

Resumen SUDOE

XUNTA DE GALICIA

Consellería de Medio Ambiente Territorio e Infraestruturas

MeteoGalicia

Redacción:

Dionisio Rodríguez Álvarez.

Irene Piñeiro Arrivi.

María de los Ángeles Lago Núñez.

Vicente Pérez Muñuzuri.

Data have been provided through the PRUDENCE data archive, funded by the EU through contract EVK2-CT2001-00132. Météo-France. MeteoGalicia.

Índice

Introducción	1
CAPÍTULO I.- Escenarios de cambio climático en el SUDOE	
I.I.- Introducción	4
I.II- Resultados y conclusiones del análisis para el SUDOE	6
Evidencias de cambio climático	6
Proyecciones de cambio climático	8
CAPÍTULO II.- Adaptación al cambio climático en el SUDOE	
II.I.- Análisis de vulnerabilidades/oportunidades	13
Resultados y conclusiones del análisis de vulnerabilidades/oportunidades para el SUDOE	15
II.II.- Medidas de adaptación	21



Introducción

Introducción

Existe un amplio acuerdo científico sobre que el clima global se está viendo alterado significativamente como resultado del aumento de concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI), y que estas alteraciones tendrán manifestaciones muy diferentes en distintas áreas del planeta.

En el ámbito internacional se están haciendo importantes esfuerzos en la lucha contra el cambio climático, entre los que destaca la reducción de las emisiones de GEI. Sin embargo, el objetivo de estas medidas está lejos de alcanzarse, por lo cual se han desarrollado futuros escenarios de cambio climático para los próximos decenios a los que la humanidad, de una forma o de otra, se tendrá que acomodar. Por ello, y de forma complementaria a las acciones de mitigación de emisiones de GEI, se deben emprender estrategias de adaptación al cambio climático a nivel regional y local, pues los impactos y las vulnerabilidades son específicos de cada lugar.

En concreto, las regiones del SUDOE, por su situación geográfica y sus características socioeconómicas, son zonas muy vulnerables a los efectos del cambio climático, como así se viene poniendo de manifiesto en los más recientes análisis e investigaciones.

Es en este contexto en el que nació el presente proyecto “Adaptación a los efectos derivados del cambio climático” (ADAPTACLIMA), con el ánimo de elaborar estudios de detalle en diversos territorios que permitiesen por una parte, elaborar escenarios de previsión sobre los efectos del cambio climático a nivel local y por otra, definir medidas de adaptación al cambio pensadas específicamente para las peculiaridades locales.

Para ello este proyecto contó con un partenariado constituido por entidades procedentes de regiones muy diversas del SUDOE que comparten la inquietud sobre los efectos del cambio climático en sus territorios, pero que presentan características concretas diferentes, tanto socioeconómicas como naturales. El trabajo conjunto de dicho partenariado ha permitido el desarrollo de los distintos Grupos de Tareas (GT) de los que ha constado el proyecto, y ha supuesto el logro de los objetivos contemplados inicialmente.

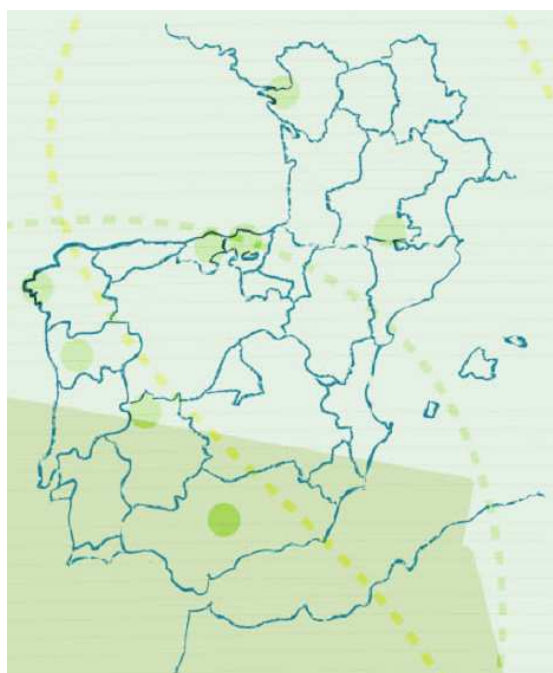
Con la ejecución del proyecto se han logrado varios resultados, tales como, estudios de detalle sobre los efectos previsibles del cambio climático a escala regional, identificación de medidas de adaptación, desarrollo de diferentes metodologías de trabajo que puedan ser de utilidad para otras regiones del SUDOE, establecimiento de una colaboración estable entre las

diferentes regiones, la transmisión de conocimiento e intercambio de experiencias, la concienciación de la población, etc.

En el presente resumen se recogen, a modo de síntesis, las principales conclusiones obtenidas en los distintos Grupos de Tareas, que han culminado en la identificación de medidas de adaptación al cambio climático en el espacio SUDOE desarrolladas a partir del análisis de los escenarios de cambio climático, así como, de las vulnerabilidades de los principales sectores socioeconómicos de las diferentes regiones.

En concreto, el desarrollo del proyecto ha partido de un análisis de variabilidad y cambio en una serie de variables (temperatura, precipitación, radiación solar incidente, evaporación y velocidad del viento) esperadas de acuerdo con escenarios de cambio climático futuros. Posteriormente, se ha procedido a la identificación de sectores (y/o actividades) socioeconómicos relevantes en cada una de las regiones con objeto de evaluar la vulnerabilidad de los mismos a los impactos observados pudiendo así definir medidas de adaptación específicas.

Por tanto, este documento integra las conclusiones generales obtenidas para la totalidad del SUDOE, que se han derivado de los diferentes Grupos de Tareas. El grado de amplitud de los trabajos desarrollados regionalmente hace inviable su inclusión en el presente documento, de modo que las conclusiones y resultados por región deberán consultarse, bien en el resumen ejecutivo, o bien, en los respectivos informes emitidos por cada uno de los socios.



CAPÍTULO I.- Escenarios de cambio climático en el SUDOE

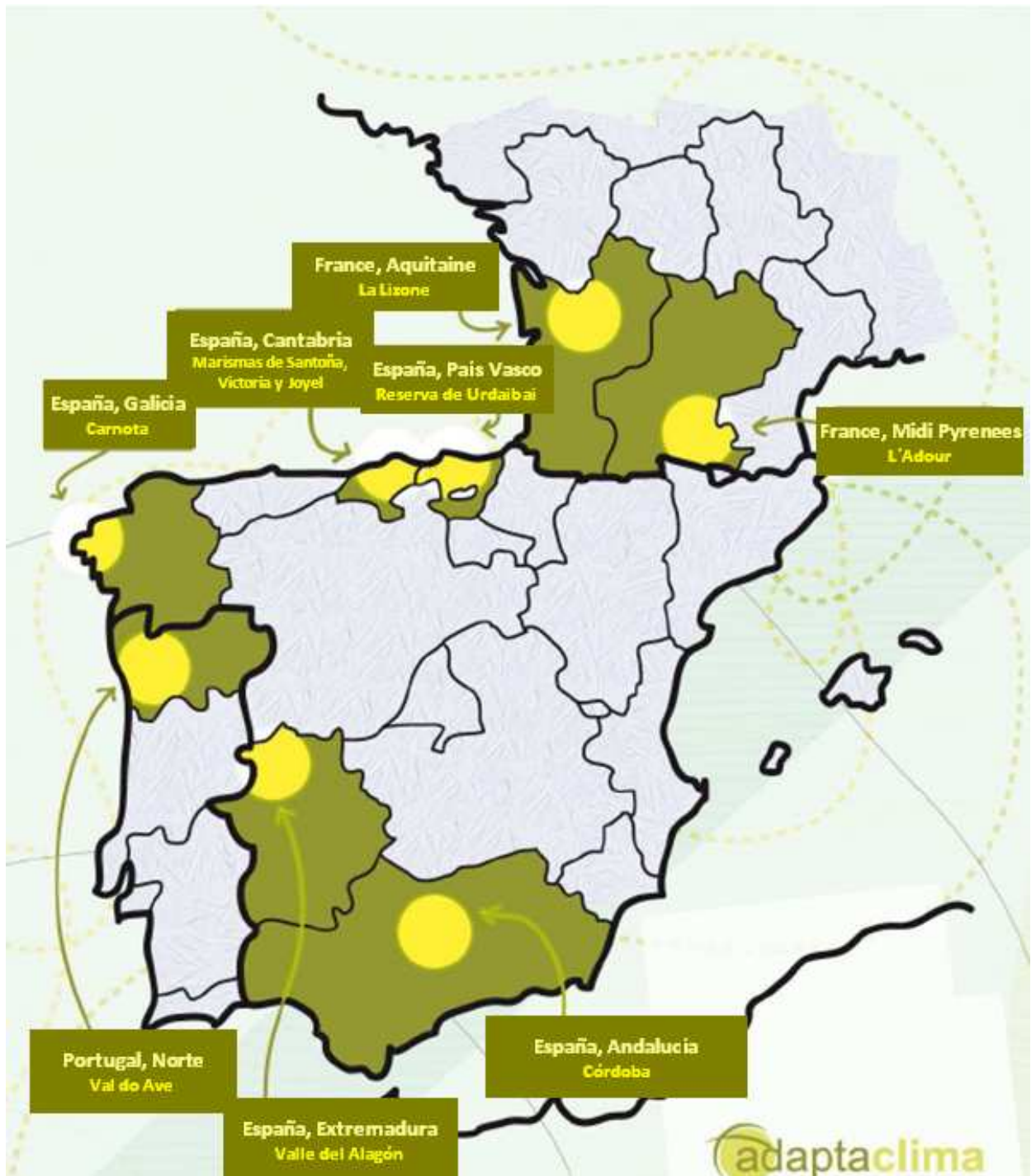
I.I.- Introducción

Uno de los objetivos estratégicos del proyecto *Adaptación a los efectos del cambio climático* (ADAPTACLIMA) es, como su propio nombre indica, identificar medidas de adaptación de las regiones del Sudoeste europeo a los futuros escenarios derivados del fenómeno del cambio climático. Para ello, conviene conocer cuáles son los efectos que este fenómeno está suponiendo ya en el SUDOE a través del análisis de cómo ciertas variables meteorológicas han variado en los últimos años, lo que se conoce como evidencias. Igualmente, de cara a identificar los posibles impactos que tendrán lugar en el futuro, se hace necesario el estudio de la evolución futura de ciertas variables meteorológicas mediante el empleo de proyecciones que se realizan mediante diferentes hipótesis o escenarios.

Este capítulo I está orientado a resumir las actuaciones que se han llevado a cabo en el marco del cálculo de los escenarios climatológicos (GT.2). Se parte del análisis de las evidencias de cambio climático en las diferentes regiones participantes en el proyecto para las variables temperatura y precipitación. De dicho análisis se derivan una serie de resultados y conclusiones que, a modo de resumen, se presentan para el SUDOE. Posteriormente, se sintetizan, para todo el sudoeste europeo, los resultados obtenidos con el cálculo de escenarios climatológicos.

Áreas geográficas de estudio

El desarrollo del grupo de tareas 2, que comprendió el análisis de evidencias de cambio climático y de proyecciones futuras, se ha focalizado en áreas geográficas concretas de los diferentes territorios del partenariado ([Mapa 1](#)).



Mapa 1. Áreas geográficas de estudio.

I.II- Resultados y conclusiones del análisis para el SUDOE



Las regiones del SUDOE, por su situación geográfica y sus características socioeconómicas, son zonas especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático, tal y como señalan diferentes estudios científicos realizados hasta la fecha.

Ante esta situación, la cooperación se presenta como el modo más eficiente de abordar una adaptación a los futuros cambios ambientales, de cara a garantizar que estos cambios no pongan en peligro el desarrollo socioeconómico del territorio.

Evidencias de cambio climático

El punto de partida que debe tomarse para proceder al análisis de los efectos, que el cambio climático pueda ocasionar en las regiones del sudoeste europeo, es el **análisis** de las **evidencias** que este fenómeno viene ocasionando hasta la actualidad. Este análisis nos permitirá identificar las necesidades de adaptación más inmediatas, conocer a qué nos enfrentamos en la actualidad y anticipar actuaciones de cara a los posibles resultados que puedan derivarse de la proyección de escenarios climáticos futuros.

A grandes rasgos y de modo genérico, se puede decir que el análisis de evidencias ha consistido en la creación y preparación de ficheros a partir de las series de datos facilitadas por cada uno de los socios, obtenidas en diferentes estaciones de observación situadas geográficamente en zonas específicas de cada una de las regiones. Estos datos han variado en función de la disposición de las estaciones y acceso a los datos de cada socio. En general, se han analizado los datos de los años 1960-2001, pues es el periodo mínimo para la obtención de conclusiones en los análisis climáticos. En la medida en que, en ocasiones, se dan ciertos valores ilógicos de las series, se ha procedido a la realización de un control de calidad para tratar de lograr la validación de todos los datos diarios de las variables analizadas (precipitación y temperatura) frente a una serie de referencia. También se ha aplicado un test de homogeneidad (test de Alexanderson y Moberg, 1997-SNHT) para la corrección mes a mes. Finalmente, se ha procedido al estudio de las tendencias y a la identificación de extremos para ambas variables. Todo este procedimiento ha sido plasmado en cada uno de los informes que se han ido entregando a cada uno de los socios y de los cuales se han obtenido una serie de resultados y conclusiones.

Las principales evidencias para el SUDOE, para las variables temperatura y precipitación, se describen a continuación.

En relación a la **temperatura** podemos hablar de incrementos generalizados, tanto de temperatura máxima, como de temperatura mínima, llegando a alcanzar los 0,5º C/década en Portugal (Tmax y Tmin). En todo el espacio SUDOE se observa que dicho incremento resulta más abrupto a partir de mediados de los años 70.

El análisis estacional muestra que los incrementos son más elevados en las estaciones de primavera (hasta 0,7º C/década en Portugal) y verano (hasta 0,59º C/década de Tmin en Córdoba).

Se constata también, de manera generalizada, una disminución de las noches y días fríos, siendo más acusada la reducción en las estaciones de primavera y verano. Destaca Andalucía con reducciones en el número de noches frías de hasta 2,52 días/década en verano. Por el contrario, se observa el incremento de número de noches y días cálidos, llegando a alcanzar el aumento de noches cálidas valores de 3,93 días/década en Córdoba.

En cuanto a la variable **precipitación** se puede concluir que, de modo genérico, tiene lugar una reducción de la precipitación acumulada en el SUDOE, más acusada en la zona sur, llegando a alcanzar un 3,5% de disminución en Córdoba, si bien, en Francia se da un incremento significativo en invierno y en Galicia sólo se aprecian tendencias a nivel mensual.

El análisis de la precipitación extrema interpretada a través de la frecuencia de días de lluvia intensa muestra, en general, el incremento de dicha frecuencia en otoño, a excepción del análisis del País Vasco que habla de disminución de dicha variable y Francia, donde no se observa tendencia significativa.

.

VARIABLE	EVIDENCIAS	1960-2001	
Temperatura	↑	Tmin	Incremento generalizado Hasta 0,5°C/ década en Portugal
	↑	Tmax	Incremento generalizado Hasta 0,5°C/ década en Portugal
	↑	Tendencia	Incremento más abrupto a partir de los años 70 Aumento general, más acusado en primavera y verano
	↑	Estacional	Hasta 0,7° C/década Portugal en primavera Destaca Córdoba con aumento de 0,59° C/década de Tmin en verano
	↓	Noches frías	Descenso, principalmente en primavera y verano Hasta -2,52 días/década en verano en Andalucía
	↓	Días fríos	Descenso, principalmente en primavera y verano
	↑	Noches cálidas	Aumento, principalmente en primavera y verano Hasta 3,93 días/década en Córdoba
	↑	Días cálidos	Aumento, principalmente en primavera y verano
VARIABLE	EVIDENCIAS	1960-2001	
Precipitación	↓	Precipitación acumulada	Descenso general de precipitación total anual acumulada, a excepción del sur de Francia y Galicia Descenso más acusado en la zona sur Aumento general en otoño
	↑	Frecuencia días de lluvia	Excepción País Vasco que disminuye No tendencia significativa en Francia

(*) Series de datos facilitadas por los socios

Tabla 1. Síntesis de evidencias de cambio climático para el SUDO E

Proyecciones de cambio climático

Además del análisis de evidencias, resulta de especial interés la realización de **proyecciones futuras** de cambio climático. El objetivo que se persigue con el cálculo de los escenarios climatológicos es obtener una estimación de la magnitud del cambio climático en la zona SUDO E. Para esto, se ha realizado un análisis de la variabilidad y del cambio en la temperatura, precipitación, radiación solar incidente, evaporación y velocidad del viento que se espera, de acuerdo con escenarios de cambio climático futuros.

Para llevar a cabo este estudio se han empleado los resultados del proyecto PRUDENCE¹, que contienen proyecciones de cambio climático para Europa con una resolución horizontal de aproximadamente 50 km. Estas proyecciones fueron realizadas por distintas instituciones meteorológicas europeas usando distintos modelos climáticos regionales (HIRHAM, CHRM, CLM, RegCM, RACMO2, REMO, RAO y PROMES) anidados en el modelo global HadAM3H, que es uno de los modelos globales empleados en el IPCC ²(Intergovernmental Panel on Climate Change) y uno de los que ofrece mejores resultados para el clima actual (Reichler and Kim, 2008). Así, para cada uno de los modelos regionales se tiene la proyección para el periodo 2071-2100 y una simulación de control para el periodo 1961-1990 que nos servirá como simulación de referencia.

De acuerdo con el Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones, SRES (Special Report on Emissions Scenarios; IPCC, 2000), existen cuatro hipótesis de cómo será el desarrollo de las condiciones socioeconómicas y demográficas de la humanidad en el futuro próximo (los denominados escenarios A1, A2, B1 y B2). Estas hipótesis se han usado como base para estimar las emisiones globales de CO₂ en el siglo XXI.

En la base de datos del proyecto PRUDENCE se dispone de datos para los escenarios A2 y B2, cuyas características y diferencias son, de forma muy resumida:

- **Escenario A2:** prevé un mayor incremento del número de emisiones debido a que sigue habiendo un rápido crecimiento de la población a escala global y un crecimiento económico a escala regional.
- **Escenario B2:** supone un menor incremento de emisiones debido a un crecimiento poblacional moderado y niveles de crecimiento económico y tecnológico más lentos.

De este modo, el desarrollo, en el marco del proyecto ADAPTA CLIMA, de escenarios climatológicos, ha supuesto la obtención de una serie de resultados en relación a las variables analizadas, que han venido a corroborar esa especial vulnerabilidad al fenómeno de cambio

¹ PRUDENCE (Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects) <http://prudence.dmi.dk>

² Intergovernmental Panel on Climate Change (2000), Emissions Scenarios: A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edited by N. Naikicnovic and R. Swart, 599 pp. Cambridge Univ. Press, New York.

climático de las regiones del sudoeste europeo. Esto puede observarse en la tabla resumen de impactos por variable (Tabla 2).

De dicha tabla pueden derivarse una serie de conclusiones generales.

En relación a la **temperatura diaria media**, se observa un incremento generalizado de la misma en todo el SUDOE siendo más acusado en el sur, pudiendo llegar a alcanzar un valor medio máximo de hasta 7°C.

El análisis de **extremos en temperatura** radicó en el cálculo de los percentiles 5 (P5) y 95 (P95) de las temperaturas máxima y mínima. Denominando días fríos a los que presentaban una temperatura máxima por debajo del p5 y noches frías a los días con temperatura mínima por debajo del p5. Análogamente, se consideraron días cálidos a los días cuya temperatura máxima superó el p95 y noches cálidas a aquellos días cuya temperatura mínima superó el p95. En la totalidad del SUDOE se observó el incremento generalizado de las temperaturas extremas en términos de mayor ocurrencia de días y noches cálidas (con mayor incidencia en el sur) y de menor número de días y noches frías.

En cuanto a la **precipitación total acumulada** anualmente, se produce una reducción generalizada en todo el SUDOE, siendo más acusada en el sur, observándose también un incremento de los valores extremos en invierno y una disminución en el resto de estaciones.

La disminución de la **evaporación diaria** es el resultado que ofrecen casi todos los modelos de predicción.

No se puede establecer una generalización en relación a las variaciones en la **velocidad del viento a 10 m**, pues se presentan resultados variables entre las diferentes regiones, así, mientras se produce una reducción en el sur de España, País Vasco y Cantabria, se observa un incremento en Galicia y la zona occidental francesa.

Por último, en relación a la **radiación solar incidente**, se presenta un incremento generalizado en el SUDOE de dicha variable, siendo más significativo en la zona norte que en la zona sur.

VARIABLE	IMPACTO 2071-2100	
	Escenario A2	Escenario B2
Temperatura diaria media	↑ Más acusado en el sur con incrementos máximos de hasta 7°C (Córdoba)	Más acusado en el sur con incrementos máximos de hasta 5°C
Extremos de temperatura	↑ Incremento generalizado de días y noches cálidas de hasta 70 días (Córdoba)	Incremento generalizado de días y noches cálidas de hasta 60 días (Córdoba)
Precipitación acumulada	↓ Reducción generalizada	Reducción generalizada
Evaporación diaria	↓ Reducción generalizada con discrepancias en la determinación de la magnitud	Reducción generalizada con discrepancias en la determinación de la magnitud
Viento a 10m	↑ ↓ Reducción de la velocidad del viento a 10 m, a excepción de Galicia y la zona más occidental de Francia donde se observa un aumento de esta variable	Variaciones menos significativas
Radiación solar incidente	↑ Incremento generalizado con mayor significación en la zona norte	Incremento generalizado con mayor significación en la zona norte

Tabla 2. Síntesis de resultados para el SUDOE

CAPÍTULO II.- Adaptación al cambio climático en el SUDOE

El capítulo II está orientado a resumir las actuaciones que se han llevado a cabo en relación a la definición de los cambios y estudio de los impactos (GT.3). Se parte de los resultados obtenidos del anterior grupo de tareas y se aborda, en cada territorio, el estudio de los impactos más destacados sectorialmente en relación a diferentes variables consideradas. De dicho estudio se deriva un análisis de vulnerabilidades y potencialidades de los diferentes impactos observados. A continuación, se sintetizan las conclusiones y resultados obtenidos para todo el sudoeste europeo.

II.1.- Análisis de vulnerabilidades/oportunidades

Cada uno de los socios del proyecto, en virtud de las conclusiones obtenidas en el G.T.2, ha identificado una serie de sectores en los que focalizar sus análisis de vulnerabilidades/oportunidades.

La elección de los sectores de estudio se ha realizado básicamente en función a su especial sensibilidad a los cambios previstos en las variables climáticas, y/o a la relevancia económica de los mismos en las respectivas regiones de estudio. Los sectores objeto de análisis por parte de cada socio pueden observarse en el [Gráfico 1](#).

El grado de desarrollo y amplitud de los trabajos llevados a cabo en cada región, hace imposible su inclusión en un resumen, de modo que las conclusiones y resultados deberán consultarse en los respectivos informes emitidos por cada uno de los socios.

Como instrumento integrador de los diversos resultados obtenidos en el análisis de vulnerabilidades en cada una de las regiones, los socios del proyecto acordaron el diseño de una matriz que integrase los factores de cambio climático que afectasen a la zona de estudio, los impactos sobre el medio y las consecuencias en términos de vulnerabilidad/oportunidad.

Esta parte del trabajo resulta fundamental para la identificación de puntos vulnerables en cada uno de los sectores analizados, hecho que permitirá la proposición de medidas de adaptación a desarrollar en el futuro con el objeto de hacer frente a la nueva situación climática.



PAÍS / REGIÓN	SOCIO		SECTOR	
España / Galicia	01	Instituto Galego da Vivenda e Solo	IGVS	Vivienda
	A1	Axencia Galega de Desenvolvemento Rural	AGADER	Agricultura
	A3	Centro Tecnológico del Mar	CETMAR	Pesca Turismo
España / Cantabria	03	Mancomunidad de Municipios Sostenibles de Cantabria	MMS	Costa
				Agricultura
				Ganadería
				Flora Fauna
España / País Vasco	04	Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario	NEIKER	Agricultura
				Forestal
				Costa
				Recursos hídricos
				Medio urbano
España / Extremadura	05	Asociación para el Desarrollo del Valle del Alagón	ADESVAL	Agricultura
España / Andalucía	06	Consejería de Medioambiente-Junta de Andalucía		Agricultura
				Ganadería
				Forestal
				Pesca
				Industria
				Turismo
				Comercio
				Cultura
				Movilidad y transporte
				Sanidad
				Medio ambiental
				Recursos hídricos
				Energía
Educación				
France / Midi Pyrénées	07	Centre d'Édutes Techniques de l'Équipement du Sud Ouest	CETE	Forestal
France / Aquitaine	08	Chambre d'Agriculture de la Dordogne		Agricultura
Portugal / Norte	09	Associação de Municípios do Vale do Ave	AMAVE	Forestal

Gráfico 1. Sectores de análisis

Resultados y conclusiones del análisis de vulnerabilidades/oportunidades para el SUDOE

Las principales conclusiones derivadas del desarrollo de este grupo de tareas aparecen recogidas, para cada uno de los sectores considerados, en la [Tabla 3](#) de vulnerabilidades/oportunidades que figura a continuación.

Esta tabla considera, de modo genérico, las principales conclusiones que se han podido extraer, para todo el SUDOE, de los diferentes trabajos sectoriales desarrollados en varias de las regiones.

Para el sector [agricultura](#), las principales vulnerabilidades observadas se derivan de cambios en la temperatura, precipitación, evaporación diaria y radiación solar incidente, siendo algunas de ellas: aumento de incidencia de plagas, invasiones de especies exóticas, cambios fenológicos, déficit hídrico, aumento de la erosión e incidencia de inundaciones... Como oportunidades se señalan, entre otras, posibilidad de nuevos cultivos, nuevos mercados, potencial incremento de ciertas producciones...

En el [sector forestal](#), incidirán cambios en las mismas variables que afectarán al sector agrícola implicando agravamiento de riesgo de incendios forestales, con las consecuencias que ello implica. Si bien, ciertas especies podrán verse beneficiadas por dichos cambios, podrán surgir posibilidades de mejora en la biodiversidad del bosque, etc.

El [medio natural](#) en general se verá afectado por cambios en la temperatura, precipitación y viento, con consecuentes cambios fenológicos, variación en áreas de distribución de especies animales y vegetales, aparición de nuevos agentes patógenos, etc. Como aspecto positivo podría señalarse el incremento de la diversidad de especies exóticas.

Esas mismas variables tendrán efectos directos en la [ganadería](#) provocando problemas sanitarios, cambios en hábitos alimentarios, variaciones en producción..., o bien, facilitando el aprovechamiento extensivo de pastos naturales durante mayor número de meses al año o la introducción de nuevas razas de ganado.

Las variaciones previstas en temperatura, precipitación y viento tendrán efectos en la [pesca](#) produciendo potenciales cambios en la ecología marina zonal, aumento de especies de peces exóticas, impactos en el desarrollo fisiológico de algunas especies de moluscos bivalvos, etc. El potencial interés comercial de nuevas especies, el posible aumento de población marisquera, o

la mayor disponibilidad de nutrientes accesible a ciertos organismos filtradores, pueden considerarse algunas de las oportunidades derivadas de estos cambios.



El ascenso del nivel medio del mar, la acidificación de los océanos y la erosión de las playas son algunas de las vulnerabilidades de la **costa**. Observándose como posibles oportunidades, el aumento en superficie de lagunas submareales y de su valor ecológico o el aumento de superficie intermareal de desarrollo de moluscos bivalvos.



Los **recursos hídricos** también se verán afectados ante las nuevas condiciones climáticas suponiendo tendencia estacional descendente de caudales medios y creciente de caudales máximos por cambio en el régimen de precipitación, empeoramiento de cauces de agua por la mayor erosión derivada de la torrencialidad, mayor vulnerabilidad de los sistemas de abastecimiento...

Los cambios en temperatura, precipitación y viento supondrán cambios en el **turismo** que afectarán de modo diferente al norte y al sur del SUDOE. Se consideran vulnerabilidades, en el norte, el aumento de número de visitas con potencial riesgo de saturación e insuficiencia de servicios de traída de agua potable, redes de abastecimiento y depuración, en el sur, por el contrario, la menor ocupación hotelera por pérdida de confort.

Otro sector analizado fue el de la **vivienda**, también afectado por los cambios mencionados. Especial afectación negativa tendrán las viviendas que carezcan de aislamiento y las viviendas bajo cubierta. La disminución del consumo de calefacción por el incremento de la temperatura será el principal aspecto positivo derivado de la nueva situación.

SECTOR	VARIABLE		
Agricultura	Temperatura 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Aumento de la incidencia de plagas, malezas 2 Invasión de especies exóticas 3 Cambio en la fenología de los cultivos con implicaciones en productividad (disminución Andalucía, Extremadura). Acortamiento del ciclo de desarrollo 5 Disminución de la actividad fisiológica de los cultivos (Aquitaine: maíz a partir de 30 °, prados y cereales de invierno 25 °) 4 Reducción del carbono orgánico de los suelos, pérdidas de nitrógeno 6 Riesgo de destrucción de cultivos por extremos de temperaturas (olas de calor, heladas tardías) 7 Cosechas de menor calidad y cantidad 8 Mayor necesidad de agua de los cultivos 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Introducción de nuevos cultivos, acceso a nuevos mercados 2 Desarrollo de cultivos a los que favorecen las nuevas condiciones climáticas 3 Mejora del potencial de producción por plantación más temprana de cultivos de primavera y uso de variedades de ciclo más largo 4 Capacidad de pasar de un cultivo anual a dos o más cultivos 5 Disminución del riesgo de congelación de cultivos 6 Menos enfermedades en cereales de invierno (Francia) 7 Incremento de biomasa vegetal
	Precipitación 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Disminución de la reserva hídrica, aumento del déficit hídrico en el suelo 2 Implicaciones en productividad por déficit hídrico 3 Menor eficiencia de agua para los cultivos 4 Daños derivados del aumento de la erosión 5 Daños derivados de inundaciones 6 Fortalecimiento del fenómeno de la formación de costras para los suelos sensibles 7 Cambios en el diseño y manejo de sistemas de secano y regadío 8 Incremento de periodos de sequía estival. Aparición de tipos de clima mediterráneo (Norte) 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Desarrollo de cultivos no adaptados previamente por exceso de humedad (vid) 2 Disminución de extensión de suelos encharcados y con exceso de agua (norte) 3 Aumento en el número de días disponibles para la intervenciones en cultivos 4 Incremento de biomasa vegetal
	Evaporación diaria 	<p>Aumento de la evapotranspiración, aumento del déficit hídrico en verano</p>	
	Radiación solar incidente 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Aumento de los daños foliares por rayos uv 2 Aumento de las necesidades generales de agua de las plantas 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Aumento de la eficacia del "mulching" para favorecer la germinación temprana mediante el calentamiento del suelo 2 Aumento de la producción derivada de la mayor actividad fisiológica 3 Posibilidad de aumentar el potencial de producción por funcionamiento de las variedades de temporada más larga (norte)
	Todas	<p>Mayor utilización de fertilizante, abonos y productos fitosanitarios para el incremento de producción ante cambios ambientales. Mayor riesgo de contaminación</p>	

SECTOR	VARIABLE		
Forestal	<p>Temperatura</p> <p>↑</p> <p>Precipitación</p> <p>↓</p> <p>Evaporación diaria</p> <p>↓</p> <p>Radiación solar incidente</p> <p>↑</p> <p>Viento</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Agravamiento de riesgo de incendios forestales 2 Aumento de área quemada. Reducción en extensión de bosques. Devaluación del paisaje 3 Reducción potencial de la biomasa derivada del incremento de incendios 4 Disminución de producción y de calidad de la madera y aumento de problemas de salud de los árboles a consecuencia de cambios en las variables climáticas y episodios meteorológicos extremos 5 Alteración del periodo productivo de la explotación forestal con consecuencias en la rentabilidad de ciertas especies 6 Incremento del grado de erosión de los suelos 7 Aumento de la irrupción de plagas de insectos. Alteración del equilibrio entre plagas de insectos-enemigos naturales-hospedadores 8 Mediterraneización de la zona templada y avance de bosques a cotas más altas 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Estabilización de suelos por enraizamiento más profundo 2 Beneficios para determinadas especies derivados de los cambios en las variables climáticas con consecuente aumento de producción (alcornoque/corcho) 3 Variaciones de área de ocupación y productividad de las diferentes especies forestales (previsible aumento de pino y eucalipto) 4 Posibilidades de mejora en la biodiversidad del bosque (y heterogeneidad de masas) mediante implantación de nuevas políticas forestales y planes de gestión que incluyan introducción de nuevas especies 5 Incorporación de nuevas especies con menores requerimientos hídricos 6 Oportunidades de mejora de gestión de recursos forestales a través de introducción de mejores prácticas 7 Posibles compensaciones como consecuencia de su función de efecto sumidero: secuestro y almacenamiento de carbono
Medio natural	<p>Temperatura</p> <p>↑</p> <p>Precipitación</p> <p>↓</p> <p>Viento</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Cambios fenológicos: adelanto en las fechas de desfoliación, floración y fructificación. Simplificación estructural de la vegetación 2 Variación en área de distribución y riesgo de extinción de ciertas especies vegetales y animales. Exclusión de las especies menos tolerantes a la sequía 3 Reducción del contenido de carbono orgánico en el suelo. Aumento de la erosión 4 Nuevos agentes patógenos. Empeoramiento de situación fitosanitaria de ciertas especies vegetales. Disminución de biodiversidad local por incremento de patógenos contra animales y vegetales 5 Reducción de ambientes dulceacuícolas. Disminución de cantidad y calidad de cuencas de con repercusión negativa en la biodiversidad 6 Efectos sobre la fenología animal y movimientos migratorios. Mayor estacionalidad. Menor inmigración por mejora de condiciones climáticas en origen 7 Asincronía trófica entre aves, insectos y plantas, que afectan a conjuntos de especies 8 Expansión de especies invasoras 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Incremento de la diversidad de especies exóticas 2 Aumento de la capacidad de acogida de aves durante el invierno
Ganadería	<p>Temperatura</p> <p>↑</p> <p>Precipitación</p> <p>↓</p> <p>Viento</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Problemas sanitarios. Aumento de agentes patógenos procedentes de países cálidos. Mayor contagio 2 Cambios en hábitos alimentarios por entrada de especies invasoras pratenses, así como, por cambios en cultivos y disponibilidad hídrica derivados de las nuevas condiciones climáticas 3 Variaciones en la producción ganadera a consecuencia de la disponibilidad de alimento. Cambios en comportamiento (mayor agresividad en abejas) 4 Disminución de zonas de refugio para el ganado por aumento de catástrofes naturales 5 Aumento del riesgo de erosión del suelo por pisoteo del ganado 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Aprovechamiento extensivo de pastos naturales durante mayor número de meses al año 2 Introducción de nuevas razas de ganado 3 Menor depredación de abejas por aves migratorias

SECTOR	VARIABLE		
Pesca	<p>Temperatura ↑</p> <p>Precipitación ↓</p> <p>Viento</p>	<p>Pesca marítima</p> <p>1 Potenciales cambios en la ecología marina zonal y en la presencia y biomasa de determinadas especies explotadas comercialmente. Desplazamiento hacia el norte de algunas especies comerciales (por cambios oceanográficos y de distribución del fitoplancton y zooplancton)</p> <p>2 Aumento la presencia de especies de peces exóticas, procedentes de aguas meridionales poco habituales</p> <p>3 Riesgo de afección al desarrollo fisiológico de algunas especies de moluscos bivalvos de interés marisquero (berberecho y distintas especies de almeja) por temperaturas elevadas extremas</p> <p>Pesca fluvial</p> <p>1 Problemas para la ictiofauna por disminución de caudal base en río, disminución de oxígeno disuelto y por problemas en la vegetación riparia</p> <p>2 Colmatación de cuencas de agua por incremento de la erosión</p>	<p>Pesca marítima</p> <p>1 Llegada de especies piscícolas procedentes de aguas meridionales, algunas de potencial interés comercial</p> <p>2 A medio plazo, aumento de la superficie intermareal arenosa con consecuente aumento de población de moluscos bivalvos de interés comercial. Potencial aumento de la producción marisquera</p> <p>3 Mayor disponibilidad de nutrientes de la disolución marina accesible a ciertos organismos filtradores, como el percebe, debido al mayor y más frecuente movimiento de agua causado por aumento de la velocidad del viento en superficie</p> <p>Pesca fluvial</p> <p>1 Capacidad adaptativa de ciertas especies (barbos -Luciobarbus guiraonis y bogas- leporinus obtusidens) para realizar desplazamientos aguas arriba cuando el estiaje es severo</p> <p>2 Desarrollo de especies foráneas de gran interés en la pesca deportiva (lucio-Esox lucius, blackbass-Micropterus salmoides)</p>
Costa	<p>Temperatura ↑</p> <p>Precipitación ↓</p> <p>Evaporación diaria ↓</p> <p>Radiación solar incidente ↑</p> <p>Viento</p>	<p>1 Ascenso del nivel medio del mar con consecuente alteración de las dimensiones y formas territoriales de los ecosistemas costeros (marismas, dunas...)</p> <p>2 Acidificación de los océanos por ascenso en los niveles de CO2</p> <p>3 Erosión de playas</p> <p>4 Inundación de zonas urbanas</p> <p>5 Modificaciones en el nivel freático</p> <p>6 Vulnerabilidad de puertos pesqueros, deportivos o comerciales al incremento en el nivel del mar</p> <p>7 Cambios en el paisaje de la franja marítimo-terrestre</p> <p>8 Deterioro material de determinados elementos del patrimonio litoral inmueble. Potencial pérdida de valor de recursos para el ocio ligado a la cultura marítima</p>	<p>1 A medio plazo, aumento de superficie de lagunas submareales interiores y de su valor en términos ecológicos</p> <p>2 Aumento de superficie intermareal de desarrollo de moluscos bivalvos con potencial aumento de producción marisquera</p>
Recursos hídricos	<p>Temperatura ↑</p> <p>Precipitación ↓</p> <p>Evaporación diaria ↓</p> <p>Radiación solar incidente ↑</p> <p>Viento</p>	<p>1 Mayor déficit hídrico provoca tendencia estacional descendiente de caudales medios y supone menor cantidad y calidad de los cursos de agua y acuíferos</p> <p>2 La torrencialidad de las lluvias provoca mayor erosión que colmata y empeora los cuerpos de agua. Favorecimiento de deslizamientos y coladas de tierra e impedimento de un infiltrado adecuado a los acuíferos</p> <p>3 Tendencia estacional creciente de caudales máximos por cambios en el régimen de precipitaciones</p> <p>4 Vulnerabilidad media-alta de los sistemas de abastecimiento a cambios en el régimen de precipitación</p> <p>5 Favorecimiento de condicionantes que dan lugar a inundaciones con consecuentes pérdidas económicas</p> <p>6 Problemas en las infraestructuras relativas a la gestión de aguas por desastres naturales</p>	<p>1 La necesidad de transformación del modelo energético puede impulsar el uso de energías limpias</p>



SECTOR	VARIABLE		
Turismo	<p>Temperatura ↑</p> <p>Precipitación ↓</p> <p>Viento</p>	<p>1 Aumento del número de visitas con potencial riesgo de saturación (norte). Menor ocupación hotelera por pérdida de confort (sur)</p> <p>2 Insuficiencia o saturación de servicios de traida de agua potable, redes de saneamiento y depuración de aguas urbanas (norte)</p> <p>3 Posible aparición de problemas de contaminación derivados del tráfico estacional</p> <p>4 Desarrollo de medidas para el control de contaminación alimentaria más probable en nuevas condiciones climáticas</p> <p>5 En zonas afectadas por incremento del viento, sensación de descenso térmico, no confort de usuarios de playas y zonas de baño con consecuente impacto negativo en el sector</p>	<p>1 Aumento de la afluencia de visitantes, mayor número de pernoctas con consecuente beneficio económico para la actividad (norte)</p> <p>2 Prolongación de temporada para la práctica de actividades de ocio (norte)</p> <p>3 En el sur, la pérdida de confort al aire libre puede suponer mayor afluencia a locales hosteleros (bares y restaurantes) y mayor consumo</p> <p>4 En zonas afectadas por aumento de viento, incremento de actividades deportivas náuticas de vela (vela clásica y tradicional, windsurf, kitesurf...) y aéreas (parapente)</p>
Vivienda	<p>Temperatura ↑</p> <p>Precipitación ↓</p> <p>Evaporación diaria ↓</p> <p>Radiación solar incidente ↑</p> <p>Viento</p>	<p>1 Especial afectación de viviendas que carecen de aislamiento</p> <p>2 Viviendas bajo cubierta sufrirán de manera más acusada el incremento de temperatura en meses cálidos</p> <p>3 Sobrecalentamiento interior en los meses más cálidos de viviendas con persianas por el interior de la carpintería</p> <p>4 Sobrecalentamiento de fachadas y pavimentos exteriores por escasos espacios verdes en suelo urbano</p> <p>5 El aumento del número de días de lluvia intensa podría implicar un aumento en uno o dos tramos en la intensidad pluviométrica y por consiguiente que el dimensionado de los sistemas de evacuación de aguas pluviales actual sea insuficiente</p> <p>6 Problemas de abastecimiento de agua en poblaciones por inadecuación de redes de abastecimiento</p> <p>7 En edificios con teja, el aumento de viento sobre las cubiertas, supondrá movimientos y desprendimientos, con consecuente necesidad de trabajos de mantenimiento más frecuentes</p>	<p>1 Disminución en el consumo de calefacción por incremento de temperatura</p> <p>2 Ahorro energético por uso de paneles solares para aprovechamiento de mayor radiación solar</p>

Tabla 3. Síntesis de vulnerabilidades/oportunidades para el SUDO. E.

II.II.- Medidas de adaptación

El análisis de vulnerabilidad realizado regionalmente por cada uno de los socios del proyecto en sus respectivas zonas, permite la identificación de áreas específicas de debilidad en cada uno de los sectores seleccionados para el estudio.

Este procedimiento configura la base sobre la que se asiente la identificación de necesidades concretas de adaptación sectorial al cambio climático y por lo tanto, la propuesta de medidas específicas de adaptación.

A continuación, se muestran las diferentes medidas sectoriales de adaptación propuestas en virtud de las vulnerabilidades y oportunidades identificadas en el GT3.

SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN EN EL SUDOE
Agricultura	Mejora de la eficiencia hídrica en las explotaciones mediante uso de tecnologías respetuosas con el medioambiente, gestión de riegos, prácticas de conservación de agua, etc. Adaptación de infraestructuras
	Almacenamiento y captación de recursos hídricos (superficiales, subterráneos) en época húmeda para su posterior uso en época seca. Ajuste de la plantación a los recursos disponibles
	Mejora de prácticas agrícolas para la conservación de niveles de fertilidad y humedad del suelo (acolchado del suelo con restos de cultivo <i>mulching</i>). Usos sostenibles y control de cambio de usos del suelo
	Adaptación de la elección de cultivos y de las épocas de plantación a las nuevas condiciones climáticas. Selección de variedades más resistentes frente a eventos climáticos extremos. Utilización de variedades de ciclo corto
	Introducción de nuevos cultivos (cultivos energéticos que presenten una buena adaptación para su desarrollo en terrenos no utilizados para la producción de alimentos y tengan alta eficiencia en el uso del agua)
	Mejora genética de las variedades. Desarrollo de técnicas de adaptación biológica (micorrización..)
	Zonificación agrogeológica en función de la vulnerabilidad de las diversas zonas del territorio a los efectos del cambio climático. Desplazamiento de áreas de cultivo
	Desarrollo de modelos de simulación que recojan la respuesta de la agricultura al nuevo escenario climático y el comportamiento de sus agentes patógenos. Modelos de nicho ecológico
	Apoyo a la investigación agraria para el desarrollo de variedades mejor adaptadas a los nuevos condicionantes agronómicos y agroclimáticos
	Implantación, desde la Administración, de un sistema de corresponsabilidad de gestión medioambiental con participación de los agricultores, así como, de programas de atención por contingencias climatológicas
Forestal	Desarrollo de modelos predictivos y de ayuda en la toma de decisiones para orientar la planificación forestal
	Creación de una red de puestos meteorológicos forestales, que permita la implementación de un sistema de avisos para la prevención y lucha contra incendios forestales. Protección del suelo afectado por incendios forestales
	Establecimiento de redes de monitorización para la observación efectiva de los efectos del cambio climático
	Desarrollo de herramientas de gestión (micorrización, selección genética..) que permitan el desarrollo de los ecosistemas de manera adecuada. Aplicación de una gestión adaptativa (realveo de montes bajos, control y adecuación de turnos e intensidades de aprovechamiento, selección de procedencia de semillas en repoblaciones para una adecuada diversidad genética..)
	Implantación desde la Administración de un sistema de corresponsabilidad de gestión medioambiental que cuente con la participación de los propietarios de bosques
	Implementación de acciones de formación para agentes implicados en la actividad forestal. Desarrollo de iniciativas de sensibilización sobre cambio climático para la población
	Obtención de material forestal de repoblación con especies capaces de soportar las condiciones climáticas futuras. Establecimiento de marcos de plantación más amplios y realización de Aclareos de mantenimiento

SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN EN EL SUDOE
Medio natural	Migración asistida. Mantenimiento de la conectividad para permitir las migraciones
	Evitar la desaparición de áreas específicas de acumulación de carbono como turberas y humedales. Conservación, ampliación y restauración de humedales y charcas. Mantenimiento de setos, establecimiento de cubiertas vegetales
	Revisión de la red de espacios protegidos
	Desarrollo de estudios fenológicos a partir de la teledetección. Realización de estudios sobre autoecología de las especies. Apoyo a la investigación para el desarrollo de variedades mejor adaptadas a los condicionantes climáticos
	Creación de micro reservas para ciertas especies. Viveros de especies autóctonas. Medidas para la restauración ecológica. Aumento de poblaciones que mejoren la biodiversidad y eviten desequilibrios
	Reducción de la fragmentación del bosque en las zonas estables
	Definir la potencialidad del territorio para diferentes tipos de formaciones vegetales y taxones faunísticos. Sustitución progresiva de especies
	Inventario y seguimiento poblacional de especies amenazadas. Programas de vigilancia, control y erradicación de especies exóticas invasoras. Evaluación del cambio de potencialidad de los taxones
	Implantación de repoblaciones en cabeceras hidrográficas para la restauración hidrológico-forestal
	Impulso de medidas para la mejora de la calidad ecológica de los bosques actuales y ampliación de su superficie considerando criterios de conservación de la biodiversidad, de protección hidrológica y de conectividad entre masas aisladas
	Creación de un sistema de información geográfica que recoja los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad
Ganadería	Desarrollo de modelos de simulación que recojan la respuesta del ganado al nuevo escenario climático y cartografías de riesgo de parasitosis
	Conservación y recuperación de enclaves forestales en zonas agrícolas y ganaderas para que la cabaña pueda resguardarse de condiciones meteorológicas adversas
	Programas de pastoreo controlado para la contribución a la disminución de incendios forestales. Cambios en la carga animal
	Ante temperaturas extremas, instalación de sistemas eficientes de refrigeración y ventilación forzada en establos
	Definición y aplicación de planes de uso y gestión ganaderos. Uso de suplementos alimentarios para suplir la peor calidad de los pastos
	Ajuste de la carga ganadera a las condiciones productivas de la explotación
	Selección genética que garantice el compromiso entre producción y adaptabilidad a los nuevos condicionantes climáticos. Diversificación de razas
	Apoyo a la investigación para avanzar en la lucha contra los agentes relacionados con cambios en las variables meteorológicas que sean causantes de enfermedades
	Programas de formación al ganadero sobre contingencias climatológicas. Acciones formativas de gestión y racionalización de recursos para el personal trabajador de explotaciones ganaderas
	Implantación, desde la Administración, de un sistema de corresponsabilidad de gestión medioambiental que cuente con la participación de ganaderos

SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN EN EL SUDOE
Pesca	<p>Implementación de protocolos de control y seguimiento ecológico de las poblaciones de peces, crustáceos, moluscos y equinodermos de interés comercial, en las costas del Sudoe, que permitan la posterior evaluación periódica de stocks y bancos en presencia de factores de cambio a lo largo de los años</p> <p>Realización de cambios en la regulación pesquera (variaciones en capturas, horarios, artes, días de trabajo, vedas, etc.), con el objetivo de establecer planes de ajuste del esfuerzo que garanticen la sostenibilidad de la pesca. Regulación de captura de nuevas especies</p> <p>Realización de campañas de control ecológico de poblaciones y superficie de extensión de especies vegetales invasoras, así como, campañas de erradicación</p> <p>Implantación desde la Administración de un sistema de corresponsabilidad en la gestión pesquera y medioambiental que cuente con la participación de los pescadores</p> <p>Formación para el fomento de buenas prácticas dentro de la actividad y contribución a la gestión sostenible de la pesca</p> <p>Implantación de políticas de ahorro y mejora de la calidad del agua, así como, la conservación de hábitats terrestres que rodean los ecosistemas acuáticos que favorecerán la adaptación de la pesca y el marisqueo</p> <p>Construcción de piscifactorías para contribuir a la repoblación de los cursos de agua con especies piscícolas, cumpliendo requisitos sanitarios y no causando desequilibrios en el ecosistema</p>
Costa	<p>Gestión integrada de zonas costeras. Replanificación y reordenación de usos urbanísticos en la franja litoral en futuras revisiones de planes de ordenación y usos en la zona costera, considerando las alteraciones del medio por el cambio climático</p> <p>Reconfiguración y diseño de áreas portuarias e infraestructuras civiles en la franja marítimo-terrestre, según un criterio de prevención en términos de seguridad, operatividad y económicos</p>
Recursos hídricos	<p>Campañas de concienciación que introduzcan cambios en los hábitos apelando a una gestión eficaz y al uso racional de los recursos hídricos. Respeto a los cambios ecológicos</p> <p>Desarrollo de modelos de seguimiento que recojan la respuesta de este recurso frente al nuevo escenario climático</p> <p>Implantación desde la Administración de un sistema de corresponsabilidad en la gestión medioambiental que cuente con la participación de usuarios y afectados por este recurso</p> <p>Incremento de la eficiencia y optimización del uso mediante estrategias de ahorro (técnicas más eficientes como el riego por goteo, disminución de superficies de regadío, empleo de especies o variedades vegetales menos dependientes del agua, modernización de regadíos...)</p> <p>La política hidráulica debe integrar los componentes socioeconómicos (demanda) con el ecológico (oferta) y garantizar el buen estado de todas las aguas mediante el uso sostenible de las mismas</p> <p>El aumento del riesgo de estrés hídrico requerirá mayor atención a la selección de vegetación con un uso más eficiente del agua y la necesidad de una mejor planificación de la gestión de cuencas hidrográficas</p> <p>Aumento de oportunidades para la restauración de bosques de ribera con posibles beneficios concomitantes de control de inundaciones</p>

SECTOR	MEDIDAS DE ADAPTACIÓN EN EL SUDOE
Turismo	Las infraestructuras hoteleras y de restauración deben contar con sistemas de refrigeración orientados a la mejora de la eficiencia energética
	Gestión adecuada de los residuos derivados de esta actividad para evitar la contaminación edáfica e hídrica
	Implantación desde la Administración de un sistema de corresponsabilidad en la gestión medioambiental que cuente con la participación de propietarios de establecimientos hoteleros y restauradores
	Adaptación de la oferta hotelera/hostelera a las nuevas condiciones climáticas (actividades culturales y de ocio durante la noche, piscinas u otras instalaciones acuáticas...)
	Establecimiento de medidas preventivas tendentes a evitar que la subida de la temperatura, sobre todo durante el verano, deteriore los alimentos y afecte la salud humana
	Desarrollo de modelos de cambio de usos turísticos ante la nueva situación climática para ayudar a la planificación del sector
Vivienda	Introducción de sistemas de reutilización de agua de lluvia y aguas grises que supongan un ahorro en el consumo de agua
	Fomentar en la edificación residencial las energías renovables (solar térmica, geotérmica, fotovoltaica, biomasa, etc.)
	Minimizar la existencia de viviendas bajo cubierta debido a su mayor consumo energético (44% a 60% en invierno y 50% en verano). Terrazas, balcones profundos y toldos actúan como elementos de control solar
	Maximizar la eficiencia energética a través de instalación de acristalamientos dobles con vidrio de baja emisividad, elementos de sombreado por el exterior (persianas o lamas), mejora de la eficiencia térmica de la carpintería...
	Búsqueda de la orientación óptima. Orientaciones enfrentadas, facilitan la ventilación cruzada
	Fomento de actuaciones de rehabilitación de las envolventes de edificios antiguos o no tan antiguos, y sus instalaciones de acondicionamiento térmico