contra la Desertificación. – Estrategia Forestal Española. – Plan Forestal Español. – Plan Nacional de Regadíos.
SALUD	– Estrategia. – Estatal de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas. – Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada. – Agenda Urbana Española.
SOCIEDAD	– Plan de Acción de Educación Ambiental para la Sostenibilidad 2021-2025. – Plan Estratégico de Educación y Estilos de Vida Saludables 2021-2025. – Plan Estratégico de Igualdad de Oportunidades 2020-2022. – Planes Especiales de Protección Civil. – Estrategia frente al Reto Demográfico.
OTROS SECTORES	– Marco Estratégico en Política de la PYME 2030. – Estrategia Española de Economía Circular 2030. – Plan Nacional de Acción de Finanzas Sostenibles. – Estrategia de Turismo Sostenible de España 2030. – Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027. – Plan de Acción para la Internacionalización de la Economía Española.

Fuente: elaborado a partir de MITECO (2020b, p. 52).

En la Tabla 5 se recogen las **estrategias y planes en los que el Plan considera necesario incorporar o reforzar el enfoque adaptativo**. Aunque este inventario está elaborado desde la perspectiva de la Administración General del Estado, es fácilmente trasladable al ámbito competencial autonómico. Como ejemplos concretos, podemos señalar la obligación de que las comunidades autónomas elaboren, en el plazo de tres años, una estrategia propia en materia de infraestructura verde y conectividad y restauración ecológicas, basada en la nacional[23], o la de elaborar planes de adaptación para los espacios del Dominio Público Marítimo Terrestre adscritos a las comunidades autónomas o puertos transferidos a éstas[24], obligación que ya estaba contemplada en la disposición adicional octava de la Ley 2/2013, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de Costas[25].

[23] MITECO (2020b, p. 119).

[24] MITECO (2020b, p. 145).

[25] Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas (BOPA núm. 129, de 30 de mayo de 2013).

Este marco también tendrá incidencia sobre la administración local y así, por ejemplo, en el PNACC-2 se establece la obligación que todos los Planes Generales de Ordenación Urbana tramitados a partir de 2021 contemplan los riesgos derivados del ascenso del nivel del mar y los efectos de los temporales marítimos[26].

Sin embargo, dada la diversidad y amplitud de materias afectadas por el extenso y reciente marco normativo y de planificación europeo y nacional de actuación frente al cambio climático, tanto de carácter integral como sectorial, en estos momentos resulta imposible detallar de forma explícita su incidencia en el desarrollo de las políticas del Principado de Asturias, tanto las relacionadas con la respuesta ante el cambio climático como en las políticas sectoriales. Por tanto, sería conveniente que el diagnóstico que acompañe la futura estrategia o plan de adaptación al cambio climático en Asturias, aborde un análisis más detallado en esta materia.

2.2.4. Iniciativas regionales en materia de adaptación.

Panel CLIMAS.

En 2009 el Gobierno del Principado de Asturias, a través de Oficina para la Sostenibilidad, el Cambio Climático y la Participación, puso en marcha una iniciativa para analizar las repercusiones en los distintos sistemas naturales y sectores socioeconómicos que el cambio climático pudiera producir a escala regional. Para ello se constituyó el denominado Panel CLIMAS formado por 45 científicos, técnicos y especialistas de distintas instituciones del país. Los resultados de los trabajos se publicaron en el informe “Evidencias y efectos potenciales del cambio climático en Asturias”[27].

En 2019, a iniciativa de las Viceconsejería de Medio Ambiente y Cambio Climático, se realizó una actualización del estudio, aunque de una forma mucha más modesta, que se recogió en el documento “Evolución del conocimiento sobre el Cambio Climático en Asturias: Diez años después de CLIMAS”[28] en cuya elaboración participaron casi 40 científicos, técnicos y especialistas. Asimismo, los trabajos dieron lugar a la declaración que el panel CLIMAS10 suscribió con ocasión de la reunión que celebró el 11 de diciembre de 2019.

Por otra parte, en 2011 la antigua Oficina para la Sostenibilidad, el Cambio Climático y la Participación del Principado de Asturias y el Departamento de Biología de Organismos y Sistemas de la Universidad de Oviedo elaboraron el informe “Análisis de Escenarios de Cambio Climático en Asturias”[29] con el fin de analizar y divulgar los distintos escenarios de cambio climático, a escala regional y local.

Estudio sobre la adaptación al cambio climático de la costa del Principado de Asturias.

En diciembre de 2013 el Principado de Asturias, a través de la por entonces Consejería de Fomento, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, y la Secretaría de Estado de Medio Ambiente suscribieron un convenio de colaboración sobre adaptación al cambio climático en la costa del Principado de Asturias.

Fue una de las actividades desarrolladas en el marco del Segundo Programa de Trabajo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2006-2020, dentro de su primer eje, Evaluación sectorial de impactos, vulnerabilidad y adaptación, y una iniciativa pionera en España con la que se

[26] MITECO (2020b, p. 146).

[27] Anadón Álvarez y Roqueñí Gutiérrez (2009).

[28] Anadón Álvarez y Roqueñí Gutiérrez (2019).

[29] González Taboada y Anadón Álvarez (2011).

desarrollaba un proyecto piloto de adaptación al cambio climático en la costa del Principado de Asturias, conforme a los resultados obtenidos en la generación de diferentes escenarios de riesgo.

Una de las finalidades de este proyecto piloto era servir de modelo para el estableciendo medidas de adaptación, coherentes con la futura estrategia de adaptación al cambio climático de la costa española, que serían integradas en los instrumentos de planificación y ordenación del medio litoral, y con el potencial de poder ser de aplicación a otros ámbitos de la costa española.

Para su realización la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar suscribió un contrato con la Fundación Instituto de Hidráulica Ambiental que implicaba la realización de cuatro actividades con varias tareas cada una: Actividad 1: Generación e integración de bases de datos climáticas y de vulnerabilidad; Actividad 2: Evaluación de impactos y riesgos; Actividad 3: Estrategia de adaptación; y Actividad 4: Redacción de una guía para la evaluación de riesgos y adaptación al cambio climático en el litoral español y del documento de iniciación del procedimiento de evaluación ambiental estratégica.

Los impactos considerados en el estudio fueron la inundación costera, la erosión en playas y los cambios en las características morfológicas de los estuarios, incluyendo una descripción de cada uno de ellos, las dinámicas que los generan, la metodología empleada, los escenarios de cambio climático considerados y los resultados obtenidos.

Tabla 6. Opciones de Adaptación seleccionadas por la Estrategia de adaptación de la costa.

OPCIONES DE ADAPTACIÓN	CLATEGORÍAS
1 Diagnóstico y análisis de riesgos	P/A/R
2. Monitorización sistemática de la costa	P/A/R
3. Introducción de sistemas de alerta temprana y protocolos de evacuación	A
4. Regeneración de playas y sistemas dunares	P
5. Creación de playas y dunas artificiales	P
6. Conservación y restauración de humedales y marismas	P
7 Gestión de sedimentos	P
8. Construcción de nuevas estructuras de protección (muros, paseos)	P
9. Construcción de nuevas estructuras o elementos artificiales para mantener la línea de costa (diques exentos, espigones, geotextiles, etc.)	P
10. Adecuación funcional y estructural de las infraestructuras y edificaciones existentes	A
11. Normativa y códigos de adecuación	A
12. Introducción de seguros y primas específicas	A
13. Realineación de estructuras existentes en la línea de costa	R
14. Realineación de estructuras existentes en estuarios y desembocaduras	R
15. Adquisición de terrenos	R
16. Cambios en el uso del suelo	A
17. Favorecer la migración hacia el interior de humedales y marismas y creación de nuevas áreas intermareales	R
18. Capacitación y concienciación	O
19. Reducción de barreras y limitaciones	O
20. Integración en la toma de decisiones	O
21. Investigación	O
22. Evaluación de servicios prestados por ecosistemas costeros	O
23. Relocalización	R
24. Gestión de concesiones	A/R
25. Áreas protegidas	O
26. Gestión integrada de zonas costeras	T

P: protección; A:acomodación; R: retroceso; O: otras; T: todas.
Fuente: elaborado a partir de Losada Rodríguez, Toimil Silva, y Díaz-Simal (2016b).

Por lo que se refiere a la adaptación el proyecto concluye que la estrategia de acción debe basarse en una combinación de diferentes opciones de adaptación implementados a través de planes específicos.

Asimismo, en línea con el V informe del IPCC, se señala que, dada la complejidad que supone la elección de las medidas más adecuadas, debido a la incertidumbre en la evolución y acumulación de impactos asociados al cambio climático, la integración o combinación de opciones y medidas deberá hacerse primando la robustez y flexibilidad, para hacer frente a un amplio rango de escenarios futuros, y considerando los beneficios adicionales que pudieran conllevar, más allá de meramente la adaptación al cambio climático.

En la Estrategia se seleccionaron 26 opciones de adaptación, clasificadas conforme a la propuesta del IPCC incluida en el AR5 y, adicionalmente, por su finalidad (Tabla 6). Según este último criterio se diferencian tres grupos de medidas: de protección, de acomodación y de retroceso. Así las **opciones de protección** tienen como fin último proteger las zonas en riesgo del sistema socioeconómico o natural, tratando de evitar que se produzcan los impactos derivados de la inundación, erosión, intrusión salina, etc., mediante la reducción de la peligrosidad y, especialmente, de la exposición; las **opciones de acomodación** son aquellas que, manteniendo los elementos potencialmente en riesgo en las zonas afectadas, priorizan la reducción de la vulnerabilidad mediante la modificación de usos del suelo, la introducción de normativa específica para las infraestructuras y viviendas o la adopción de medidas de preparación de los elementos afectados ante los posibles impactos; finalmente, las **opciones de retroceso** contemplan el abandono planificado de las zonas susceptibles de verse afectadas por los impactos del cambio climático o de los riesgos extremos.

Planificación del litoral frente al cambio climático.

En materia de puertos cabe destacar la elaboración del Plan Territorial Especial para la Estrategia Integrada de Gestión Portuaria Litoral del Principado de Asturias (EIGPLA)[30], cuya aprobación inicial por el Pleno de la CUOTA se produjo en octubre de 2016.

El ámbito del EGIPLA es la franja litoral asturiana incluyendo las aguas interiores del Principado de Asturias y las parroquias incluidas total o parcialmente en el litoral, lo que supone un total de 1 651.52 km^2, distribuido entre 25 municipios. Asimismo, la Estrategia establece una normativa de aplicación a los 24 puertos autonómicos y una ordenación para cada uno de ellos

El documento se estructura en los siguientes apartados: marco legal y de planificación, análisis y diagnóstico, estrategia y anexos. En el apartado III.1.4 se abordan los condicionantes del cambio climático y, entre los anexos, cabe destacar el anexo VII en el que se incluye el estudio inicial sobre el impacto del cambio climático en los puertos del Principado de Asturias realizado por IHCantabria.

Entre los objetivos generales de la Estrategia los relacionados más directamente con el cambio climático son:

- Transcender la ambición de un enfoque exclusivamente territorial, planteando una estrategia integrada para la gestión portuario-litoral, para un espacio donde confluyen asentamientos humanos, playas e instalaciones vulnerables por los impactos del cambio climático y que necesita una apuesta por formas diversificadas de actividad económica.
- Incorporar la variable climática en los procesos de decisión sobre el litoral y los puertos, definiendo estrategias de prevención ante los riesgos a que este espacio se ve sometido.

[30] Gobierno del Principado de Asturias (2016).

Tabla 7. Medidas de la línea L.1.D de la EGIPLA.

L.1.D Mejora del conocimiento de los efectos del cambio climático en la costa asturiana.		
M.1.D.1		Establecer una metodología común de análisis y evaluación de los impactos y la vulnerabilidad frente al cambio climático y los eventos extremos en la costa asturiana para identificar los riesgos asociados.
M.1.D.2		Elaborar diagnósticos periódicos para analizar la evolución del riesgo con base en la metodología anterior.
M.1.D.3		Elaborar y mantener actualizadas las bases de datos con indicadores de peligrosidad, vulnerabilidad y exposición.
M.1.D.4		Promover el desarrollo de proyecciones climáticas y socioeconómicas.
M.1.D.5		Definir zonas de actuación prioritarias de la costa asturiana para la adopción de medidas de adaptación al cambio climático.
M.1.D.6		Definir agentes del sector público y privado involucrados en la costa, procurarles educación sobre adaptación al cambio climático, y hacerlos participativos del proceso de adaptación.
M.1.D.7		Promover acciones de capacitación para técnicos, especialistas y profesionales de las administraciones y del sector privado en forma de cursos, talleres o publicaciones.
M.1.D.8		Promover campañas de concienciación ciudadana sobre el cambio climático y sus consecuencias.
M.1.D.9		Promover el conocimiento del cambio climático en los centros educativos.
L.1.E Adaptación de la costa asturiana al cambio climático.		
Mantener y restaurar los humedales	M.1.E.1	Favorecer la migración hacia el interior de los humedales a través de la planificación litoral y la obtención de terrenos.
	M.1.E.2	Prohibir la construcción de estructuras rígidas en los contornos de los humedales.
	M.1.E.3	Mantener el estado de conservación de los humedales existentes.
	M.1.E.4	Promover medidas y figuras de protección de ecosistemas costeros.
Mantener y restaurar las playas y dunas	M.1.E.5	Estudio detallado de la vulnerabilidad y riesgos de las distintas playas y, en su caso, sistemas dunares asociados.
	M.1.E.6	Promover medidas de adaptación de los arenales y de restauración de las dunas degradadas.
	M.1.E.7	Establecer un plan regional de gestión de sedimentos para mantener la línea de costa.
Preservar el territorio costero y favorecer su desarrollo	M.1.E.8	Promover la gestión eficiente de las zonas inundables, exigiendo a las actuaciones previstas en estas zonas un estudio que evalúe y valore el riesgo potencial y los riesgos de inundación respecto a la repercusión de la actividad propuesta.
	M.1.E.9	Integrar la gestión costera en la planificación territorial.
	M.1.E.10	Revisar y adaptar las estructuras que afectan a las zonas estuarias y líneas de costa.
	M.1.E.11	Llevar a cabo medidas de obtención de superficies potencialmente inundables y destinarlos a conservación.
	M.1.E.12	Incorporar el factor cambio climático en las políticas de planificación territorial y de diseño de nuevas infraestructuras.
	M.1.E.13	Revisar y adaptar a las consecuencias del cambio climático los instrumentos de planificación territorial.
	M.1.E.14	Promover la utilización de medidas de adaptación que hagan más efectivos los servicios de protección de los que nos proveen los ecosistemas clave.
Mantener la línea de costa	M.1.E.15	Revisar las estructuras de defensa de la costa (paseos marítimos, diques, muros de protección, etc.) analizando su estado actual y su resiliencia frente a los cambios proyectados ante diferentes escenarios climáticos.
	M.1.E.16	Estudio individualizado de riesgos y vulnerabilidad de los puertos ante el cambio climático y en general fenómenos meteorológicos extremos, así como selección de actuaciones de prevención y adaptación, incluyendo las que correspondan en un Plan de Adaptación al Cambio Climático de los Puertos adscritos a la Comunidad Autónoma.
	M.1.E.17	Rigidizar líneas de costa de alto riesgo de inundación y erosión con soluciones ingenieriles respetuosas con el entorno.
Gestión de especies invasoras	M.1.E.18	Reforzar el control sobre las especies invasoras que pudieran verse favorecidas por las nuevas condiciones climáticas.
	M.1.E.19	Eliminar especies invasoras y restaurar las especies nativas que mejor se adapten a las nuevas condiciones climáticas.
Calidad de las aguas	M.1.E.20	Incorporar el aumento del nivel del mar en el diseño de nuevas infraestructuras, como por ejemplo redes de alcantarillado.
	M.1.E.21	Revisar y, en su caso, rediseñar y actualizar los sistemas costeros de drenaje.
Monitorización	M.1.E.22	Generar un sistema de alerta y un protocolo de actuación frente a eventos extremos en la costa.
	M.1.E.23	Establecer un programa de monitorización de la costa del Principado de Asturias, determinando parámetros, indicadores, técnicas, frecuencia y tipo de análisis de datos.
	M.1.E.24	Configurar un mecanismo interdepartamental en el seno del Gobierno del Principado de Asturias que gestione de forma integrada la adaptación en la costa.
	M.1.E.25	Articular mecanismos que integren la participación de las entidades locales en la implementación y seguimiento de medidas de adaptación al cambio climático.

Fuente: elaborado a partir de Gobierno del Principado de Asturias (2016, pp. 123-126).

También en los objetivos específicos y en los operativos se considera el cambio climático. Así en los primeros se establece como meta "Adaptar las infraestructuras a los impactos y vulnerabilidad y efectos del cambio climático", y de los cuatro objetivos operativos el primero es la "Adaptación al cambio climático y protección ambiental de la costa"[31].

En total la EIGPLA contempla cuatro programas que se articulan en 17 líneas de actuación. Considerando los condicionantes de cambio climático que afectan a la costa del Principado de Asturias, la EGIPLA define medidas con el objetivo de mantener el nivel de protección actual de la costa asturiana en el 2050, incluidos los riesgos de inundación o erosión[32].

Así el Programa 1, denominado "Protección de los ecosistemas marinos y litorales", incluye dos líneas de actuación relacionadas con el cambio climático, la L1D, "Mejora del conocimiento de los efectos del cambio climático en la costa asturiana", y la L1E, "Adaptación de la costa asturiana al cambio climático", con nueve y 25 medidas, respectivamente (Tabla 7).

En el estudio sobre el impacto sobre los puertos recogido en el anexo VII de la EGIPLA[33], se analiza la inoperatividad de diez de los puertos, considerando la variable de rebase del oleaje sobre los diques que protegen el área de agua abrigada en la que se desarrollan las actividades portuarias.

Actualmente se han comenzado los trámites para la elaboración del Plan de Adaptación al Cambio Climático de los Puertos Autonómicos de Asturias[34] cuyo ámbito territorial está constituido por las zonas de servicio de los 24 puertos e instalaciones portuarias de la red autonómica (Figura 6). La superficie total abarcada asciende a 3 038 164 m^2, de los cuales 1 105 228 m^2 corresponden a áreas de tierra.

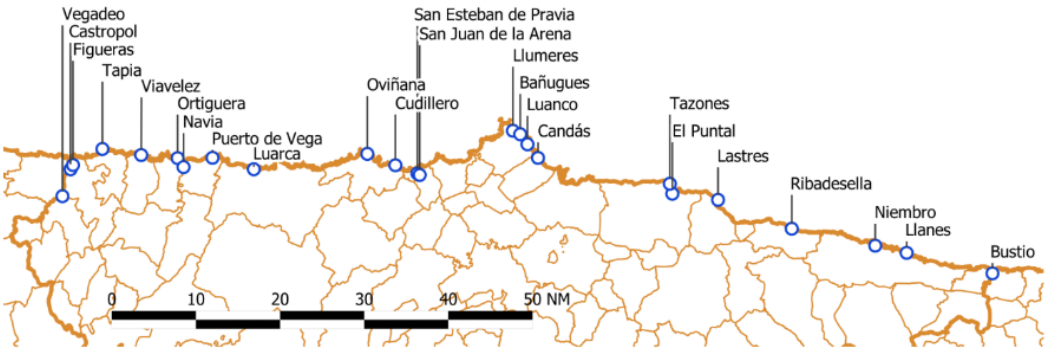

Figura 6. Sistema autonómico de puertos de Asturias.
Fuente: Gobierno del Principado de Asturias (2021, p. 15).

Los **objetivos** que persigue este Plan son:

- Reducir el riesgo actual y proyectado a niveles aceptables para la operatividad de las infraestructuras portuarias.
- Mejorar el conocimiento sobre las dinámicas litorales para la evaluación de los niveles de riesgo a los que están sometidos los puertos en distintos escenarios climáticos y con el menor grado de incertidumbre.

[31] Gobierno del Principado de Asturias (2016, p. 113).
[32] Gobierno del Principado de Asturias (2016, p. 49).
[33] Losada Rodríguez y Toimil Silva (2016).
[34] Gobierno del Principado de Asturias (2021).

- Garantizar la efectividad de las medidas de adaptación propuestas, justificando la eficacia de su implantación en el plazo óptimo y analizando su coste/beneficio.
- Establecer mecanismos viables y fiables de seguimiento de la evolución de los riesgos y de monitorización de la efectividad de las medidas, de manera que los puertos interioricen ese aprendizaje para su operación futura.
- Contribuir a la participación activa en la reducción de los riesgos de todos los agentes públicos y privados involucrados en la gestión y uso de las instalaciones portuarias.

En estos momentos los trabajos se centran en el análisis y evaluación de los riesgos en cada puerto, por lo que el borrador no contiene las medidas específicas a implementar para reforzar la resiliencia de cada sistema portuario.

Mapa de estrategias del Principado de Asturias 2021-2027.

En diciembre de 2020 el Gobierno del principado de Asturias aprobó el Mapa de Estrategias 2021-2027[35], cuya versión definitiva se publicó en enero de 2021. El documento constituye una hoja de ruta con la que se pretende buscar sacar el máximo aprovechamiento de los fondos europeos para la reconstrucción y acompañar financieramente, entre otros objetivos, la transición ecológica y digital para transformar la economía regional y dar los pasos hacia la neutralidad climática y la resiliencia[36]. Por las particularidades de Asturias a estos desafíos se añade el reto demográfico.

La Unión Europea financiará la reconstrucción socioeconómica y la preparación para avanzar hacia estructuras y economías resilientes a través del instrumento denominado *Next Generation EU* con el objetivo de "avanzar en la recuperación de las economías a través de la transformación digital y la transición ecológica". A estos fondos hay que añadir los procedentes de del Marco Financiero Plurianual 2021-2027[37].

En el documento se señala que la región debe afrontar en un futuro inmediato "la transformación de sus industrias tradicionales (metalurgia, química, agroalimentaria, cemento, etc.) en industrias más competitivas, digitales, sostenibles e innovadoras que garanticen el itinerario hacia escenarios de emisiones netas de gases de efecto invernadero cero"[38], identificando veinte oportunidades clave de la región para afrontar los retos de la transformación entre las que se encuentra la que señala que "nuestra posición frente al cambio climático es ventajosa dada nuestra riqueza natural y, en general, su estado de conservación".

El Mapa identifica dos estrategias transversales, la Estrategia de Especialización Inteligente S3 y la Estrategia de Transición Justa, y organiza las estrategias en tres ámbitos de especialización (economía verde y sostenibilidad, salud y longevidad, y cohesión territorial/social y conectividad) con dos procesos circulares o centrales que interconectan los tres ámbitos anteriores (digitalización y acción por el clima). Asimismo identifica un conjunto de acciones trasversales (Tabla 8).

En cuanto a los procesos circulares destaca la Estrategia Asturiana de Acción por el Clima que, en cumplimiento de los objetivos del PNIEC 2021-2030, tendrá como meta alcanzar en 2030 una reducción de las emisiones totales de GEI de Asturias de, al menos, el 55% con respecto al nivel de 1990 y, para alcanzar la neutralidad climática en 2050, deberá fomentar el desarrollo de sumideros

[35] Comité Asesor de Fondos Europeos (2021).

[36] https://www.asturias.es/detalle/-/categories/1031251?p_r_p_categoryId=1031251&_com_liferay_asset_categories_navigation_web_portlet_AssetCategoriesNavigationPortlet_articleId=1031285&articleId=1031285&title=Mapa%20de%20Estrategias&redirect=https%3A%2F%2Fwww.asturias.es%2Fgeneral%2F-%2Fcategories%2F572623%3Fp_r_p_categoryId%3D572623. Fecha de consulta: 28 de mayo de 2021.

[37] Comité Asesor de Fondos Europeos (2021, p. 7).

[38] Comité Asesor de Fondos Europeos (2021, p. 8).

biológicos de carbono de Asturias, incrementando su capacidad de absorción en, al menos, un 10% para 2030. Conviene destacar el hecho de que la estrategia de acción climática ocupa, junto con la de digitalización, una posición central en la estructura de los instrumentos de planificación previstos por el Mapa para los tres sectores de actuación, lo que responde a su carácter transversal y a su relevancia en las políticas del Gobierno de Asturias.

Tabla 8. Mapa de estrategias del Principado de Asturias.

ÁMBITO	ESTRATEGIA	CONSEJERÍAS
TRANSVERSAL	**Estrategia de Especialización Inteligente (Estrategia S3)**	CC/CI
	Estrategia de Transición Justa	CI/CC
ECONOMÍA VERDE Y SOSTENIBILIDAD	**Estrategia de Industria**	CI
	Estrategia de Energía	CI
	Estrategia de Economía Circular	CA
	Estrategia para la Rehabilitación Energética de Edificios en Asturias	CI/CD
	Plan Asturiano de Vivienda 2018-2021	CD
	Plan Estratégico del ciclo del agua	CA
	Plan Coordinado de Control de la Cadena Alimentaria	CS
	Estrategia de Materias Primas	CI
	Estrategia de competitividad del sector primario y de desarrollo económico del medio rural	CM
	Estrategia de Turismo 2020-2030	CT
SALUD Y LONGEVIDAD	Estrategia de Atención Primaria	CS
	Plan de Salud 2020-2030	CS
	Plan de Asturias de Salud y Medio Ambiente y Plan socio sanitario Plan de Salud Mental	CS
	Estrategia de seguridad del paciente	CS
	Plan Estratégico de Mejora de la Calidad del Aire	CA
	Plan de Coordinación Sociosanitaria	CD
	ESTRENA Estrategia Asturiana de Envejecimiento Activo 2018-2021	CD
COHESIÓN TERRITORIAL/SOCIAL Y MOVILIDAD	**Estrategia de movilidad sostenible**	CM
	Plan de Movilidad Multimodal del Área Metropolitana de Asturias	CM
	Plan forestal de Asturias	CM
	Estrategia de Adaptación al Cambio Climático	CA
	Plan Horizonte Social Asturias	CD
	Plan de Normalización Lingüística	CT
	Estrategia de Comercio	CI
	Corresponsabilidad/Igualdad/Conciliación	CD
PROCESOS CIRCULARES	Estrategia Gobierno Abierto	CP
	Estrategia Digital de Asturias	CC
	Estrategia Asturiana de Acción por el Clima	CA
ACCIONES TRANSVERSALES	Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación 2018-2022	CC/CE
	Participación, Diálogo y Concertación Social	-
	Educación y emprendimiento	CE/CC/CI
	Plan Demográfico de Asturias 2017-2027	CD
	Simplificación Administrativa: la administración como Plataforma de Servicios Digitales	CP/CC/CA/CH

En negrita se resaltan los instrumentos que, a priori, estarían más relacionados con la mitigación y adaptación al cambio climático, aunque no se puede descartar la contribución del resto de la estrategias.

CA: Consejería de Administración Autonómica, Medio Ambiente y Cambio Climático;
CC: Consejería de Ciencia, Innovación y Universidad; CD: Consejería de Derechos Sociales y Bienestar;
CE: Consejería de Educación; CI: Consejería de Industria, Empleo y Promoción Económica;
CM: Consejería de Medio Rural y Cohesión Territorial; CP: Consejería de Presidencia;
CS: Consejería de Salud; CH: Consejería de Hacienda; CT: Consejería de Cultura, Política Llingüística y Turismo.

Fuente: Comité Asesor de Fondos Europeos (2021, p. 21).

Comisión de Coordinación de Acción por el Clima del Principado de Asturias.

Mediante Decreto 75/2020[39], de 23 de octubre, la Consejería de Administración Autonómica, Medio Ambiente y Cambio Climático, previo acuerdo del Consejo de Gobierno, crea la Comisión de Coordinación de Acción por el Clima en el Principado de Asturias.

Se trata de órgano colegiado de asesoramiento, coordinación y colaboración interdepartamental que integra la acción por el clima en los procesos de toma de decisiones a nivel autonómico. Presidido por la persona titular de la Viceconsejería con competencias en materia de cambio climático, en la Comisión está representados la práctica totalidad de las Direcciones Generales con competencias directas o indirectas relacionadas con la acción por el clima.

Entre las funciones de la Comisión relacionadas con la adaptación al cambio climático cabe destacar: asesorar e informar a los órganos superiores de la Administración del Principado de Asturias; impulsar el estudio de los efectos del cambio climático en el Principado de Asturias; fomentar la investigación y la observación en materia de adaptación; coordinar las propuestas de estrategias y planes interdepartamentales de adaptación al cambio climático; impulsar la puesta en marcha de las medidas de adaptación al cambio climático en los distintos ámbitos sectoriales; e impulsar programas de educación ambiental que incrementen el conocimiento y la sensibilización de la ciudadanía en materia de cambio climático.

La Comisión fue constituida en febrero de 2021, fijado como primera tarea la elaboración de la Estrategia de Acción por el Clima del Principado, con la intención de que esté aprobada en 2022.

[39] BOPA núm. 211 de 30 de octubre de 2020.

3. Evaluación inicial de los impactos y el riesgo ante los efectos del cambio climático.

En el presente apartado se sintetizan los principales impactos identificados en el análisis realizado sobre los sistemas naturales, ambientales y socioeconómicos en el contexto regional, derivados de los factores climáticos y no climáticos impulsores de los cambios, valorando, cuando la información disponible y el grado de conocimiento lo permite, la vulnerabilidad y la conveniencia de la evaluación de sus riesgos frente al calentamiento global en el marco de la futura estrategia para Asturias.

Es necesario señalar que, en este momento y en el contexto del presente proyecto, no ha sido posible determinar con el rigor necesario la magnitud del riesgo provocado por los impactos identificados, debido a la incertidumbre que generan los datos procedentes de los modelos y estudios de carácter general para el territorio asturiano. Tampoco ha sido posible determinar con precisión el grado de acuerdo sobre dichos impactos o efectos, debido a la escasez de estudios específicos y a que muchos de los resultados se basan en una única fuente de análisis. Para poder definir los riesgos de forma comparable e integrada, sería necesario disponer, entre otras cosas, de un análisis actualizado de las proyecciones de la evolución de las variables climáticas a escala regional y local para el Principado de Asturias y de modelos sobre los diferentes sectores a escala regional, tomando como referencia escenarios comunes de corto, medio y largo plazo.

Aun así, cuando es posible, se realiza una valoración inicial a modo de síntesis cualitativa, realizada a juicio de experto por el equipo de redacción, expresando la validez o confianza de los resultados obtenidos para la definición de medidas de adaptación. En esta valoración se emplean tres niveles confianza, alto, medio y bajo, considerando el tipo, la cantidad, la calidad y la coherencia de la información disponible para las potenciales evidencias de los efectos del cambio climático en el ámbito regional. Los niveles de confianza medio y bajo se refieren al grado de conocimiento sobre las consecuencias de los efectos del cambio climático en el ámbito regional.

Por el contrario, en esta evaluación sí se ha considerado la disponibilidad de instrumentos, como planes o estrategias, en los que se contemplen, de forma directa o indirecta, medidas que permitan avanzar en la adaptación de los sistemas a los efectos del cambio climático o la reducción del impacto de los estresores no climáticos, contribuyendo así a reducir la vulnerabilidad, la exposición o la probabilidad de riesgo de los sistemas, o que incrementen las posibilidades de responder a dichas consecuencias.

Además, cuando se considera necesario mejorar el nivel de conocimiento sobre los efectos y los impactos locales que los procesos identificados, o una parte de los mismos, podrían tener sobre la región, se señala la presencia de incertidumbre asociada. Esto no significa que en el resto de las materias no se considere importante avanzar en el nivel de conocimiento sobre el impacto y el riesgo que el cambio climático podría tener a medio y largo plazo sobre los sistemas presentes en el territorio asturiano, tan sólo que las conclusiones obtenidas a partir de los estudios e informes analizados no permiten establecer una valoración previa en el marco del presente estudio.

Aunque, como ya se indicó anteriormente, no ha sido posible determinar con el rigor necesario la probabilidad de riesgo de los impactos, se incluye una matriz con una valoración preliminar sobre

el grado de certeza de que los impulsores climáticos y no climáticos supongan un riesgo de impacto negativo sobre los sistemas analizados, estableciendo tres categorías: riesgo seguro, riesgo probable y riesgo desconocido o incierto.

Se debe tener en cuenta, por tanto, que lo que aquí se presenta es una evaluación preliminar, realizada a juicio de experto, que deberá actualizase en el momento en el que se aborden los trabajos de elaboración de la estrategia de adaptación y se disponga de información que haga posible concretar la magnitud del cambio esperado conforme a los escenarios considerados y del efecto sobre los distintos sistemas.

3.1. Evaluación de los efectos del cambio climático sobre el medio, la biodiversidad y los ecosistemas.

Los efectos del cambio climático provocarán impactos de diversa magnitud sobre los ecosistemas, las poblaciones y los individuos que se traducirá en alteraciones de tipo fisiológico, fenológico, demográfico y de composición y funcionamiento de las comunidades, afectando asimismo a los servicios ecosistémicos (*nivel de confianza alto*)[40].

Sin embargo, aunque hay consenso en que el cambio climático ya está afectando a la biodiversidad y que esta afección será más importante en el futuro, resulta difícil cuantificar la contribución del cambio climático de forma específica a estos procesos, debido a la compleja interacción con otros motores de cambio, como el cambio en el uso del suelo, la pérdida y fragmentación de los ecosistemas, las perturbaciones en el ciclo del nitrógeno, la expansión de especies invasoras, etc., que constituyen importantes amenazas a la biodiversidad y la estabilidad de los ecosistemas (*nivel de confianza alto*)[40].

Medio marino.

Entre los efectos que, con carácter general, está produciendo el cambio climático sobre el medio marino se pueden señalar: incremento de la temperatura y los cambios físico-químicos que afectan a la acidez, la salinidad y el oxígeno en el agua; la circulación y las corrientes marinas; los afloramientos; la capa de mezcla y la estratificación del agua; los nutrientes; el oleaje y los eventos extremos; y cambios en la biodiversidad (*nivel de confianza alto*).

En el caso del golfo de Vizcaya y las aguas del Cantábrico se observan alteraciones físico químicas como: un calentamiento en toda la columna de agua; una ligera salinización; una disminución del pH y una acidificación, más notable en las superficiales; una tendencia de la intensidad del afloramiento que repercutirá en el enfriamiento del agua; una expansión de la estratificación en las aguas superficiales, debido al adelanto de los máximos térmicos estivales y el retraso de los mínimos invernales; y una disminución del contenido en oxígeno disuelto en las aguas subsuperficiales derivado de los cambios en la solubilidad (*nivel de confianza alto*).

Hay una gran incertidumbre respecto a los nutrientes y sus ciclos y a cómo puede responder dicha producción ante el calentamiento del mar y, por el momento, no se conocen modelos específicos para las condiciones del golfo de Vizcaya y mar Cantábrico que aporten proyecciones precisas sobre estas cuestiones (*nivel de confianza bajo, incertidumbre asociada*). Las tendencias generales analizadas para el Atlántico nordeste han identificado una importante expansión hacia el norte del plancton de aguas más cálidas y un retroceso hacia el norte del plancton de aguas más frías lo que

[40] Sanz y Galán (2020, p. 64).

tendrá efectos sobre la cadena atrófica y la distribución de las especies. En el caso de las aguas de la costa asturiana se han observado cambios en la estacionalidad de los niveles de clorofila incrementándose la importancia del máximo otoñal (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

Por lo que se refiere a los impactos sobre la biodiversidad marina cabe destacar que las proyecciones de cambios previstas para las macroalgas marinas en 2009 se han cumplido, aunque con mayor rapidez de la esperada, ampliándose además el conjunto de especies vulnerables de algas pardas y rojas (*nivel de confianza alto*).

También se han observado cambios en la distribución y abundancia de las especies dominantes en las comunidades intermareales. Por el contrario, en el caso de las aguas asturianas, pese a que las previsiones que apuntaban a un retroceso generalizado a lo largo de toda la costa cantábrica de las poblaciones de *Gelidium* spp., algunas comunidades, dominadas por especies del género *Cystoseira* o por *Gelidium corneum* parecen verse favorecidas por las nuevas condiciones (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

También se están detectando cambios en muchas otras especies, siendo cada vez más frecuentes las citas sobre la presencia de peces subtropicales en el Cantábrico y las costas gallegas, aunque todavía no se puede asegurar que el calentamiento del agua sea la causa (*nivel de confianza bajo*).

Asimismo, se han observado alteraciones en la abundancia, distribución, desplazamiento y capacidad de recuperación de distintas especies marinas de interés comercial para las actividades pesqueras y de marisqueo que se desarrollan en la región (*nivel de confianza medio*).

A pesar del alto nivel de gobernanza que se ha alcanzado en el ámbito regional en materia de protección y explotación de los recursos marinos y costeros, se considera que la vulnerabilidad es alta, siendo necesario profundizar en el conocimiento de estas dinámicas y sus efectos a nivel regional dada su relevancia tanto para la biodiversidad como para la actividad pesquera de las aguas asturianas (*nivel de confianza alto, incertidumbre asociada*).

Aunque se prevén nuevos cambios en la distribución de las especies marinas, incluidas las poblaciones de peces, sigue habiendo gran incertidumbre a la hora de determinar el riesgo debido a los efectos de las interacciones entre diversos factores de estrés climáticos y no climáticos y a que no se dispone de proyecciones cuantitativas de estos cambios de composición y distribución (*nivel de confianza bajo, incertidumbre asociada*).

Sistemas costeros.

A pesar del relativamente buen estado de la costa asturiana, los factores socioeconómicos, como el modelo de desarrollo urbanístico de algunas zonas, explican la mayor parte de los impactos y la degradación que se han producido en las zonas costeras a lo largo del siglo XX, así como el aumento de la exposición y de la vulnerabilidad en esta parte del territorio (*nivel de confianza alto*).

El cambio climático agravará esta situación como consecuencia del aumento del nivel del mar y en incremento de los eventos extremos, fenómenos que constituyen una de las mayores amenazas del cambio climático, provocando inundaciones temporales o permanentes, aumento de la erosión, pérdida de humedales e intrusión de agua salobre (*nivel de confianza alto*).

La costa cantábrica es una de las zonas de España con mayor riesgo de incremento de la erosión como consecuencia de los efectos de cambio climático, dinámica que, además de provocar retrocesos de los tramos acantilados, afectará de forma particularmente severa a las en zonas sedimentarias costeras, que experimentarán una reducción progresiva de la superficie de playas y

dunas pudiendo llegar a desaparecer con un importante impacto ambiental, debido a la pérdida de los hábitats (*nivel de confianza alto*).

A esto hay añadir las alteraciones provocadas sobre los cambios morfológicos que se producirían sobre los estuarios asturianos, y las especies y comunidades presentes en ellos, como consecuencia del incremento del nivel del mar y la inundación costera permanente que supondrían un impacto severo sobre la biodiversidad y una merma de los servicios ecosistémicos que prestan (*nivel de confianza alto*). Según las previsiones de los estudios realizados, la región podría llegar a perder casi el 1.2% del total de su superficie por inundación costera permanente.

El litoral asturiano presenta una importante vulnerabilidad y exposición, tanto física como socioeconómica, ante las inundaciones costeras y a los eventos extremos, fenómenos que constituyen una de las mayores amenazas del cambio climático, provocando inundaciones temporales o permanentes, aumento de la erosión, pérdida de humedales e intrusión de agua salobre (*nivel de confianza alto*).

No obstante, sería recomendable la adopción de medidas que reforzaran y mejoraran el seguimiento y monitorización de algunos de los procesos y sus efectos sobre el medio marino y litoral (*nivel de confianza alto, incertidumbre asociada*).

La vulnerabilidad y el riesgo podrían verse atenuados gracias a los análisis e instrumentos de planificación regionales y estatales disponibles, como el Plan Territorial Especial para la Estrategia Integrada de Gestión Portuaria Litoral del Principado de Asturias (EIGPLA) o el Plan hidrológico y el Plan de gestión del riesgo de inundación de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental. Asimismo, la disponibilidad de instrumentos consolidados para la de gestión y ordenación de la franja litoral, como el Plan Territorial Especial de Ordenación del Litoral de Asturias (POLA) y el Plan Territorial Especial del Suelo No Urbanizable de Costas (PESC) han permitido frenar los efectos de los factores de impacto no climáticos (*nivel de confianza alto*).

Recursos hídricos y ecosistemas acuáticos continentales.

Conforme a las estimaciones basadas en las últimas proyecciones climáticas disponibles, el cambio climático tendrá efectos sobre la temperatura, la lluvia y todas las componentes del ciclo hidrológico, y las presiones a las que están sometidos los recursos y sistemas hídricos se verán acentuadas por el efecto del cambio climático (*nivel de confianza alto*).

Para la DHC Occidental se prevén afecciones sobre las variables hidrológicas, algunas de cierta magnitud, aunque debe tenerse en cuenta la incertidumbre de los modelos y las limitaciones de los datos para determinar con fiabilidad la magnitud de los procesos (*nivel de confianza medio*).

En el ámbito de la DHC Occidental se ha estimado una reducción de las aportaciones para el horizonte 2039, de entre el 4.6% y el 5.3% en el escenario RCP4.5 y del 11.2% en el escenario RCP8.5, respecto a las aportaciones del periodo 1980/81-2017/18, aunque también aquí juega un papel importante la incertidumbre que presentan los modelos (*nivel de confianza medio*).

Parece muy probable la parte de la cordillera Cantábrica en Asturias se vea afectada por los cambios generales identificados en el régimen e intensidad nival en otros sistemas montañosos, aunque la falta de datos y estudios específicos provoca cierta incertidumbre sobre su magnitud y alcance (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

La calidad del agua está fuertemente vinculada a variables climáticas, como la temperatura, las precipitaciones anuales, los fenómenos extremos como inundaciones y sequías, pero forma especial por la actividad humana (*nivel de confianza alto*).

Con toda la incertidumbre que presentan los modelos, las concentraciones de oxígeno en las masas de agua de la DHC Occidental se verían afectadas de forma moderada por el incremento de la temperatura del agua provocada por el cambio climático, sin embargo el impacto sería bajo ya que estaría atenuado por la calidad del bosque de ribera y el sombreado sobre la masa de agua, aspecto este que deberá ser verificado por los resultados del nuevo indicador para evaluar la calidad de la vegetación de ribera (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

Se podría producir un incremento de la carga de nitratos en pequeñas cuencas afectando a la calidad de los recursos hídricos, posiblemente vinculada al aumento de las temperaturas, que podría provocar una disminución de la biomasa de los pastizales y un aumento en la tasa de mineralización, aunque no se conocen estudios regionales al respecto ni el papel que desempeñaría otros estresores no climáticos (*nivel de confianza bajo, incertidumbre asociada*).

En Asturias no se han verificado alteraciones de la calidad química de las aguas asociadas al cambio climático, aunque algún estudio puntual ha identificado algunas afecciones en este sentido por lo que sería necesario profundizar en el conocimiento de estas afecciones (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

No se han constatado procesos de salinización en los acuíferos costeros asturianos que, por otra parte, tienen un escaso aprovechamiento, a pesar de lo cual sería conveniente continuar e incrementar la monitorización de este proceso (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

Parece razonable pensar que las sequías que se den en el futuro en la DHC Occidental serán más intensas, aunque, debido a la diversidad de resultados que arrojan los modelos, no se puede afirmar de forma concluyente un aumento en la incidencia de la sequía (*nivel de confianza bajo, incertidumbre asociada*).

Resulta difícil valorar los cambios en la dinámica y frecuencia de las inundaciones continentales en el contexto del cambio climático debido al papel que juegan los estresores y factores no climáticos, en particular los cambios y distribución de los usos del suelo (*nivel de confianza alto, incertidumbre asociada*).

Para la DHC Occidental se observa que las zonas que podrían presentar un incremento probable significativo o altamente significativo en el riesgo de inundación fluvial y pluvial se corresponden con las subcuencas asociadas a los cursos medio y bajo, hasta su desembocadura en el Cantábrico, de los ríos de mayor importancia (*nivel de confianza medio*).

Las particularidades del territorio dificultan la gestión de las avenidas fluviales mediante las medias de alerta temprana, debiendo impulsarse otras estrategias de adaptación más viables, como las de gestión del espacio inundable o reducción de la vulnerabilidad (*nivel de confianza alto*).

Algunos modelos climáticos regionales, como los elaborados en el País Vasco, prevén aumentos de las precipitaciones extremas (precipitación diaria) del 10% e incluso del 14% para el periodo 2001-2050; sin embargo, la falta de análisis específicos para el territorio asturiano hace difícil predecir la evolución y magnitud de este fenómeno (*nivel de confianza medio*, *incertidumbre asociada*).

En algunas cuencas de los Pirineos se ha detectado un aumento de la frecuencia e intensidad de inundaciones por el deshielo, fenómeno que podría producirse en algunas cuencas de la cordillera asturiana, aunque se desconoce su magnitud e intensidad y la exposición en el territorial regional (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

Las tendencias y pronósticos de agravamiento de eventos tormentosos hacen prever que, a medio plazo, continúe aumentando la frecuencia e intensidad de las inundaciones torrenciales (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*), eventos en los que la gestión del territorio y la

preparación de la población resulta crucial para impedir el agravamiento del riesgo de inundación (*nivel de confianza alto*).

La vulnerabilidad y el riesgo ambiental derivados de la alteración de los recursos hídricos y de los riesgos de las inundaciones podrían verse atenuados gracias a los análisis e instrumentos de planificación estatales disponibles, como el Plan hidrológico y el Plan de gestión del riesgo de inundación de la DHC Occidental (*nivel de confianza alto*).

Los efectos del cambio climático, en particular el aumento de la temperatura media del agua, la recurrencia de olas de calor y la disminución de los flujos de agua, podría producir una reducción de los nichos actuales de muchas especies de agua dulce, con desplazamientos en la distribución de organismos hacia elevaciones mayores, pudiendo afectar tanto a la fauna piscícola como a la de macroinvertebrados (*nivel de confianza alto*).

El aumento de la intermitencia de los flujos de agua o los cambios estacionales pueden llegar a destruir algunos hábitats, mientras que el incremento de la evapotranspiración potencial puede afectar a los ecosistemas asociados a las aguas subterráneas más superficiales como humedales, manantiales y ríos (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

Aunque no se conocen estudios específicos para el ámbito cantábrico, los efectos del cambio climático sobre los ecosistemas acuáticos continentales se podrían ver agravados por estresores y presiones de tipo antrópico (*nivel de confianza alto, incertidumbre asociada*).

Aunque se prevé un incremento de la temperatura del agua para todas masas de agua de la DHC, que podría implicar una pérdida de hábitat potencial de las especies piscícolas fluviales de aguas frías y macroinvertebrados, el riesgo de este impacto se vería atenuado por la calidad del bosque de ribera y el sombreado sobre la masa de agua, aspecto este que deberá ser verificado por los resultados del nuevo indicador para evaluar la calidad de la vegetación de ribera (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

Las especies diádromas, como la anguila o el salmón, presentan una vulnerabilidad a los efectos del cambio climático potencialmente mayor ya que pueden verse afectadas tanto por los cambios en el medio marino como en el fluvial (*nivel de confianza alto*) aunque, por esa misma razón, existe un mayor grado de incertidumbre sobre la magnitud y naturaleza de los impactos, pudiendo producirse desplazamientos importantes en su distribución geográfica (*nivel de confianza medio*). Esto hace necesario avanzar en el conocimiento de las futuras dinámicas de este tipo de especies (*incertidumbre asociada*).

Ecosistemas terrestres.

El efecto del cambio climático sobre los procesos edáficos puede tener un origen directo debido a que los cambios de temperatura y precipitación se puede traducir en un incremento del riesgo de erosión que, además, se puede ver agravado por la potencial incidencia de los incendios forestales (*nivel de confianza alto*).

La alteración de los patrones térmicos y pluviométricos, con veranos más cálidos y secos e inviernos cálidos y con mayor precipitación según los modelos nacionales, favorecerán la reducción del carbono disponible en la parte más superficial del suelo, aunque hay cierta incertidumbre sobre lo que ocurrirá en el perfil del suelo, en particular en la España atlántica (*nivel de confianza bajo, incertidumbre asociada*).

De forma indirecta el sistema edáfico se puede ver afectado por el cambio climático debido a una menor entrada de materia orgánica procedente de los ecosistemas que soporta (*nivel de confianza medio*).

En el caso de Asturias las principales causas de impacto sobre los sistemas edáficos se deben a factores no climáticos, entre los que destacan la actividad minera y el efecto reiterado de los incendios forestales que, desde el punto de vista edáfico, han generado importantes superficies altamente frágiles y vulnerables a cualquier impacto generado por el cambio climático (*nivel de confianza alto*).

El incremento de las lluvias de carácter torrencial que pronostican los modelos climáticos podrían conllevar una mayor frecuencia de algunos riesgos naturales relacionados con el suelo, como los procesos de inestabilidad de laderas, especialmente los deslizamientos y flujos superficiales, que son habituales en Asturias asociados a precipitaciones intensas (*nivel de confianza alto*).

Teniendo en cuenta el componente causal, en Asturias no se puede establecer una relación directa entre el cambio climático y el número de incendios, ya que la gran mayoría de los incendios forestales son provocados o tienen su origen en la intervención humana y la ignición está fuertemente asociada a las dinámicas demográficas y económicas del medio rural (*nivel de confianza alto*).

La alteración de las variables meteorológicas como resultado del cambio climático son uno de los factores de cambio de los incendios forestales, ya que la variabilidad en la precipitación, la temperatura, el viento y la humedad puede implicar una reducción de la humedad del combustible facilitando la ignición y propagación del fuego (*nivel de confianza alto*).

Las proyecciones del cambio climático anuncian un escenario poco favorecedor para las estrategias de lucha contra los incendios forestales con un incremento significativo de la ocurrencia de incendios con comportamiento extremo, de intensidad y velocidad de propagación muy altas (*nivel de confianza alto*).

En el caso de los ecosistemas terrestres se prevén cambios fenológicos y desplazamientos altitudinales de algunas comunidades vegetales y de la fauna debido a las alteraciones climáticas previstas por los modelos (*nivel de confianza alto*).

En cuanto a las funciones y servicios ecosistémicos de los bosques se observa que la capacidad de secuestro de carbono del bosque en España también se ha visto afectada por el cambio climático y que el efecto negativo se presenta más de forma acusada en las zonas más húmedas del norte y noroeste peninsular y zonas de montaña (*nivel de confianza alto*).

Con el grado de conocimiento actual, se puede afirmar que los ecosistemas de montaña son especialmente vulnerables al cambio climático debido a sus características de “isla ecológica” (*nivel de confianza alto*).

En el caso de cordillera Cantábrica las proyecciones basadas en los escenarios de emisión apuntan a una reducción importante del hábitat para diferentes especies arbóreas, como el haya o los robles común y albar, que se puede traducir en condiciones menos favorables para el establecimiento de plántulas, tasas de mortalidad más altas, reducción en la densidad local y fragmentación de poblaciones, aunque no es previsible la desaparición de las especies (*nivel de confianza medio*).

Los cambios en la distribución y la reducción de la densidad local y la fragmentación de la vegetación que constituyen el principal recurso alimentario y de refugio para las poblaciones de oso pardo podría provocar una reducción del hábitat potencial para esta especie, aunque la incertidumbre que acompaña a los modelos climáticos aconseja profundizar en el conocimiento sobre los efectos del cambio climático sobre esta especie, así como sobre otros mamíferos (*nivel de confianza bajo, incertidumbre asociada*).

Por lo que se refiere a los anfibios y reptiles, algunos estudios prevén que los corotipos atlánticos se verán más afectados por el cambio climático y los hábitats de especies atlánticas sufrirán una mayor perdida, produciéndose una dispersión hacia zonas más altas que no puede ser indefinida (*nivel de confianza medio*). En este sentido se recomienda una revisión más profunda de la literatura científica para mejorar el conocimiento (*incertidumbre asociada*).

Los efectos del cambio climático están actuando sobre la dinámica de perturbación de las plagas de insectos nativos y los patógenos microbianos y facilitando, además, la aparición y propagación de especies no autóctonas y enfermedades de los ecosistemas terrestres, que afectan a la salud de las masas arbóreas y otras comunidades vegetales (*nivel de confianza alto*).

La presencia de algunas especies invasoras y las dinámicas de expansión de las plantas exóticas pueden haber sido favorecidas por los efectos del cambio climático, aunque se desconoce el peso que en estos procesos han tenido y tendrán los factores no climáticos, siendo necesario mejorar el conocimiento regional en esta materia (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

La mayor parte de estas especies invasoras presentan una buena capacidad de adaptación a los efectos del cambio climático, siendo previsible que algunas plagas y enfermedades en plantas y animales se extiendan fuera de sus hábitats conocidos, siendo necesario incrementar los esfuerzos de seguimiento y control (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

En Asturias se ha constatado un incremento del porcentaje de plantas exóticas alóctonas de carácter mediterráneo en comparación con los últimos datos del 2006, hecho que está en consonancia con el proceso de mediterranización del clima, proceso que requeriría de un seguimiento detallado para determinar sus efectos y su posible carácter invasor (*nivel de confianza alto, incertidumbre asociada*).

Hasta el momento, ni la legislación ni los instrumentos regionales de gestión de los espacios y especies protegidas han considerado suficientemente los impactos futuros derivados del cambio climático, ni la vulnerabilidad y el riesgo sobre los ecosistemas terrestres (*nivel de confianza alto*). En este sentido, se hace necesaria la revisión de estos instrumentos y, en su caso, la incorporación de criterios orientadores y medidas de adaptación que permitan reducir el impacto y aumenten la resiliencia de estos ecosistemas (*nivel de confianza alto*).

La vulnerabilidad y el riesgo derivado de los incendios forestales para los ecosistemas podrían verse atenuados gracias a la aplicación y el desarrollo de la Estrategia Integral de Prevención y Lucha contra los Incendios Forestales en Asturias 2020-2025, instrumento en la que la mayor parte de las medidas contempladas se podrían considerar dentro del ámbito de la adaptación a los efectos al cambio climático, en particular las de prevención y restauración (*nivel de confianza alto*).

3.2. Evaluación de los efectos del cambio climático sobre los sistemas socioeconómicos.

Las afecciones del cambio climático sobre los ecosistemas, junto con las derivadas de otras fuerzas motrices o impulsores de cambio, pueden provocar la pérdida de diversidad y resiliencia, que se traduce en una merma de las contribuciones de la naturaleza al bienestar humano a través de los denominados servicios ecosistémicos[41](*nivel de confianza alto*).

[41] MITECO (2020b, p. 27).

El cambio climático es un hecho social, ya que tiene sus principales causas en las actividades humanas y porque, además, son las sociedades globales y locales y van a sufrir sus consecuencias directa o indirectamente a través del cambio del medio biogeofísico[42] (*nivel de confianza alto*).

Desde una perspectiva global, los efectos del cambio climático sobre los sistemas socioeconómicos incluyen los impactos potenciales sobre: la población (seguridad, salud, estructura demográfica, procesos migratorios, etc.); la base del sistema económico y territorial (sectores, empleo, rentas, usos y actividades en el territorio, sistema de poblamiento humano, etc.); y sobre la organización social y la cultura (educación, redes de apoyo social, sistemas de gobernanza, conflictividad y cohesión social, seguridad, etc.)[42] (*nivel de confianza alto*).

Las propias medidas de adaptación al cambio del clima también pueden provocar conflictos de carácter político y social, al afectar a intereses y expectativas de grupos humanos y personas [43] (*nivel de confianza alto*).

La mayoría de los sectores económicos están expuestos, directa o indirectamente, al cambio climático, ya sea debido a su papel como impulsores de cambio actuando de forma sinérgica junto con los efectos del cambio climático, o como resultado de la degradación del capital natural y de los servicios de los ecosistemas, que derivan, por ejemplo, en un incremento de la exposición a los riesgos naturales, lo que requiere la adopción de estrategias de adaptación (*nivel de confianza alto*).

Población

Las poblaciones más vulnerables de la sociedad (infancia, personas mayores, desfavorecidas económicamente, sin hogar o con enfermedades mentales) tienden a ser las más afectadas por los cambios climáticos y los impactos resultantes en los servicios de los ecosistemas, poniendo en peligro el desarrollo sostenible (*nivel de confianza alto*).

El cambio climático puede contribuir a acentuar la desigualdad social, ya que los impactos que conlleva afectarán en mayor medida a los sectores más vulnerables de todas las sociedades, que cuentan con menos recursos económicos, de información, de educación, etc., para prevenir y adaptarse a sus efectos (*nivel de confianza alto*).

Resulta importante identificar los grupos vulnerables y su localización para diseñar acciones específicas y desarrollar respuestas adaptativas socialmente justas, integrando la dimensión social en la definición de medidas de adaptación al cambio climático (*nivel de confianza alto*).

Según los datos disponibles, Asturias presenta una alta exposición social a los efectos del cambio climático debido a la evolución de los indicadores de pobreza en la región como las tasas de privación material severa, de pobreza económica o de pobreza severa (*nivel de confianza alto*).

Las pérdidas de empleo relacionadas con la transición energética se concentrarán en áreas, sectores y grupos sociales específicos que pueden haber sido ya afectados negativamente por la desindustrialización, la globalización y la crisis financiera mundial (*nivel de confianza alto*) y no se deberían desaprovechar las potenciales sinergias que se pueden generar entre las medidas de mitigación y actuaciones de adaptación que se pudieran desarrollar en aquellos ámbitos territoriales más afectados (*nivel de confianza alto*).

La lucha contra el cambio climático requiere de la participación del conjunto de la sociedad en la gestión medioambiental y sólo a través de esta participación será posible alcanzar la cohesión social (*nivel de confianza alto*).

---

[42] Pardo Buendía (2007).

[43] MITECO (2020, p. 213).

Todo apunta a que las repercusiones del cambio climático en la salud se intensificarán, aunque es difícil identificar todos los posibles efectos (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

La afección sobre la salud de la población se producirá de diversas formas: olas de calor o de frío, incremento de la contaminación bajo determinadas condiciones atmosféricas, proliferación de alergias, aumento de enfermedades transmitidas por vectores infecciosos (*nivel de confianza alto*).

Una variable que tiene especial importancia en la evolución de la relación entre salud y temperatura es el índice de envejecimiento y, en este sentido, Asturias resulta especialmente vulnerable ya que, según las proyecciones del INE, en 2035 la población mayor de 64 años representaría momento el 35.4% del total de los habitantes de la región (*nivel de confianza alto*).

Los efectos más importantes del cambio climático en la salud humana serán las lesiones y enfermedades consecuencia de eventos climáticos extremos, la distribución espacial y extensión de enfermedades de transmisión hídrica, alimentaria y vectorial y la frecuencia de enfermedades cardiorrespiratorias (*nivel de confianza alto*).

El cambio climático podría actuar como amplificador de los impactos en la salud de otros factores medioambientales de estrés no climáticos (*nivel de confianza alto, incertidumbre asociada*).

La población de los núcleos urbanos se presenta especialmente vulnerable a los efectos sobre la salud relacionados con el calor y la contaminación, aunque existen grupos especialmente vulnerables como las personas mayores, la población infantil y las embarazadas o las personas que padecen enfermedades respiratorias (bronquitis crónica, asma), cardiovasculares o diabetes, o enfermedades crónicas. (*nivel de confianza alto*).

En la relación entre los efectos del cambio climático y la salud humana los factores locales juegan un papel importante, ya que pueden determinar la magnitud del impacto, en particular en lo que se refiere a la exposición a los riesgos naturales y al efecto del incremento de las temperaturas (*nivel de confianza alto*).

La exposición a temperaturas extremadamente altas (olas de calor) puede provocar problemas de salud, aunque debe tenerse en cuenta que los umbrales varían dependiendo de los factores locales, produciéndose este fenómeno a temperaturas más bajas en lugares más fríos (*nivel de confianza alto*).

El efecto de la exposición a temperaturas extremadamente bajas sobre la salud está condicionado por diversas variables sociales, económicas, culturales y de carácter local, así como de la presencia de patologías previas (*nivel de confianza alto*).

El aumento de la mortalidad por calor será muy superior a la ligera reducción que se puede esperar de las muertes invernales, aunque la incertidumbre de los modelos climáticos no permite afirmarlo con rotundidad para Asturias (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

Desde 2009 las temperaturas templadas en invierno han generado epidemias de gripe muy mesuradas y una reducción de la mortalidad por infecciones respiratorias y gripe. Sin embargo, actualmente no se puede asegurar que esta tendencia se vaya a prolongar en el tiempo (*nivel de confianza alto, incertidumbre asociada*).

La región no es ajena a las tendencias de los eventos relacionados con temperaturas extremas, en particular a las olas de calor (*nivel de confianza alto*). Más de la mitad de los episodios de ola de calor que han afectado a Asturias desde 1975 han registrado entre los años 2003 y 2017 y ninguno con anterioridad a 1981. Por el contrario, los episodios de ola de frío mantienen una distribución temporal más uniforme.

Las alteraciones del ciclo hidrológico derivadas de los impactos del cambio climático pueden tener efectos sobre la salud humana al afectar a la calidad de agua de consumo y de las aguas recreativas, aunque este aspecto todavía no ha sido objeto de estudio detallado (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

El nivel de desarrollo de los sistemas de abastecimiento y saneamiento, dotados de procedimientos de control y seguimiento consolidados, hace que en nuestro contexto el riesgo para la salud humana derivado de la calidad del agua sea bajo (*nivel de confianza alto*).

Otro de los efectos indirectos del cambio climático sobre la salud pública en España estará asociado al impacto sobre enfermedades transmitidas por los alimentos, en particular por la proliferación de bacterias favorecida por aumento de la temperatura asociado al cambio climático (*nivel de confianza alto*).

En Asturias se registra un incremento de los ingresos hospitalarios por enfermedades cardiovasculares y respiratorias coincidente con los días de mayor contaminación, ingresos que están más relacionados con las emisiones del transporte que con las de la industria (*nivel de confianza alto*).

El potencial incremento de las situaciones anticiclónicas derivadas de los efectos del cambio climático puede disminuir la dispersión y favorecer la permanencia local de los contaminantes atmosféricos; sin embargo, de nuevo la incertidumbre de los modelos climáticos no permite afirmar con rotundidad que este incremento se vaya a producir en Asturias (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

Previsiblemente las medidas de mitigación de las emisiones reducirán los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud, en particular en las ciudades, por la reducción de las emisiones procedentes del transporte (*nivel de confianza alto*).

Los cambios en la fenología y distribución de las plantas y la expansión de especies exóticas e invasoras, favorecidos por factores climáticos y no climáticos, han prolongado la estación polínica entre una y tres semanas en Asturias, según el tipo de polen (*nivel de confianza alto*), aunque no se ha detectado un incremento de personas fallecidas ni de ingresos hospitalarios por la acción de insectos o alérgenos exóticos (*incertidumbre asociada*).

Los cambios en la temperatura y las condiciones climáticas favorecen la distribución geográfica y su adaptación a diferentes hábitats de vectores capaces de transmitir enfermedades o generar epidemias, pero la severidad del impacto está asociado a factores no climáticos (*nivel de confianza alto*).

En Asturias hay constancia reciente de la presencia de vectores con potencialidad transmisora de enfermedades al ser humano y animales, aunque todavía no se ha detectado afectación humana (*incertidumbre asociada*).

Pesca y acuicultura.

En general, los cambios de tipo físico y químico en el medio marino como consecuencia del calentamiento del planeta están mejor documentados que los biológicos, y podrán tener un impacto sustancial en la biodiversidad marina, alterando la productividad, el funcionamiento y el suministro de servicios ecosistémicos como la pesca, el marisqueo y la acuicultura. Los impactos dependerán en gran medida del futuro escenario de emisiones (*nivel de confianza alto*).

No obstante, hasta el momento ya se han descrito amenazas y alteraciones en el ámbito del atlántico nordeste, y en algunos casos, también en el golfo de Vizcaya y el mar Cantábrico, para

muchas especies de interés comercial y recreativo en Asturias. Comparativamente respecto a otras regiones del norte de España, como Galicia o País Vasco, por su orientación productiva Asturias se encuentra menos expuesta a los impactos derivados del cambio climático sobre la acuicultura y la pesca de gran altura, altamente vulnerable a las alteraciones en túnidos, stocks de aguas frías en los bancos del norte, etc. (*nivel de confianza medio*).

Al carecer actualmente la región de flotas industriales de larga distancia, el sector pesquero regional será principalmente vulnerable a los cambios en los recursos costeros y marisqueros y la acuicultura de bivalvos (*nivel de confianza bajo*).

La región también es vulnerable a las alteraciones de determinados recursos migratorios, como la caballa y el bonito del norte, y diádromos, como la angula o el salmón, aunque en este momento no se puede determinar la magnitud de los impactos (*nivel de confianza medio*).

Son necesarios estudios y monitorizaciones específicas para determinar el grado de vulnerabilidad de recursos estratégicos como la merluza, la anchoa, el percebe, el pulpo y el ocle, para los que hasta el momento no existen indicios concluyentes de regresión asociada al cambio climático, pero podrían verse a medio plazo también alterados, tal y como indican algunas prospecciones (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

En general, hay un alto grado de incertidumbre sobre los impactos del cambio climático en el sector pesquero y acuícola local, ya que la mayoría de proyecciones disponibles responden a modelos globales y actualmente son escasas las estimaciones de los daños o beneficios socioeconómicos derivados de cambios de distribución o abundancia en especies comerciales en las regiones marinas de España, para los que será necesario evaluar los riesgos del cambio climático (*incertidumbre asociada*).

Agricultura.

Hasta el momento se han descrito amenazas y alteraciones para cultivos hortícolas y frutícolas de interés comercial en Asturias, aunque a menudo las evidencias proceden de la realidad mediterránea o de otras zonas de España (*nivel de confianza bajo, incertidumbre asociada*).

Los efectos de las alteraciones producidas por el cambio climático pueden ser muy diversos según el tipo de cultivo y de sus demandas térmicas e hídricas y de su vulnerabilidad ante los cambios (*nivel de confianza alto*).

Aunque la mayor parte de los estudios analizan los efectos sobre el olivar y el viñedo, en los cultivos leñosos, sin potencial de gestión adaptativa de avance o retraso de la siembra según las condiciones climáticas, los cambios fenológicos parece que serán muy evidentes, pudiendo retrasar la maduración, reducir la cantidad de frutos e incrementar la relación semilla-pulpa (*nivel de confianza alto*).

En el caso de Asturias en los últimos diez años se ha detectado la presencia por primera vez de nuevas plagas y enfermedades que afectan a distintos cultivos (*nivel de confianza alto*) aunque no se han encontrado estudios que las vinculen directamente con el cambio climático ni que valoren el papel de los estresores no climáticos (*incertidumbre asociada*).

Dadas las especiales características de la agricultura en el norte peninsular, y particularmente en el Principado, son necesarios estudios específicos que determinen el grado de vulnerabilidad a la variabilidad térmica y del régimen de lluvias de ciertos recursos estratégicos (*incertidumbre asociada*).

En concreto, el comportamiento de distintos patógenos o parásitos (y la resistencia de las producciones regionales), la afección por eventos extremos (heladas, olas de calor, inundaciones) y las alteraciones fenológicas en el caso de las distintas variedades de manzanos de sidra, cultivos leñosos como el viñedo, el kiwi o el arándano, y producciones hortícolas como la patata y la faba (*nivel de confianza bajo, incertidumbre asociada*).

En relación con el cultivo del manzano los pocos estudios disponibles indican que, en Asturias, se puede producir un adelanto de la fecha de floración y que los periodos de sequía en primavera y verano puede comprometer tanto el correcto desarrollo del árbol como la producción anual de manzana (*nivel de confianza alto*).

Aunque no se conocen estudios al respecto, el cultivo del kiwi en Asturias podría verse afectado por los cambios en los patrones térmicos y de precipitación, alterando la fenología y la productividad de las plantas (*nivel de confianza bajo, incertidumbre asociada*). Además, la localización de los cultivos de kiwi en la región, sobre las vegas de los principales ríos asturianos, hace que este cultivo se encuentre especialmente expuestos a los fenómenos meteorológicos extremos, en particular a las inundaciones fluviales (*nivel de confianza alto*).

El cultivo de la faba asturiana es vulnerable a las sequías, las altas temperaturas o la elevada radiación, ya que afectan al desarrollo de la planta de forma diferente según la etapa en que ésta se encuentre (*nivel de confianza alto*).

Aunque no se dispone de estudios al respecto, es posible que los efectos del cambio climático en la región puedan favorecer las producciones de algunos cultivos ya presentes, como el viñedo, o la aparición de otros de nueva implantación como, por ejemplo, el aguacate (*incertidumbre asociada*).

Ganadería.

Por su orientación productiva, forma de manejo y especialización ganadera, Asturias se encuentra claramente expuesta a los impactos derivados del cambio climático sobre la ganadería extensiva, y muy particularmente en las zonas de montaña donde todavía existe un aprovechamiento significativo de los pastos naturales de los puertos y de sistemas forrajeros a cierta altitud, donde algunos de los efectos del cambio climático (limitación del acceso al agua y la exposición al estrés por calor) se manifestarán con más fuerza (*nivel de confianza alto*).

La ganadería intensiva, como la de ganado vacuno de leche, presenta *a priori* menor vulnerabilidad directa, si bien probablemente a costa de un incremento de los costes de las explotaciones para intentar aminorar o adaptarse a los efectos del cambio climático (*nivel de confianza alto*).

Hay un importante grado de incertidumbre sobre el impacto de los efectos del cambio climático sobre los recursos y sistemas forrajeros regionales y cómo se trasladará a las explotaciones teniendo en cuenta los diferentes modelos de manejo, razas y zonas (alta montaña, rasa costera, valles interiores y media montaña, etc.), por lo que son necesarios estudios y monitorizaciones específicas (*incertidumbre asociada*).

El potencial incremento de la intensidad y magnitud de los incendios forestales puede generar un importante impacto sobre la ganadería extensiva que vería reducida las superficies aprovechables, ya sea de forma temporal o, en el peor de los casos, definitiva si el impacto reduce significativamente la capacidad productiva de los suelos (*nivel de confianza alto*).

Algunas prácticas tradicionales de pastoreo, como la movilidad del ganado o el mantenimiento de los sistemas caracterizados por los mosaicos, podría atenuar la vulnerabilidad y exposición real de la ganadería extensiva (*nivel de confianza alto*).

El cambio climático puede propiciar mayor incidencia de enfermedades ligadas a especies nuevas o a variedades más virulentas, que transmiten enfermedades por medio de vectores propios o foráneos, así como acelerar la propagación de enfermedades graves y zoonosis (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

Con carácter general, se han descritos otros potenciales impactos indirectos del cambio climático sobre la ganadería extensiva, como la mayor competencia por los recursos (pasto verde, agua) entre el ganado doméstico y la fauna silvestre, facilitando a su vez el contacto y el riesgo de mayor transmisión de parásitos, virus, bacterias y enfermedades presentes en la fauna silvestre, aunque se desconoce la probabilidad de que esto ocurra en la región (*nivel de confianza bajo, incertidumbre asociada*).

Aunque el aumento de temperaturas también podría provocar desajustes entre la fenología de los polinizadores y las especies que polinizan, el cambio climático actuaría sobre la apicultura como agente agravante de las actuales amenazas de las abejas, como son ciertos parásitos y patologías (nosemosis), los cambios de los usos del suelo y la fragmentación de los hábitats, el denominado síndrome de despoblamiento de las colmenas o los ataques de especies invasoras (*nivel de confianza alto*).

Silvicultura.

Los sistemas silvícolas se verán sometidos a los mismos cambios y procesos provocados por el cambio climático que amenazan los ecosistemas terrestres de tipo forestal, como descensos en la productividad debidos a una disminución en la fertilidad del suelo, al descenso de la pluviosidad y a la menor disponibilidad hídrica (*nivel de confianza alto*).

En general, en las masas forestales se ha detectado un aumento de las enfermedades causadas por insectos, hongos y organismos afines invasores procedentes de regiones más cálidas, que se han visto favorecidas por el efecto del cambio climático (*nivel de confianza alto*).

En Asturias se constata un incremento del territorio potencial de las especies ecológicamente más versátiles como el pino marítimo (*Pinus pinaster*), aunque estas masas pueden presentar problemas adaptación debido a la escasa variabilidad genética del material vegetal empleado en las repoblaciones, aunque la incertidumbre de los modelos climáticos hace que haya que tomar con prudencia estos resultados (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

Las extensiones de pino insigne (*Pinus radiata*) y de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) parecen ser las plantaciones forestales que presentan mayor riesgo ante el cambio climático, debido a su carácter intensivo, elevada homogeneidad y baja diversidad, además de una alta sensibilidad a los incendios debido a su alta disponibilidad de biomasa vegetal combustible (*nivel de confianza alto*).

En Asturias, según las proyecciones futuras a 2050 y 2070 de estudios para los escenarios de emisiones, se prevé una reducción o mantenimiento del hábitat adecuado para el eucalipto debido a la previsible reducción de las precipitaciones en el trimestre más húmedo, lo que contrasta con el aumento significativo en las zonas interiores de Galicia (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

No obstante, la incertidumbre de los modelos climáticos hace que haya que tomar con prudencia estas proyecciones sobre la potencial evolución prevista para estas especies forestales (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

En Asturias se ha detectado un importante aumento del nivel de daños sobre las masas forestales de la región, tanto de coníferas como de frondosas, causados por efectos bióticos y abióticos, incrementándose los daños de defoliación (*nivel de confianza alto*).

Considerando que las proyecciones del cambio climático anuncian un escenario con un incremento significativo de la ocurrencia de incendios con comportamiento extremo, favorecidos por la mayor frecuencia de los episodios de sequía prolongada, las altas temperaturas y de vientos fuertes, y que las tendencias regionales ya muestran un incremento de la superficie media de los incendios en la región, la probabilidad de incremento de la afección a masas arboladas, incluidas las productivas, por los incendios forestales es muy alta (*nivel de confianza alto*).

La mayor frecuencia de vendavales en los que la velocidad del viento sea capaz de causar daños al arbolado es otro de los impactos favorecidos por el cambio climático (*nivel de confianza alto*).

Industria y energía.

El impacto directo del cambio climático sobre la producción de energía y las actividades industriales será pequeño en comparación con los generados por otros factores no climáticos, como los cambios en la población, la edad, los ingresos, la tecnología, los precios relativos, el estilo de vida, la regulación, la gobernanza y muchos otros aspectos del desarrollo socioeconómico que tendrán un impacto en la oferta y la demanda de bienes y servicios económicos (*nivel de confianza alto*).

Aun así, los sectores energético e industrial se verán afectados por distintos impactos del cambio climático, tanto en la demanda como en la producción y transporte de energía, así como por daños estructurales en dichas infraestructuras debido a la mayor frecuencia de eventos extremos, dependiendo de la localización de los emplazamientos (*nivel de confianza alto*).

Los cambios graduales de temperatura y precipitación, la subida del nivel del mar o el aumento en la frecuencia de eventos extremos, como temporales, tormentas y precipitaciones intensas, inundaciones costeras y continentales, olas de calor o incendios forestales y de otros riesgos naturales, como los movimientos de ladera, pueden provocar grandes impactos sobre las infraestructuras y equipos de generación, transporte y distribución de energía (*nivel de confianza alto*).

La disponibilidad del agua como recurso, especialmente por los cambios esperados en las precipitaciones, escorrentía y las temperaturas, constituyen potencialmente una de las amenazas más significativas para los sectores de la energía y de la industria (*nivel de confianza alto, incertidumbre asociada*).

Las alteraciones previstas en los patrones de las variables climáticas (temperatura, precipitación y viento) debido al cambio climático también tendrá efectos en la producción de energía, especialmente en la generación hidroeléctrica, muy vulnerable a los ciclos de sequía, pero también en la energía eólica, solar, de biomasa y térmica (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

Los cambios en las temperaturas alterarán los patrones de demanda energética para los procesos de calentamiento o refrigeración del sector industrial, aunque el impacto variará dependiendo de la actividad industrial. Así, mientras que la vulnerabilidad de las actividades siderúrgicas o metalúrgicas se vería reducida ya que, con un clima más cálido, se podrán producir ahorros en el consumo de energía, otras industrias, como las alimentarias, verán incrementada su vulnerabilidad al incrementar los costes de los procesos de enfriamiento o congelación (*nivel de confianza alto, incertidumbre asociada*).

El aumento de la temperatura, especialmente en verano con olas de calor más prolongadas y frecuentes, también puede afectar a la productividad de las actividades industriales debido a problemas en la refrigeración de la maquinaria, pero también por la seguridad y salud de los trabajadores, en particular, en aquellas actividades que requieran realizar esfuerzo físico en el exterior (*nivel de confianza alto*).

Considerando que se prevé una reducción de las aportaciones para el horizonte 2039 de entre el 4.6% y el 5.3% en el escenario RCP4.5, y del 11.2% en el escenario RCP8.5, la actividad de los grandes demandantes de agua para usos industriales, como la siderurgia, pasta y papel, química o bebidas y alimentaria, podría verse afectada en determinados momentos de baja disponibilidad hídrica (*nivel de confianza alto, incertidumbre asociada*).

Aunque no se han encontrado estudios específicos al respecto, las actividades industriales también se verán afectadas por estresores no climáticos, como cambios en la normativa o en la demanda (*nivel de confianza alto, incertidumbre asociada*).

El cambio de modelo productivo, caracterizado por una baja intensidad en el uso de materias primas y enfocado hacia una economía circular, las energías renovables y la eficiencia energética, abre una ventana de oportunidad para la creación de empleo en algunos sectores ya presentes en el territorio asturiano o de nuevo desarrollo e implantación (*incertidumbre asociada*).

Comercio y servicios.

Al igual que ocurre con la industria, el impacto directo del cambio climático sobre las actividades comerciales y de servicio será pequeño en comparación con los generados por otros factores no climáticos (*nivel de confianza alto*).

En el caso del sector terciario, el cambio climático tendrá un efecto directo y relevante sobre algunas de sus ramas y actividades, como por ejemplo el transporte, el turismo o los servicios públicos; sin embargo, para el resto de servicios, a excepción de los financieros, el impacto específico esperable para este tipo de actividades tiene un carácter básicamente indirecto (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

Considerando la localización de la gran mayoría de los establecimientos comerciales y de servicios, son esperables los efectos del cambio climático previstos para el poblamiento derivados de los eventos extremos, como inundaciones, incendios, olas de calor, etc., tanto directamente, por las pérdidas y daños materiales, reducción de productividad y beneficios, etc., como indirectamente, por interrupción o alteración en las cadenas de suministro (*nivel de confianza alto*).

De la misma forma las actividades comerciales y de servicios soportarán las nuevas o mayores necesidades de adaptación al calor (aislamiento y eficiencia energética, sistemas de refrigeración y refuerzo a cadenas de frío, etc.) que afectarán en general al sistema de poblamiento (*nivel de confianza alto*).

La actividad financiera, bancaria y aseguradora puede verse afectada a largo plazo debido a los costes de la compensación de daños y perjuicios por el deterioro de activos a los asegurados o financiados. No obstante, sus dinámicas tienen una escala global y afectada por la regulación y los procesos a escala europea y nacional y, además, estas actividades se verán también afectadas por otros factores no climáticos, como el marco regulatorio, las transformaciones tecnológicas o las relacionadas con la reputación o la imagen de marca de las compañías (*nivel de confianza alto*).

Además, la vulnerabilidad del sector se reduce considerablemente considerando que España dispone de instrumentos muy desarrollados y bien consolidados y de carácter solidario para hacer frente a los potenciales daños provocados por los riesgos extraordinarios (*nivel de confianza alto*).

Servicios públicos.

La gobernabilidad es una de las esferas claves de prevención y adaptación de las sociedades al cambio climático ya que, a pesar de los cambios, se debe asegurar la conservación de los bienes

públicos medioambientales y la equidad en el acceso a los servicios públicos (*nivel de confianza alto*).

En el marco de las competencias del Principado de Asturias en materia conservación de la biodiversidad y el patrimonio natural, es previsible un aumento de las necesidades de monitorización de fauna y flora, de los espacios naturales protegidos y un refuerzo de los programas de conservación de la biodiversidad biológica (*nivel de confianza alto*).

Es posible que, como consecuencia de los efectos en el cambio climático, en un futuro puedan aparecer problemas en el tratamiento del agua y de los residuos que podrían requerir de medidas correctoras o preventivas que impliquen modificaciones en los procesos protocolos de recogida almacenamiento y tratamiento o la realización de controles suplementarios a los que ya se realizan de forma habitual (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

En materia de abastecimiento la mayor vulnerabilidad se puede dar en pequeñas localidades en el medio rural con sistemas de abastecimiento locales dependientes de recursos propios y que carecen de fuentes alternativas y conexión a otros sistemas (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

En una región fuertemente envejecida y en la que no hay hábito de convivencia con temperaturas cálidas ni se cuenta con una cultura social de resiliencia al calor, puede ser necesario hacer un importante esfuerzo para la adaptación de los equipamientos que dotan a la región de una amplia capacidad asistencial, sanitaria y educativa (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

Por otra parte, dependiendo de la localización, los edificios e instalaciones que acogen los servicios públicos también se podrán ver afectados por el impacto generado por los eventos extremos y su mayor frecuencia (*nivel de confianza alto*).

A todo ello hay que añadir el efecto que sobre los servicios públicos tendrán otros procesos no vinculados al cambio climático y que limitan su capacidad de acción, como es la creciente limitación de los recursos públicos disponibles por el aumento del endeudamiento, las tasas de envejecimiento e interinidad en ciertos ámbitos de la esfera pública, y la necesidad de modernización y digitalización de las administraciones y el sector público empresarial (*nivel de confianza alto, incertidumbre asociada*).

Turismo.

Los efectos del cambio climático no afectarán de igual forma a las distintas modalidades de turismo y cada una de ellas afrontará diferentes tipos de impactos y retos de adaptación (*nivel de confianza alto*).

En el caso del turismo de costa la erosión, el aumento del nivel y las inundaciones permanentes puede causar la reducción de la capacidad física de carga de las playas y daños en las infraestructuras costeras y, por tanto, una merma de los servicios recreativos (*nivel de confianza alto*).

Para el turismo de naturaleza el cambio climático podría alterar el valor natural de algunos espacios por la degradación debida, por ejemplo, a incendios forestales severos o a los cambios en la distribución o incluso desaparición de especies vegetales y animales, lo que afectaría al atractivo de estos espacios para acoger actividades lúdicas y recreativas que se realizan en estos espacios (*nivel de confianza alto*).

El incremento de las temperaturas, los cambios en los patrones de precipitación y la disminución de las precipitaciones nivales supondrán una disminución la duración de la temporada de esquí y

supondrán una limitación importante para la sostenibilidad ecológica, económica y social, generando un importante impacto para la viabilidad económica y la capacidad de servicio de las estaciones de montaña para la práctica de actividades invernales, en particular para aquellas situadas en cotas de altitud más moderadas como las asturianas (*nivel de confianza alto*).

Conforme a los resultados de las proyecciones del cambio, cabe destacar que las zonas costeras del norte (Cantabria, Asturias, País Vasco, Galicia o norte de Cataluña) podrían ver aumentado su turismo de sol y playa y de naturaleza (*nivel de confianza alto*).

En el caso de Asturias el aumento de las temperaturas se puede traducir en un mayor número de días cálidos, con sensación térmica favorable para el desarrollo de actividades de ocio y recreo al aire libre, particularmente en las áreas litorales, en las que se proyecta un incremento de hasta un 30% en el número de jornadas idóneas a final de siglo, mientras que el interior de la región los cambios serían de menor envergadura, aunque se prevé un incremento de la temporada con idoneidad para la desarrollo de actividades al aire libre (*nivel de confianza medio*).

La vulnerabilidad ante el cambio climático de los ecosistemas de las zonas de montaña, situadas en sus límites ecológicos o geográficos, unido al potencial impacto sobre los valores naturales y paisajísticos por otros fenómenos como los incendios forestales, pueden afectar a medio y largo plazo al desarrollo de las actividades turísticas y recreativas que se desarrollan en estos ámbitos (*nivel de confianza alto*).

La mayor recurrencia de episodios de olas de calor en la España mediterránea e interior, podría constituir un factor que favorezca la presencia de turistas en el territorio asturiano procedentes de regiones más cálidas atraídos por las temperaturas más suaves (*nivel de confianza medio*).

Los cambios climáticos podrían prolongar la temporada de diversas modalidades turísticas y el desarrollo de un mayor número de modalidades en Asturias, con ello, la desestacionalización y diversificación del sector, incrementando las opciones de viajes de corta duración (*nivel de confianza medio*).

En cuanto al turismo cultural, la benignidad de las condiciones meteorológicas podría reforzar la actual tendencia al incremento del turismo cultural vinculado a la visita de ciudades, pueblos y lugares, aunque no se dispone de datos que lo confirmen (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

Aunque la capacidad potencial de la región para acoger nuevos visitantes es alta, podrían incrementarse los procesos de masificación asociados a la utilización recreativa de algunos recursos en ciertos periodos, como ya se está detectando en algunos puntos de la región (playas, Sella, Picos de Europa, etc.) lo que obligaría reforzar las medidas de regulación y ordenación de estas actividades y adoptar otras nuevas (*nivel de confianza alto*).

Los cambios y la evolución de la inestabilidad y variabilidad meteorológica que caracteriza actualmente el clima de la región determinarán el grado de incertidumbre en la planificación de viajes y condiciona la estancia de los visitantes en la región (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

La evolución de la actividad turística y las necesidades de adaptación no sólo dependen de los efectos directos del cambio climático, sino también de factores y procesos socioeconómicos que superan el ámbito regional, así como de las acciones de promoción y comunicación que se desarrollen para atraer a los potenciales visitantes (*nivel de confianza alto*).

Movilidad y transporte.

En el caso de Asturias, a excepción de los puertos regionales, se han realizado pocos estudios sobre el impacto de los efectos del cambio climático en las infraestructuras y el sistema de transporte regionales o sobre su posible evolución en los diferentes escenarios del cambio climático (*incertidumbre asociada*).

Actualmente, la climatología regional incide muy desfavorablemente en el estado y costes de conservación de la red, teniendo que asignar importantes recursos a problemas de desestabilización de taludes y laderas y a obras de drenaje, así como a labores de vialidad invernal (*nivel de confianza alto*).

Los impactos sobre las infraestructuras del transporte se incrementarán en las próximas décadas y los efectos de la mayor frecuencia de eventos extremos asociados a los efectos del cambio climático (temperaturas extremas, tormentas y vientos, precipitaciones torrenciales, avenidas extraordinarias, etc.) podrían provocar el deterioro, la pérdida temporal o permanente de infraestructuras, interrupciones en el servicio, cambios en la operatividad, en el mantenimiento o en los criterios de diseño de infraestructuras de transporte, y acentuar su envejecimiento (*nivel de confianza alto*).

Los argayos o deslizamientos del terreno, uno de los fenómenos con mayor afección a las infraestructuras viarias regionales, podrían verse favorecidos por los cambios en los patrones de las precipitaciones provocados por el cambio climático y el incremento en la frecuencia de fenómenos de lluvias intensas. Sin embargo, para una buena adaptación es necesario mejorar el conocimiento en esta materia mediante una evaluación del riesgo (*nivel de confianza alto, incertidumbre asociada*).

Por lo que refiere a los puertos regionales, la subida del nivel del mar reducirá la excepcionalidad de los eventos extremos de caudal haciéndolos mucho más frecuentes, afectando a la seguridad funcional de la infraestructura portuaria, creando inseguridad y peligro para vehículos y peatones y llegando, en algunos casos, a provocar posibles daños estructurales durante los eventos más intensos (*nivel de confianza alto*).

La adaptación de las infraestructuras de transporte en servicio resulta complicada y, por lo general, costosa, ya que, en ocasiones, la vida útil de muchos de sus componentes superará el horizonte temporal de 2050 y, en algunos casos, incluso el de 2100 (*nivel de confianza alto*).

Resulta imprescindible que las características de diseño de las nuevas infraestructuras y en las de las modificaciones de las ya construidas se tengan en cuenta las condiciones climáticas esperadas en los horizontes temporales analizados para los distintos escenarios analizados (*nivel de confianza alto*).

El cambio de modelo de transporte y la movilidad tendrá implicaciones que afectan a gran parte de la población y las actividades económicas que, en el caso de no tomarse medidas, pueden ser relevante para los colectivos sociales más vulnerables, autónomos y PYMES (*nivel de confianza alto, incertidumbre asociada*).

El cambio de modelo de movilidad también generará cobeneficios en otros ámbitos ya que supondrá una reducción significativa de las emisiones de gases y partículas y, por tanto, de la contaminación atmosférica, lo que tendrá efectos positivos en la salud y la calidad de vida de los ciudadanos, en particular para los habitantes de las zonas urbanas (*nivel de confianza alto*).

La transformación del modelo de transporte y movilidad ofrece algunas oportunidades para la economía asturiana, tanto en materia de investigación y desarrollo como para la aparición de

nuevas actividades económicas o la transformación de las existentes (*nivel de confianza alto, incertidumbre asociada*)

Poblamiento.

A pesar de que la incertidumbre sobre los impactos climáticos es muy alta cuando nos referimos a territorios específicos, y especialmente cuando se habla de la escala local, es evidente que los asentamientos de población, en particular los urbanos, son puntos críticos de vulnerabilidad (*nivel de confianza alto*).

Los estudios de caracterización y cuantificación de los impactos del cambio climático en el poblamiento están muy extendidos en las ciudades de medio y gran tamaño, pero hay pocas referencias a las afecciones de otros elementos de sistema como las pequeñas ciudades o los asentamientos rurales (*incertidumbre asociada*).

Las alteraciones provocadas por el cambio climático tendrán un efecto negativo sobre el poblamiento debido al aumento de las temperaturas, la disminución de las precipitaciones, la elevación del nivel medio del mar y la mayor frecuencia de fenómenos climatológicos extremos: precipitaciones intensas, inundaciones, temporales, olas de calor, etc. (*nivel de confianza alto*).

En el caso de las ciudades, la adaptación resulta una estrategia imprescindible para la lucha contra el cambio climático, por lo que la planificación debe jugar un papel primordial y las inversiones en resiliencia urbana serán fundamentales para hacer frente a los efectos del cambio climático (*nivel de confianza alto*).

Además de los factores climáticos, el modelo territorial de cada región y su evolución a lo largo del tiempo pueden actuar como intensificadores de los impactos de los efectos del cambio climático sobre las áreas urbanas, y sobre el poblamiento en general (*nivel de confianza alto*). Se incluyen aquí aspectos como la organización del sistema urbano, los desequilibrios provocados por la existencia de ciudades o comarcas en declive, los efectos de procesos de periurbanización o difusión del fenómeno urbano, el sistema de poblamiento rural y sus dinámicas de despoblación.

También entre los factores no climáticos que pueden actuar como intensificadores de los impactos se encuentran algunas características propias de cada ciudad como la distribución de los usos del suelo o el propio diseño urbano: densidad, morfología, orientación, pavimentación, etc. (*nivel de confianza alto*).

Otro de los factores determinantes para valorar adecuadamente la magnitud de los potenciales impactos del cambio climático sobre los asentamientos de población es su componente sociodemográfico que determina la capacidad de adaptación, e incluso, podría incrementar las actuales desigualdades de grupos marginales y minorías normalmente concentradas en el espacio urbano (*nivel de confianza alto*).

El sistema territorial y de poblamiento asturiano presenta algunas particularidades que pueden acentuar la vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático y condicionar el desarrollo de las medidas de adaptación (*nivel de confianza alto*). Entre estas características cabe destacar que: el 81% de las 6 159 entidades singulares de población habitadas tiene 50 o menos habitantes, en las que residen el 7.3% de los habitantes de la región; la comunidad ha experimentado un proceso de despoblamiento, muy intenso en las zonas eminentemente rurales, lo que ha provocado que en 2020 se contabilizasen casi 800 entidades deshabitadas lo que representa aproximadamente el 11.5% del total de entidades singulares de población censadas en Asturias; el despoblamiento ha traído aparejado el envejecimiento de la población, la bajada de natalidad, la reducción del relevo generacional y la reducción de medios de vida y de puestos y oportunidades de trabajo; el 51% de

la población regional se concentra en las tres ciudades que superan los 50 000 habitantes (Gijón, Oviedo y Avilés).

La evolución del sistema territorial del área central ha venido acompañada de la aparición varios fenómenos (procesos de conurbación, periurbanización y difusión urbana, aparición del fenómeno de las ciudades en declive especialmente intenso en las ciudades de Langreo y Mieres) que deberán ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar y desarrollar las políticas regionales de adaptación al cambio climático (*nivel de confianza alto*).

Los desequilibrios territoriales en las dinámicas demográficas y en las características del sistema de poblamiento regional se traducen en una merma significativa de la capacidad de muchas de las administraciones locales para la prestación de servicios públicos y, por tanto, en la capacidad para abordar por sí solas las políticas de adaptación al cambio climático (*nivel de confianza alto*).

Las inundaciones y los eventos extremos costeros tendrán un importante impacto sobre los asentamientos y la población del litoral asturiano, pudiendo llegar afectar al el 7.5% de la población asturiana en el peor de los escenarios (*nivel de confianza alto*). En este sentido cabe destacar que, según algunos estudios, Gijón se encontraría entre las 10 ciudades españolas con un mayor riesgo de inundación costera.

La reducción de los recursos hídricos podría generar un impacto en fuentes y manantiales dependientes de las aguas subterráneas, lo que a su vez podría provocar problemas de suministro en el abastecimiento de algunas poblaciones asturianas, en particular las rurales, dependientes de recursos locales de esta naturaleza, aspecto este en el que es necesario mejorar el conocimiento (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

La exposición ante las inundaciones fluviales y fluviomarianas de la región es alta al estar presentes en la mayor parte de los tramos inundables núcleos urbanos relativamente importantes (*nivel de confianza alto*).

Las tendencias y pronósticos de agravamiento de eventos tormentosos hacen prever que, a medio plazo, continúe aumentando la frecuencia e intensidad de las inundaciones torrenciales, incrementando el riego de la población ante las inundaciones torrenciales y los deslizamientos de ladera, aunque, para determinar la magnitud potencial sería necesario desarrollar y actualizar los estudios al respecto (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

La vulnerabilidad y el riesgo sobre el poblamiento ante las inundaciones podrían verse atenuados gracias a los análisis e instrumentos de planificación estatales disponibles, como el Plan hidrológico y el Plan de gestión del riesgo de inundación de la DHC Occidental, y la planificación autonómica en materia de protección civil (*nivel de confianza alto*). Sin embargo, para minimizar el riesgo es necesario desarrollar acciones de reordenación de usos y de preparación de la población situada en las zonas inundables (*nivel de confianza alto*).

El incremento de la probabilidad de ocurrencia de grandes incendios de alta intensidad en la región amplificará los impactos sobre el medio y la población, aspecto este último especialmente preocupante en una región con más de 6 000 entidades de población y un complejo interfaz urbano-agrario-forestal, constituyendo una de las principales amenazas para los asentamientos rurales asturianos (*nivel de confianza alto*). Sin embargo, tan solo se disponen de aproximaciones de carácter general que no permiten evaluar con precisión la magnitud del riesgo (*incertidumbre asociada*).

La vulnerabilidad y el riesgo derivado de los incendios forestales para el poblamiento podrían verse atenuados gracias a la aplicación y el desarrollo de la Estrategia Integral de Prevención y Lucha

contra los Incendios Forestales en Asturias 2020-2025, instrumento en la que la mayor parte de las medidas contempladas se podrían considerar dentro del ámbito de la adaptación a los efectos del cambio climático, en particular las de prevención, concienciación, extinción y preparación (*nivel de confianza alto*).

La población de los núcleos urbanos se presenta especialmente vulnerable a los efectos sobre la salud relacionados con el calor y la contaminación, así como aumento en la demanda de energía de refrigeración para mantener un confort térmico en viviendas y edificios. Las particularidades del desarrollo del modelo territorial del área metropolitana asturiana, en particular la ocupación del espacio periurbano, han provocado que el efecto isla de calor, además de producirse en las aglomeraciones urbanas se extienda, con mayor o menor grado de intensidad, a una parte del espacio del área central (*nivel de confianza alto*).

A priori, las edificaciones residenciales de la región deberían están mucho mejor preparadas para el frío que para calor, aunque resulta muy difícil valorar las necesidades de adaptación al cambio climático (*nivel de confianza alto, incertidumbre asociada*).

Es previsible que se deban impulsar medidas de adaptación a la movilidad urbana y metropolitana que acompañen a las medidas de mitigación, de forma que se garantice la igualdad en la accesibilidad y se asegure el nivel de servicio (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

El desarrollo normativo y de planificación en materia adaptación al cambio climático hará necesaria la actualización de planes de ordenación urbana y la planificación municipal incluyendo criterios de sostenibilidad, resiliencia y adaptación al cambio climático, medida que, por otra parte, aparece como la más común en los planes municipales de adaptación que se están elaborando en España. Sin embargo, dada la relevancia de los procesos de revisión del planeamiento urbanístico, sería conveniente realizar un análisis detallado de las previsiones de los mismos para determinar el alcance en cada caso (*nivel de confianza medio, incertidumbre asociada*).

3.3. Matriz de valoración preliminar del riesgo.

LEYENDA

- ● Riesgo seguro
- ○ Riesgo probable
- ¿? Riesgo desconocido o incierto

	IMPULSORES DE CAMBIO / IMPACTO	MEDIO, BIODIVERSIDAD Y ECOSISTEMAS				SISTEMAS SOCIOECONÓMICOS										
		Medio marino	Sistemas costeros	Recursos hídricos y ecosistemas acuáticos continentales	Ecosistemas terrestres	Población	Pesca y acuicultura	Agricultura	Ganadería	Silvicultura	Energía e industria	Comercio y servicios.	Servicios públicos	Turismo	Transporte y movilidad	Poblamiento
NO CLIMÁTICOS	Cambios usos del suelo		●	●	●	○	○	●	●	●				○	●	●
	Contaminación	●	●	●	○	●	○						○	○		●
	Sobre-explotación de los recursos	●	●	●	○		●			○				○		
	Especies invasoras	○	●	●	○	○	¿?	¿?		¿?				○		¿?
	Plagas/patógenos/enfermedades	¿?			●	○	¿?	●	○	●			○			○
	Incendios forestales			○	●	●		○	●	●	○	○	○	●	○	●
	Otros	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO	Modificación de la circulación de las aguas, estratificación y corrientes	○	○	○			●									
	Cambios en la dinámica de las mareas y el oleaje		●				○								○	
	Aumento del nivel medio del mar		●	¿?			○				○	●	●	●	○	●
	Inundaciones costeras		●	¿?			○				●	●	●	●	●	●
	Eventos extremos costeros (temporales)		●				○				●	●	●	●	●	●
	Cambios físico-químicos	●	●	¿?	●		○	¿?	○	○						
	Modificación de la concentración de CO_2	¿?	¿?		●	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?						
	Incremento de la temperatura	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○
	Olas de calor			○	○	●		●	●	●	●		●	○	○	●
	Cambios en el régimen de pluviosidad		●	●	●	○	○	○	○	●	●	○	○	¿?		●
	Inundaciones fluviomarinas			●		●		●	¿?		●	●	●	¿?	●	●
	Inundaciones torrenciales			○	●	●		●	¿?		○	●	●	¿?	●	●
	Movimientos de ladera / erosión		○	○	○	●		○	○	○	○	○	○	¿?	●	●
	Cambios en el régimen de aportes(1)		●	○	●		¿?	¿?	¿?	¿?	○			○	¿?	○
	Cambios en el régimen nival			○	¿?				¿?		●			●		
	Cambios en los regímenes de vientos	¿?	¿?		¿?	¿?	¿?			●	●			¿?		
	Eventos meteorológicos extremos (tormentas y borrascas)				○					●	●	●	●	●	●	●
	Incremento de la radiación solar disponible	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?	¿?			¿?		¿?

(1) movilización de sedimentos, caudales fluviales, recargas de agua dulce, depósito de materia orgánica, aporte de nutrientes, etc.

Bibliografía consultada

ADIF. 2020. *Metodología para el análisis del riesgo y adaptación a los efectos del cambio climático. NAG 4-0-0.0*. Administrador de Infraestructuras Ferroviarias.

AEMET. 2010. *Informe sobre las precipitaciones del 8 al 16 de junio en la cornisa cantábrica*.

AEMET. 2020. *Listado de provincias afectadas por las Olas de frío registradas desde 1975*.

AEMET. 2021. *Listado de provincias afectadas por las Olas de calor registradas desde 1975*. Madrid.

Anadón Álvarez, Ricardo y Nieves Roqueñí Gutiérrez, eds. 2009. *Evidencias y efectos potenciales del cambio climático en Asturias*. Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras. Viceconsejería de Medio Ambiente, Oficina para la Sosteniblilidad, Cambio Climático y la Participación. Gobierno del Principado de Asturias.

Anadón Álvarez, Ricardo y Nieves Roqueñí Gutiérrez, eds. 2019. *Evolución del conocimiento sobre el cambio climático en Asturias: Diez años después de CLIMAS*.

Aragón Correa, J. A., E. Cordón Pozo, B. Delgado Márquez, N. Hurtado Torres y N. OrtizMartínez de Mandojana. 2018. *Estado del arte en el ámbito de la adaptación al cambio climático en la industria de la construcción de edificios residenciales. Metodología de análisis coste beneficio*. Universidad de Granada.

Arent, D. J., R. S. J. Tol, E. Faust, J. P. Hella, S. Kumar, K. M. Strzepek, F. L. Tóth y D. Yan. 2014. «Key economic sectors and services». Pp. 659-708 en *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*, editado por C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea y L. L. White. Cambridge: Cambridge University Press.

Aubrecht, Christoph, Klaus Steinnocher, Mario Köstl, Johann Züger y Wolfgang Loibl. 2013. «Long-term spatio-temporal social vulnerability variation considering health-related climate change parameters particularly affecting elderly». *Natural Hazards* 68(3):1371-84. doi: 10.1007/s11069-012-0324-0.

Barbet-Massin, Morgane, Quentin Rome, Franck Muller, Adrien Perrard, Claire Villemant y Frédéric Jiguet. 2013. «Climate change increases the risk of invasion by the Yellow-legged hornet». *Biological Conservation* 157:4-10. doi: 10.1016/j.biocon.2012.09.015.

Bjelke, Ulf, Johanna Boberg, Jonàs Oliva, Kristina Tattersdill y Brendan G. McKie. 2016. «Dieback of riparian alder caused by the Phytophthora alni complex: projected consequences for stream ecosystems». *Freshwater Biology* 61(5):565-79. doi: 10.1111/FWB.12729.

Brasier, C. M., J. Rose y J. N. Gibbs. 1995. «An unusual Phytophthora associated with widespread alder mortality in Britain». *Plant Pathology* 44(6):999-1007. doi: 10.1111/J.1365-3059.1995.TB02658.X.

Cammalleri, C, Naumann, G, Mentaschi, L, Formetta, G, Forzieri, G, Gosling ,S, Bisselink, B, Roo, De A, Feyen, L. 2020. *Global warming and drought impacts in the EU*. Publications Office of the European Union.

Campos, Luis Miguel, Jaume Freire, Aina González y Ignasi Puig. 2016. *Costes y beneficios de la adaptación al cambio climático en el sector del turismo de nieve en España*. editado por I. Puig. Fundació ENT con el apoyo del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y la Fundación Biodiversidad.

Camus, P., A. Tomás, G. Díaz-Hernández, B. Rodríguez, C. Izaguirre y I. J. Losada. 2019. «Probabilistic assessment of port operation downtimes under climate change». *Coastal Engineering* 147:12-24. doi: 10.1016/j.coastaleng.2019.01.007.

Capdevila-argüelles, Laura, Zilleti Bernardo y Ángel Victor. 2011. *Cambio climático y especies exóticas invasoras en España. Diagnóstico preliminar y bases de conocimiento sobre impacto y vulnerabilidad.* Madrid.

Castaño-Santamaría, Javier, Carlos A. López-Sánchez, José Ramón Obeso y Marcos Barrio-Anta. 2019. «Modelling and mapping beech forest distribution and site productivity under different climate change scenarios in the Cantabrian Range (North-western Spain)». *Forest Ecology and Management* 450(117488):15. doi: 10.1016/j.foreco.2019.117488.

CCS. 2020. *Estadística de riesgos extraordinarios. Serie 1971-2019*. Madrid: Consorcio de Compensación de Seguros.

Centro de Coordinación de Alertas y Emergencias Sanitarias. 2018. *Identificación del mosquito* Aedes japonicus *en Asturias*.

CES España. 2012. *Desarrollo autonómico, competitividad y cohesión social. Medio ambiente*. Consejo Económico y Social.

Ciordia Ara, Marta, Juan Carlos García Rubio y M. Dolores Loureiro Rodríguez. 2020. «Termohidroterapia : una solución para eliminar la avispilla del castaño en púas de madera leñosa». *Tecnología Agroalimentaria. Boletín informativo del SERIDA* (23):26-32.

CMNUCC. 2015. *Acuerdo de París*. Naciones Unidas.

CMNUCC. 2019. «Decisión 9/CMA.1 Orientaciones adicionales en relación con la comunicación sobre la adaptación, presentada por ejemplo como un componente de las contribuciones determinadas a nivel nacional, a que se hace referencia en el artículo 7, párrafos 10 y 11, del». Pp. 24-27 en *Informe de la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Acuerdo de París sobre la tercera parte de su primer período de sesiones, celebrada en Katowice del 2 al 15 de diciembre de 2018. Segunda parte – Medidas adoptadas por la Co*. Naciones Unidas.

CMNUCC. 2021. «El Paquete de medidas de Katowice sobre el clima: cómo hacer que el Acuerdo de París funcione para todos.» *https://unfccc.int/es/node/193041#eq-10*. Recuperado 4 de junio de 2021 (https://unfccc.int/es/node/193041#eq-10).

COACCH. 2019. *The Economic Cost of Climate Change in Europe: Synthesis Report on Interim Results. Policy brief by the COACCH project*. editado por P. Watkiss, J. Troeltzsch, K. McGlade y M. Watkiss. COACCH poject: CO-designing the Assessment of Climate CHange costs.

Comisión Europea. 2013a. *COM(2013) 216 final. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: Estrategia de adaptación al cambio climático de la UE*.

Comisión Europea. 2013b. *COM(2013) 913 final. A concept to for Sustainable Urban Mobility Plans. Annex to the Communication from the Commission to European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Together towards competitive an*.

Comisión Europea. 2015. *COM(2015) 80 final. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo, al Comité de las Regiones y al Banco Europeo de Inversiones: Estrategia Marco para una Unión de la Energía resiliente con una política*. Comisión Europea.

Comisión Europea. 2019. *COM(2019) 640 final. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: Pacto Verde Europeo.* Comisión Europea.

Comisión Europea. 2020. *COM(2020) 80 final. Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establece el marco para lograr la neutralidad climática y se modifica el Reglamento (UE) 2018/1999 («Ley del Clima Europea»)*. Comisión Europea.

Comisión Europea. 2021. *COM(2021) 82 final. Forjar una Europa resiliente al cambio climático — La nueva estrategia de adaptación al cambio climático de la UE*. Bruselas: Comisión Europea.

Comisión Europea. s. f. «Acuerdo de París: Acción por el Clima». *https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_es*. Recuperado 4 de junio de 2021 (https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_es).

Comisión Mixta para evaluar el Impacto de la Transición Energética en Asturias. 2019. *Documento ejecutivo. Situación actual, previsiones y recomendaciones*.

Comité Asesor de Fondos Europeos. 2021. *Mapa de estrategias del Principado de Asturias*.

Confederación Hidrográfica del Cantábrico. 2018. *Plan especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía. Memoria. Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental*. Confederación Hidrográfica del Cantábrico.

Confederación Hidrográfica del Cantábrico. 2021a. «ANEJO III: Usos y demandas». P. 102 en *ropuesta de proyecto de Plan hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental (Revisión para el tercer ciclo 2022-2027)*. Confederación Hidrográfica del Cantábrico.

Confederación Hidrográfica del Cantábrico. 2021b. *Revisión y actualización del plan de gestión del riesgo de inundación (PGRI 2º ciclo) de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental. Texto consulta pública*. Confederación Hidrográfica del Cantábrico.

Confederación Hidrográfica del Cantábrico. 2021c. «Riesgos asociados al cambio climático y adaptación». P. 40 en *Propuesta de proyecto de Plan hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental (Revisión para el tercer ciclo 2022-2027)*. Confederación Hidrográfica del Cantábrico.

Dapena de la Fuente, Enrique y Alfonso Fernández-Ceballos. 2007. «Estudio del cambio climático y sus implicaciones en el cultivo del manzano en Asturias». *Boletín informativo del SERIDA* (4):18-24.

Le Den, Xavier, Matilda Persson, Audrey Benoist, Paul Hudson, Marleen de Ruiter y Lars T. de Ruig. 2017. *Insurance of Weather and climate-related disaster risk: Inventory and analysis of mechanisms to support damage prevention in the EU*.

Díaz Jiménez, Julio, Rocío Carmona Alférez y Cristina Linares Gil. 2015. *Temperaturas umbrales de disparo de la mortalidad atribuible al calor en España en el periodo 2000-2009*. editado por Instituto de Salud Carlos III.

Diputación Foral de Guipúzcoa. 2020. *Informe de impacto y vulnerabilidad al cambio climático en Guipúzcoa*. Naturklima - Fundación de Cambio Climático de Guipúzcoa.

Domínguez-Cuesta, María José, Andrea Ferrer Serrano, Laura Rodríguez-Rodríguez, Carlos López-Fernández y Montserrat Jiménez-Sánchez. 2020. «Análisis del retroceso de la costa cantábrica en el entorno del Cabo Peñas (Asturias, N España)». *GEOGACETA* 68:63-66.

EEA. 2017. *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016: An indicator-based report*. editado por H.-M. Füssel, A. Marx y M. Hildén. Publications Office of the European Union.

ERA. 2020. *Memoria de actividades 2019 del Organismo Autónomo Establecimientos Residenciales para Ancianos de Asturias*. Gobierno del Principado de Asturias.

España. 2021a. «Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética». *Boletín Oficial del Estado* (121):62009-52.

España. 2021b. «Resolución de 25 de marzo de 2021, conjunta de la Dirección General de Política Energética y Minas y de la Oficina Española de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 16 de marzo de 2021, por el que se adopta la vers». *Boletín Oficial del Estado* (77):Sec. III. Pág. 36796-37220.

Espí Felgueroso, Alberto y Ana Del Cerro Arrieta. 2016. «Enfermedad de Lyme en Asturias: ¿qué podemos aportar desde el SERIDA?» *Tecnología agroalimentaria. Boletín informativo del SERIDA* (17):41-45.

European Anti Poverty Network Asturias. 2020. *El estado de la pobreza en Asturias y España: X informe de seguimiento del indicador de riesgo de pobreza y exclusión social (2008 – 2019)*. European Anti Poverty Network Asturias.

FAEN. 2019. *Energía en Asturias 2018*.

FEMP. 2015. *Medidas para la mitigación y la adaptación al cambio climático en el planeamiento urbano. Guía metodológica*. Federación Española de Municipios y Provincias.

Ferreira, Juan José, Ester Murube Torcida y Ana Campa Negrillo. 2018. «El cultivo de la faba asturiana frente el cambio climático : adaptación de la fecha de siembra». *Boletín informativo del SERIDA* (21):25-29.

Fisher, Matthew C., Daniel. A. Henk, Cheryl J. Briggs, John S. Brownstein, Lawrence C. Madoff, Sarah L. McCraw y Sarah J. Gurr. 2012. «Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health». *Nature 2012 484:7393* 484(7393):186-94. doi: 10.1038/nature10947.

García Díez, C. y J. Remiro Perlado. 2014. *Del cambio climático sobre la acuicultura en España*. Ministerio de Agricultura.

Gobierno de Aragón. 2017. *Estudio y análisis sobre el estado del conocimiento de los efectos del cambio climático en los dominios esquiables y las medidas adoptadas en alguna de las estaciones de esquí de Aragón. Documeto 4: Resumen operativo*. Gobierno de Aragón.

Gobierno del Principado de Asturias. 2014. *Plan Estratégico de Residuos 2014-2024*. Consejería de Fomento, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Gobierno del Principado de Asturias.

Gobierno del Principado de Asturias. 2015. *Plan Director de Infraestructuras para la Movilidad de Asturias 2015-2030*. Gobierno del Principado de Asturias.

Gobierno del Principado de Asturias. 2016. *Plan territorial especial para la estrategia integrada de gestión portuaria litoral del Principado de Asturias*. Gobierno del Principado de Asturias.

Gobierno del Principado de Asturias. 2019. *Plan de Asturias de Salud y Medio Ambiente*.

Gobierno del Principado de Asturias. 2020. *Estrategia integral de prevención y lucha contra los incendios forestales en Asturias (2020-2025)*. Gobierno del Principado de Asturias.

Gobierno del Principado de Asturias. 2021a. *Borrador del Plan de Adaptación al Cambio Climático de los Puertos Autonómicos del Principado de Asturias. Documento inicial estratégico.* Gobierno del Principado de Asturias.

Gobierno del Principado de Asturias. 2021b. *Estrategia de transición energética justa de Asturias (Borrador)*. Gobierno del Principado de Asturias.

Gobierno del Principado de Asturias. 2021c. *Estrategia Industrial Asturias 2030*. Gobierno del Principado de Asturias.

Gobierno del Principado de Asturias. 2021d. *Estrategia para la rehabilitación energética de edificios en Asturias*. Gobierno del Principado de Asturias.

Gobierno del Principado de Asturias. 2021e. *Plan Director de Abastecimiento de Aguas del Principado de Asturias 2020–2030 : Versión inicial*. Gobierno del Principado de Asturias.

Gómez Royuela, Mónica. 2016. *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector turístico*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

González Rodríguez, G., E. Fernández Iglesias y V. Moro García. 2021. «Flood frequency analysis in the Nalón River based on Bootstrap method». en *International Conference CMStatistics 2021*.

González Taboada, Fernando y Ricardo Anadón Álvarez. 2011. *Análisis de Escenarios de Cambio Climático en Asturias*. editado por N. Roqueñí Gutiérrez y P. Orviz Ibáñez. Gobierno del Principado de Asturias.

Gutiérrez, J., Sixto Herrera García, D. San-Martín, C. Sordo, J. Rodríguez, Manuel Frochoso, R. Ancell, Antonio Cofiño, M. Pons y M. Rodríguez. 2010. *Escenarios Regionales Probabilísticos de Cambio Climático en Cantabria: Termopluviometría*.

Herrera, Pedro M., ed. 2020. *Ganadería extensiva y población*. Fundación Entretantos y Plataforma por la Ganadería Extensiva y el Pastoralismo.

Herrero, Asier y Miguel A. Zavala, eds. 2015a. *Los bosques y la biodiversidad frente al cambio climático: Impactos, vulnerabilidad y adaptación en España*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Herrero, Asier y Miguel A. Zavala, eds. 2015b. *Los bosques y la biodiversidad frente al cambio climático: Impactos, vulnerabilidad y adaptación en España*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Horreo, Jose L., Andrew M. Griffiths, Gonzalo Machado-Schiaffino, Jamie R. Stevens y Eva Garcia-Vazquez. 2019. «Northern areas as refugia for temperate species under current climate warming: Atlantic salmon (Salmo salar L.) as a model in northern Europe». *Journal of Fish Biology* 95(1):304-10. doi: 10.1111/jfb.13825.

IHCantabria. 2018. «Subida del nivel del mar en futuros escenarios de cambio climático en estuarios cantábricos». P. 36 en *MARES: Elaboración de mapas de riesgo de los sistemas naturales frente al cambio climático en los estuarios cantábricos*. Santander.

IHCantabria. 2020. *Evolución de la distribución potencial de gelidium corneum en las costas atlánticas españolas*. IHCantabria.

INDUROT - Universidad de Oviedo. 2003. *Creación de un sistema de información de las zonas inundables y de avenida torrencial del Principado de Asturias. Inédito*. editado por J. Marquínez, R. Mnéndez, E. Fernández Iglesisas y A. Colina Vuelta.

INDUROT - Universidad de Oviedo. 2010. *Información preliminar para la elaboración de planes de gestión del riesgo de inundación de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico. Inédito*. editado por M. Á. Álvarez García, A. Colubi Cervero, E. Fernández-Iglesias y L. García de la Fuente.

INDUROT - Universidad de Oviedo. 2011. *Actualización y mejora del sistema de información de zonas inundables de Asturias. Inédito*. editado por M. A. Álvarez García, R. A. Menéndez Duarte y A. Colina Vuelta.

Instituto para la Transición Justa. 2020. *Estrategia de Transición Justa*. Instituto para la Transición Justa, O.A.

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*. editado por C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea y L. L. White. Cambridge University Press.

IPCC. 2019. *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 i*. editado por V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. Robin Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, A. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield. Intergovernmental Panel on Climate Change.

Jactel, Hervé, Julia Koricheva y Bastien Castagneyrol. 2019. «Responses of forest insect pests to climate change: not so simple». *Current Opinion in Insect Science* 35:103-8. doi: 10.1016/J.COIS.2019.07.010.

de la Cruz Leiva, José Luis y Manuel Riera Díaz. 2020. *Estudio cuantitativo/cualitativo sobre vulnerabilidad en el empleo de la transición ecológica y análisis de nichos de empleo derivados de la adaptación al cambio climático*. Secretaría de Salud Laboral y Medio Ambiente UGT-CEC.

Landeras Rodríguez, E., A. González Narganes, M. Braña Argüelles y A. J. González Fernández. 2017. «Pseudocercospora griseola en cultivos de faba en Asturias. "Mancha angular"». 17.

López-Rojo, Naiara, Aingeru Martínez, Javier Pérez, Ana Basaguren, Jesús Pozo y Luz Boyero. 2018. «Leaf traits drive plant diversity effects on litter decomposition and FPOM production in streams». *PLOS ONE* 13(5):e0198243. doi: 10.1371/JOURNAL.PONE.0198243.

López-Sánchez, Carlos A., Fernando Castedo-Dorado, Asunción Cámara-Obregón y Marcos Barrio-Anta. 2021. «Distribution of Eucalyptus globulus Labill. in northern Spain: Contemporary cover, suitable habitat and potential expansion under climate change». *Forest Ecology and Management* 481:118723. doi: 10.1016/j.foreco.2020.118723.

Losada Rodríguez, Íñigo J., Cristina Izaguirre Lasa y Pedro Díaz-Simal. 2014. *Cambio climático en la costa española.* Madrid.

Losada Rodríguez, Íñigo J. y Alexandra Toimil Silva. 2016. «Anexo VII. Estudio inicial sobre el impacto del cambio climático en los puertos del principado de Asturias.» en *Plan territorial especial para la estrategia integrada de gestión portuaria litoral del Principado de Asturias.* Gobierno del Principado de Asturias.

Losada Rodríguez, Íñigo J., Alexandra Toimil Silva y Pedro Díaz-Simal. 2016a. *Asistencia técnica a la elaboración de un estudio sobre la adaptación al cambio climático de la costa del Principado de Asturias. Actividad 2: Evaluación De Impactos y Riesgos*. IHCantabria.

Losada Rodríguez, Íñigo J., Alexandra Toimil Silva y Pedro Díaz-Simal. 2016b. *Asistencia técnica a la elaboración de un estudio sobre la adaptación al cambio climático de la costa del Principado de Asturias. Actividad 3: Estrategia de adaptación*. IHCantabria.

Maceda-Veiga, Alberto. 2013. «Towards the conservation of freshwater fish: Iberian Rivers as an example of threats and management practices». *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 23(1):1-22.

MAGRAMA. 2015. *Estrategia de gestión, control y posible erradicación del avispón asiático o avispa negra (Vespa velutina ssp. nigrithorax) en España*.

Le Marchand, M., T. Hattab, N. Niquil, C. Albouy, F. Le Loc'h y F. Ben Rais Lasram. 2020. «Climate change in the Bay of Biscay: Changes in spatial biodiversity patterns could be driven by the arrivals of southern species». *Marine Ecology Progress Series* 647:17-31. doi: 10.3354/meps13401.

Markkanen, Sanna y Annela Anger-Kraavi. 2019. «Social impacts of climate change mitigation policies and their implications for inequality». *Climate Policy* 19(7):827-44. doi: 10.1080/14693062.2019.1596873.

Méndez García, Benjamín y Marcos Ortega Montequín. 2017. «Ciudad difusa y territorio: El caso del área central asturiana». *Ciudades* 16(1):131-44. doi: 10.24197/ciudades.16.2013.131-144.

Mendizabal, Maddalen, Roberto Moncho, Guillem Chust y Peter Torp. 2010. «Modelling hydrological responses of Nerbioi River Basin to Climate Change». *Geophisical Research Abstracts* 12.

Mendo, Jaime. 2020. «Recursos pesqueros». Pp. 291-346 en *Adaptación frente a los riesgos del cambio climático en los países iberoamericanos – Informe RIOCCADAPT*, editado por J. M. Moreno, C. Laguna-Defior, E. Barros, V. Calvo Buendía, J. A. Marengo y U. Oswald Spring. Madrid: McGraw-Hill.

Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente. 2016. *Cambio Climático : Informe de síntesis, guía resumida del quinto informe de evaluación del IPCC*.

Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. 2020. «Plan de Digitalización de las Administraciones Públicas 2021-2025». 1-61.

Ministerio de Fomento. 2018. «Diagnóstico y síntesis territorial». P. 41 en *Agenda Urbana Española 2019*. Ministerio de Fomento.

Ministerio de Fomento. 2019. *Segmentación del parque residencial de viviendas en España en clústeres tipológicos*.

Ministerio de Sanidad. 2020. *Plan nacional de actuaciones preventivas de los efectos del exceso de temperaturas sobre la salud 2020*.

Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad. 2013. *Impactos del Cambio Climático en la Salud. Informes, estudios e investigación.* editado por M. Alonso Capitán y M. C. Vázquez Torres.

Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. 2016. *Plan Nacional de Preparación y Respuesta frente a Enfermedades Transmitidas por Vectores Parte I: Dengue, Chikungunya y Zika*. editado por E. Andradas Aragonés.

MITECO. 2019. *Estrategia nacional contra la pobreza energética 2019-2024*. Gobierno de España.

MITECO. 2020a. *Estrategia a largo plazo para una economía española moderna, competitiva y climáticamente neutra en 2050. Estrategia de descarbonización a largo plazo 2050.* Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

MITECO. 2020b. *Plan nacional de adaptación al cambio climático 2021-2030*. Madrid: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO).

MITECO. 2020c. *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030*. Madrid: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

MITECO. 2021a. *Informe de seguimiento del plan de gestión del riesgo de inundación de la demarcación hidrográfica del Cantábrico Occidental. Año 2020*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

MITECO. 2021b. *Marco eficaz de gestión del riesgo de catástrofes en España: La organización de la gestión del riesgo de catástrofes en España coherente con la estrategia de adaptación al cambio climático*.

Moncho, Roberto, Guillem Chust y Vicente Caselles. 2010. *Climatic study of the exponent n of the IDF curves of the Iberian Peninsula*. Vol. 12.

Moreno, Alvaro. 2010. *Turismo y Cambio Climático en España. Evaluación de la Vulnerabilidad del Turismo de interior frente a los Impactos del Cambio climático*.

Moreno Rodríguez, Jose Manuel, ed. 2016. *Los incendios forestales en España en un contexto de cambio climático: Información y Herramientas para la Adaptación (Memoria final)*.

Naciones Unidas. 1992. *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*.

Observatorio de Salud en Asturias. 2019. *Plan de Salud del Principado de Asturias 2019-2030.*

Oficina Española de Cambio Climático. 2020. *PIMA Adapta: Conocimiento y acción frente a los riesgos derivados del cambio climático*. Madrid: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Olazabal, Marta y María Ruiz de Gopegui. 2020. «¿Para qué impactos climáticos se preparan las ciudades españolas?» *Ekonomiaz* (97):212-39.

Olsson, Lennart, Maggie Opondo, Petra Tschakert, Arun Agrawal, Siri H. Eriksen, Shiming Ma, Leisa N. Perch, Sumaya A. Zakieldeen, Catherine Jampel, Eric Kissel, Valentina Mara, Andrei Marin, David Satterthwaite, Asuncion Lera St Clair, Andy Sumner, Susan Cutter, Etienne Piguet, Anna Kaijser, VR Barros, DJ Dokken, KJ Mach, Te Bilir, M. Chatterjee, KL Ebi, Yo Estrada, RC Genova, B. Girma, Es Kissel, An Levy y S. MacCracken. 2014. «Livelihoods and Poverty». Pp. 793-832 en *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*, editado por C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea y L. L. White. Cambridge: Cambridge University Press.

Ortíz de Urbina, Esther, Nebai Mesanza, Ana Aragonés, Rosa Raposo, Margarita Elvira-Recuenco, Ricard Boqué, Cheryl Patten, Jenny Aitken y Eugenia Iturritxa. 2016. «Emerging Needle Blight Diseases in Atlantic Pinus Ecosystems of Spain». *Forests* 8(1):18. doi: 10.3390/f8010018.

Pardo Buendía, Mercedes. 2007. «El impacto social del cambio climático». *Panorama social* (5):22-35.

Pardo Buendía, Mercedes y Jordi Ortega. 2018. «El impacto social del cambio climático: la metamorfosis social como ventna de oportunidad». Pp. 365-91 en *Informe España 2018*, editado por A. Blanco, A. Chueca, J. A. López-Ruiz y S. Mora. Madrid: Universidad Pontificia Comillas, Cátedra J.M. Martín Patino.

Parlamento y Consejo de la Unión Europea. 2018. «Reglamento UE 2018/1999 del 11 de diciembre de 2018 sobre la la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima y por el que se modifican los Reglamentos (CE) nº 663/2009 y (CE) nº 715/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo». *Diario Oficial de la Unión Europea* L(328):1-77.

Penteriani, Vincenzo, Alejandra Zarzo-Arias, Alís Novo-Fernández, Giulia Bombieri y Carlos A. López-Sánchez. 2019. «Responses of an endangered brown bear population to climate change based on predictable food resource and shelter alterations». *Global Change Biology* 25(3):1133-51. doi: 10.1111/gcb.14564.

Picos, J. 2020. *Análisis de impacto, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de la industria de la madera*. FSC España.

PLURIFOR. 2018. *Plan de riesgo para el gorgojo del eucalipto, Gonipterus platensis*.

Pons, M. R., D. San-Martín, S. Herrera y J. M. Gutiérrez. 2010. «Snow trends in Northern Spain: Analysis and simulation with statistical downscaling methods». *International Journal of Climatology* 30(12):1795-1806. doi: 10.1002/joc.2016.

Punzón, A., A. Serrano, F. Sánchez, F. Velasco, I. Preciado, J. M. González-Irusta y L. López-López. 2016. «Response of a temperate demersal fish community to global warming». *Journal of Marine Systems* 161(May):1-10. doi: 10.1016/j.jmarsys.2016.05.001.

Quintanilla Garriel, Eva. 2019. «Análisis y evaluación de IUF en caso de incendio en el Principado de Asturias». Trabajo fin de Master, Universidad de Oviedo.

Ramos-Guajardo, Ana Belen, Elena Fernández Iglesias y Gil Gonzalez-Rodriguez. 2020. «Observed trends in daily data and maximum hourly intensity of rainfall events in Asturias (NW Spain)». en *13th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics*.

Red Española de Ciudades por el Clima. 2019. *Sexto informe sobre políticas locales de lucha contra el cambio climático*. Madrid: Federación Española de Municipios y Provincias.

Rodríguez Suárez, Valentín, Ana Fernández Somoano y Olga Alonso Alonso. 2017. *Calidad del aire y Salud en Asturias. Informe Epidemiológico 2016*.

Roqueñí Gutiérrez, Nieves y Paz Orviz Ibáñez, eds. 2011. *Cambio climático y biodiversidad en Asturias*. Gobierno del Principado de Asturias, Oficina para la sostenibilidad, el Cambio Climático y la Participación.

Roques, Alain, Jérôme Rousselet, Mustafa Avci, Mustafa Avcı, Dimitrios N. Avtzis, Andrea Basso, Andrea Battisti, Mohamed Lahbib Ben Jamaa, Atia Bensidi, Laura Berardi, Wahiba Berretima, Manuela Branco, Gahdab Chakali, Mirza DautbašicDautbašic, Horst Delb, Moulay Ahmed El Alaoui El Fels, El Mercht, Mhamed El Mokhefi, Beat Forster, Jacques Garcia, Georgi Georgiev, Milka M. Glavendekic, Francis Goussard, Paula Halbig, Lars Henke, Rodolfo Hernan, José A. Hódar, Maja Jurc, Dietrich Klimetzek, Mathieu Laparie, Stig Larsson, Eduardo Mateus, Dinka MatoševicMatoševic, Franz Meier, Zvi Mendel, Nicolas Meurisse, Ljubodrag Mihajlovic, Plamen Mirchev, Sterja Nasceski, Cynthia Nussbaumer, Maria-Rosa Paiva, Irena Papazova, Juan Pino, Jan Podlesnik, Jean Poirot, Alex Protasov, Noureddine Rahim, Gerardo San, chez Peñ, Helena Santos, Daniel Sauvard, Axel Schopf, Mauro Simonato, Georgi Tsankov, Eiko Wagenhoff, Annie Yart, Regino Zamora, Mohamed Zamoum, Christelle A. Robinet Roques, J Rousselet, J Garcia, F Goussard, M Laparie, D Sauvard, A Yart, C. Robinet, M. Avcı Orman Fakültesi, DN Avtzis, A Basso, A Battisti, L Berardi y M Simonato. 2015. «Climate Warming and Past and Present Distribution of the Processionary

Moths (Thaumetopoea spp.) in Europe, Asia Minor and North Africa Insect biodiversity View project Focusing on Monochamus spp., insect vectors of Bursaphelenchus xylophilus (MONOCHAMUS), 2013-2016 View project Climate Warming and Past and Present Distribution of the Processionary Moths (Thaumetopoea spp.) in Europe, Asia Minor and North Africa». Pp. 81-161 en *Processionary Moths and Climate Change : An Update* , editado por A, Roques. Dordrecht: Springer.

Rubio Sánchez, A. y S. Roig Gómez. 2017. *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en los sistemas extensivos de producción ganadera en España*.

Ruiz, J. M., J. E. Guillén, A. Ramos Segura y M. M. Otero, eds. 2015. *Atlas de las praderas marinas de España*. Murcia-Alicante-Málaga: IEO, IEL, UICN.

Sánchez-España, Javier, M. Pilar Mata, Juana Vegas, Mario Morellón, Juan Antonio Rodríguez, Ángel Salazar, Iñaki Yusta, Aida Chaos, Carmen Pérez-Martínez y Ana Navas. 2017. «Anthropogenic and climatic factors enhancing hypolimnetic anoxia in a temperate mountain lake». *Journal of Hydrology* 555:832-50. doi: 10.1016/j.jhydrol.2017.10.049.

Santa Coloma, Oscar, Efrén Feliú y Maddalen Mendizabal. 2011. *Cambio Climático, impacto y adaptación en la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.

Santos-Martín, Fernando, Carlos Montes, Paloma Alcorlo, Susana García-Tiscar, Blanca González, Rosario María Vidal-Abarca, María Luisa Suárez, Laura Royo, Inmaculada Férriz, Juan Barragán, Juan Adolfo Chica, César López y Javier Benayas. 2015. *La aproximación de los servicios de los ecosistemas aplicada a la gestión pesquera*. Madrid: Fondo Europeo de Pesca, Fundación Biodiversidad del Ministerio de Medio Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Santos Alonso, Rubén. 2011. «Flujos de los derrubios en la cornisa cantábrica: Evidencias, modelo de susceptibilidad y relevancia geomorfológica.» Universidad de Oviedo.

Sanz, M. J. y E. Galán, eds. 2020. *Impactos y riesgos derivados del cambio climático en España*. Madrid.

Sanz, Maria José, Lucio Santos, Gabriela Alonso y Ana Karla Perea. 2019. *Mapeo de las decisiones de Katowice relacionadas con la Contribución Determinada a Nivel Nacional (CDN)*. editado por K. Siegmann. Panama: Banco Mundial.

SEPA. 2017. *Análisis prospectivo de la Estrategia integral de prevención y lucha contra los incendios forestales en Asturias*. editado por J. Marquinez García, C. Santín Nuño y A. Colina Vuelta.

Serrada Hierro, R., M. J. Aroca Fernández, S. Roig Gómez, A. Bravo Fernández y V. Gómez Sanz. 2011. *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector forestal*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Secretaría General Técnica.

SITA. 2020. *El Turismo en Asturias 2019*. Sistema de Información Turística de Asturias.

Sousa-Guedes, Diana, Salvador Arenas-Castro y Neftalí Sillero. 2020. «Ecological niche models reveal climate change effect on biogeographical regions: The Iberian Peninsula as a case study». *Climate* 8(3):42. doi: 10.3390/cli8030042.

Toimil, Alexandra, Íñigo J. Losada y Paula Camus. 2016. «Metodología para el análisis del efecto del cambio climático en la inundación costera: aplicación a Asturias». *Revista Iberoamericana del Agua* 3(2):56-65. doi: 10.1016/j.riba.2016.07.004.

Toimil, Alexandra, Pedro Díaz-Simal, Íñigo J. Losada y Paula Camus. 2018. «Estimating the risk of loss of beach recreation value under climate change». *Tourism Management* 68(October 2017):387-400. doi: 10.1016/j.tourman.2018.03.024.

Toimil, Alexandra, Íñigo J. Losada, Paula Camus y Pedro Díaz-Simal. 2017. «Managing coastal erosion under climate change at the regional scale». *Coastal Engineering* 128:106-22. doi: 10.1016/j.coastaleng.2017.08.004.

Toimil, Alexandra, Íñigo J. Losada, Pedro Díaz-Simal, Cristina Izaguirre y Paula Camus. 2017. «Multi-sectoral, high-resolution assessment of climate change consequences of coastal flooding». *Climatic Change* 145(3-4):431-44. doi: 10.1007/s10584-017-2104-z.

UNICEF Comité Español. 2017. *El impacto del cambio climático en la infancia en España*. Madrid.

US EPA. 2017. «Climate Impacts on Society». *Climate Change Impacts*. Recuperado 20 de mayo de 2021 (https://19january2017snapshot.epa.gov/climate-impacts/climate-impacts-society_.html).

Valdés Peláez, Luis, Belén Gómez Martín y Álvaro Moreno Sánchez. 2011. «El turismo y el cambio climático en Asturias. Evidencias y efectos potenciales». *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* (57):243-66.

Weiskopf, Sarah R., Madeleine A. Rubenstein, Lisa G. Crozier, Sarah Gaichas, Roger Griffis, Jessica E. Halofsky, Kimberly J. W. Hyde, Toni Lyn Morelli, Jeffrey T. Morisette, Roldan C. Muñoz, Andrew J. Pershing, David L. Peterson, Rajendra Poudel, Michelle D. Staudinger, Ariana E. Sutton-Grier, Laura Thompson, James Vose, Jake F. Weltzin y Kyle Powys Whyte. 2020. «Climate change effects on biodiversity, ecosystems, ecosystem services, and natural resource management in the United States». *Science of the Total Environment* 733. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.137782.