

**ANÁLISIS DE RIESGOS Y VULNERABILIDADES
DERIVADAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ANDÚJAR.**



**OBJETIVOS
DE DESARROLLO
SOSTENIBLE**



ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULOS

- 01 INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN
- 02 ESCENARIOS DE ADAPTACIÓN LOCAL
- 03 VALORACIÓN DE IMPACTOS

El equipo redactor del Documento:

Fdo. Carmen Tornero Pinilla

Fdo. Amanda Rivillas Vitondo



Licenciada en Ciencias Ambientales

Colegiada COBA nº 02258

Colegiada COAMBA nº 1299

Licenciada en Ciencias del Mar

Fdo. Blanca Pérez Durán



Fdo. Cristina Pallero Flores



Licenciada en Ciencias del Mar

Licenciada en Ciencias del Mar

Licenciada en Ciencias Ambientales

ANÁLISIS DE RIESGOS Y VULNERABILIDADES DERIVADAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ANDÚJAR

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN	8
1 INTRODUCCIÓN	8
1.1 OBJETO	8
1.2 INTRODUCCIÓN.....	9
1.3 METODOLOGÍA	12
1.4 FUENTES DE INFORMACIÓN	16
1.4.1 ELCCA5 (ESCENARIOS LOCALES DE CAMBIO CLIMÁTICO DE ANDALUCÍA)	17
1.4.2 ADAPTECCA (PLATAFORMA NACIONAL SOBRE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO)	17
1.4.3 OTROS VISORES COMPLEMENTARIOS.....	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva de Keeling. Fuente: Met Office 2021	13
Figura 2. El riesgo es el resultado de la ocurrencia de determinados peligros climáticos sobre los sistemas ya sean naturales o socioeconómicos, y de la combinación de la vulnerabilidad y la exposición de los mismos a dichos peligros. Fuente: IPCC. GTII, AR5.	14
Figura 3. Esquema metodológico para la elaboración del ERV. Fuente: Guía para la presentación de informes. Covenant of Mayors for Climate and Energy. Europe. Marzo 2020.	15

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fases del Estudio de Riesgos y Vulnerabilidades. Fuente: Elaboración propia.....	9
Tabla 2. Forzamiento radiativo de los RCP, AR5. Fuente: Resumen para responsables de políticas del documento Bases Físicas del Cambio Climático 2013. Contribución del GT I al 5º Informe del IPCC	13
Tabla 3. Comparativa sectores Pacto Alcaldías y áreas estratégicas Ley 8/2018.	16

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

1 INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETO

El Estudio de riesgos y vulnerabilidades y del término municipal de Andújar frente al Cambio Climático es un análisis dirigido a detectar los principales efectos que se puedan derivar como consecuencia del cambio climático, al objeto de minimizar las consecuencias adversas que este pudiera comportar, analizando al mismo tiempo los riesgos potenciales y las vulnerabilidades frente a estas situaciones.

Este estudio es, junto con el Inventario de Emisiones de Referencia, uno de los dos documentos técnicos en los que sustentan la posterior selección y priorización de acciones dirigidas a la adaptación y a la mitigación del cambio climático.

La metodología utilizada y los contenidos del documento dan respuesta al imperativo establecido por la Ley 8/2018 de cambio climático y transición energética de Andalucía, para la elaboración de Planes Municipales de Cambio Climático (PMCC), y al compromiso voluntario, adquirido por Andújar frente al Pacto de Alcaldías, para la redacción de su Plan de Acción para el Clima y la Energía Sostenible (PACES).

Todas las actuaciones han sido coordinadas y supervisadas por la Dirección del proyecto del Excmo. Ayuntamiento de Andújar.

El documento consta de cinco capítulos:

FASE	DESCRIPCIÓN
Definición de escenarios climáticos locales	Análisis de variables definitorias del clima actual, sus variaciones y tendencias futuras para definir los <i>peligros o impactos climáticos</i> .
Valoración de impactos climáticos.	Descripción de los impactos del cambio climático según Ley 8/2018. Identificación y valoración de los impactos con afección potencial en Andújar.
Evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo.	Análisis de los peligros, la exposición y la vulnerabilidad de cada impacto sobre cada sector estratégico para la adaptación de Andújar. Determinación de principales riesgos. Determinación de sectores más afectados.

Caracterización de la vulnerabilidad global al cambio climático.	Caracterización global de la vulnerabilidad socioeconómica y ambiental del municipio.
Propuesta de medidas de adaptación.	Propuesta de una batería de medidas de adaptación e indicadores de seguimiento.

Tabla 1. Fases del Estudio de Riesgos y Vulnerabilidades. Fuente: Elaboración propia.

1.2 INTRODUCCIÓN

La Agencia Meteorológica Estatal (AEMET), en sus sucesivos informes anuales sobre el estado del clima¹, confirma un escenario de cambio climático con efectos tan visibles en España en la actualidad como la expansión de los climas semiáridos, el alargamiento de los veranos (5 semanas más que a principio de los años 80), más días de calor y noches tropicales o el aumento de la temperatura superficial del mar.

El último informe del IPCC² explica que incluso el escenario tendencial más optimista, la llamada “senda segura” (que la temperatura no aumente más de 1,5°C respecto de los niveles preindustriales) tiene consecuencias fatales para la vida de millones de personas y que alcanzar los 2°C tendrá efectos aún más graves, como el doble de sequías, el doble de olas de calor y dos veces más desaparición de especies, entre otras.

Para mantener la temperatura en la “senda segura” los expertos determinan que se deben alcanzar 0 emisiones netas de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en 2050, el *Green Deal* Europeo apuesta por la descarbonización de la economía para esa fecha e impone una reducción del 55% de las emisiones para 2030³. Sin embargo, la ONU

¹http://www.aemet.es/es/noticias/2020/07/Informe_anual_estado_del_clima_2019

²<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#FAQ>

³https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP_21_111

advierte⁴ que las actuales políticas nos separan mucho de esa realidad abocándonos a un escenario de hasta 3º de más para finales de siglo.

El informe la Red Europea de Observación sobre Cohesión y Desarrollo Territoriales (ESPON)⁵ sobre vulnerabilidad frente al cambio climático señala a España como una de las regiones más vulnerables, atendiendo no solo a los riesgos climáticos sino a sus condiciones socioeconómicas como factor determinante para la capacidad de adaptación.

Sectores clave de nuestra economía, como la agricultura, la silvicultura, el turismo o el transporte dependen claramente del clima. Así como otros muchos sectores esenciales para nuestro bienestar, como la salud, la biodiversidad o la vivienda.

Especialmente graves se manifiestan los impactos climáticos entre las fracciones más vulnerables de la sociedad, al tiempo que poseen un claro sesgo de género. Un indicador muy evidente lo encontramos en los últimos datos de pobreza energética disponibles: en 2019, 10 de cada 100 hogares⁶ no podían mantener una temperatura adecuada en su hogar. Otros informes⁷ puntualizan esa cifra, pero todos coinciden en que Andalucía se encuentra entre las regiones más afectadas por esta lacra y que los grupos más vulnerables son las familias monomarentales y las personas mayores que viven solas.

⁴<https://www.unep.org/interactive/emissions-gap-report/2020/>

<https://www.unep.org/es/emissions-gap-report-2020/>
https://www.unep.org/interactive/emissions-gap-report/2019/report_es.php

⁵<https://www.espon.eu/climate-2012>

⁶<https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/miteco-presenta-los-indicadores-de-pobreza-energetica-de-2019/tcm:30-516524>

⁷<https://www.cienciasambientales.org.es/index.php/comunicacion/noticias/893-que-cambios-conllea-la-actualizacion-de-los-indicadores-de-pobreza-energetica-del-miterd>

No ayuda tener una de las facturas eléctricas más caras de Europa⁸ ni contar con un parque de viviendas envejecido e ineficiente⁹.

De todo ello se extraen importantes conclusiones: el cambio climático tiene ya efectos patentes a nivel global, todo apunta a un recrudecimiento de los mismos si las políticas climáticas no se implementan rápidamente al tiempo que España -y, dentro de ella, Andalucía- se encuentra entre las regiones más vulnerables. Además, estos efectos no son simétricos, sino que afectaran sobremanera a determinados sectores de la economía y la sociedad.

Las acciones de adaptación efectivas reducen la exposición y la vulnerabilidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales al tiempo que pueden mejorar su capacidad para recuperarse y restablecerse tras una perturbación asociada al clima¹⁰.

Económicamente, la Comisión Global de Adaptación¹¹ establece una tasa de rendimiento de las inversiones en resiliencia de entre 1:2 y 1:10, esto es, cada euro invertido en adaptación puede tornarse en beneficios de entre 2 y 10 euros. Los costes de la no adaptación son 4 veces superiores a la inversión en ella.

A nivel ambiental, el aumento de eventos climáticos extremos o del riesgo de sufrir nuevas pandemias, como la provocada por la COVID19, justifican sobradamente la necesidad de planificar medidas concretas de adaptación.

A nivel social, los costes de no hacerlo son incalculables, como incalculable es el valor de una vida digna.

⁸<https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>

⁹<https://www.mitma.gob.es/el-ministerio/planes-estrategicos/estrategia-a-largo-plazo-para-la-rehabilitacion-energetica-en-el-sector-de-la-edificacion-en-espana>

¹⁰<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/default.aspx>

¹¹<https://gca.org/about-us/the-global-commission-on-adaptation/>
<https://news.un.org/es/story/2021/01/1486482>

Es, por tanto, crucial determinar cuáles son y serán los impactos climáticos a nivel local, así como los sectores más vulnerables con la finalidad de plantear las medidas de adaptación más acordes. Para ello, se realiza el presente estudio.

1.3 METODOLOGÍA

A medida que avanza el tiempo, nuestro comportamiento en cuanto a nivel de emisiones y adaptación generará diferentes escenarios climáticos. Es la teoría del IPCC, que define así 4 *trayectorias de concentración representativas* -RCP, por sus siglas en inglés- en su 5º informe de evaluación (AR5), caracterizadas por el cálculo aproximado que hacen del *forzamiento radiativo* total en el año 2100 en relación con 1750.

Es decir, se definen 4 escenarios con condiciones climáticas distintas para final de siglo, que dependerán del índice de calentamiento provocado por el efecto invernadero que resulte de la cantidad de GEI que se emitan a nivel global y otros efectos radiativos de origen antropogénico.

Los RCP comprenden un escenario de mitigación conducente a un nivel de forzamiento muy bajo o escenario de bajas emisiones (RCP2.6); dos escenarios de estabilización (RCP4.5 y RCP6.0), y un escenario con un nivel alto de emisiones de gases de efecto invernadero (RCP8.5). Los cuatro escenarios ofrecen conjuntos de datos de resolución espacial del cambio de uso del suelo y de emisiones sectoriales de contaminantes atmosféricos, y especifican cuáles serán las concentraciones de gases de efecto invernadero y las emisiones antropogénicas anuales hasta 2100.

El primer escenario (RCP2.6) ya ha sido rebasado. El Observatorio del clima de Mauna Loa (Hawái, Estados Unidos), centro de referencia mundial en la materia, registró el pasado 3 de abril de 2021 un nuevo récord histórico de 421,21 partes por millón (ppm) de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera. Las sucesivas actualizaciones e informes nos sitúan cada vez más cerca del peor escenario.

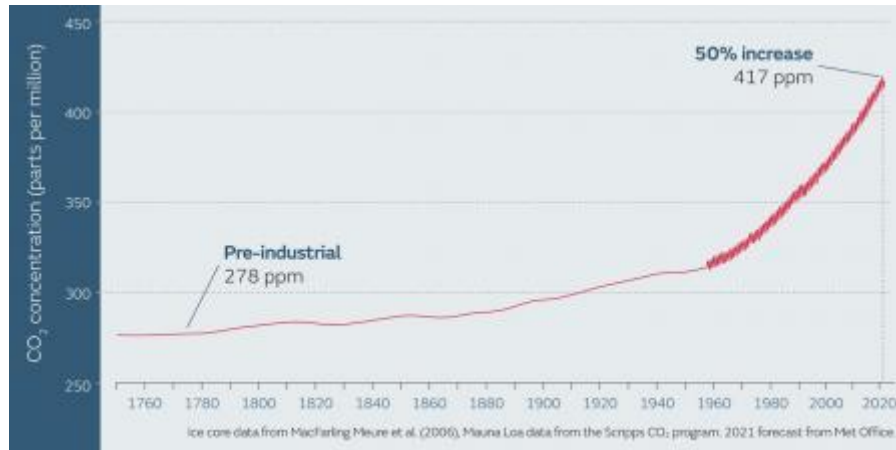


Figura 1. Curva de Keeling. Fuente: Met Office 2021

RCP	Forzamiento radiativo (W/m ²)	[CO ₂] (ppm)	[CO ₂] equivalente combinadas* (ppm)
2,6	2,6	421	475
4,5	4,5	538	630
6,0	6,0	670	800
8,5	8,5	936	1313

Tabla 2. Forzamiento radiativo de los RCP, AR5. Fuente: Resumen para responsables de políticas del documento Bases Físicas del Cambio Climático 2013. Contribución del GT I al 5º Informe del IPCC

En agosto de 2021 se publica la primera parte del 6º informe del IPCC (AR6) (correspondiente a la base de la ciencia física) y advierte que el forzamiento radiativo ha alcanzado los 2,72W/m² en 2019 respecto de 1970. Lo que supone un aumento respecto del AR5 de 0,43W/m² (un 19%), de los cuales 0,34 W/m² se debe al aumento de la concentración de GEI desde 2011 y el resto a la mejora del conocimiento científico. Es decir, que lejos de frenar el problema, el cambio climático sigue empeorando, que lo hace a un ritmo muy elevado y que, además, lo hemos infravalorado.

El AR6 propone nuevos escenarios climáticos, sin embargo, para el presente análisis se siguen utilizando los anteriores puesto que las herramientas y fuentes de información para su proyección a nivel local aún no se encuentran actualizados.

Los escenarios pueden proyectarse en el corto, medio y largo plazo gracias a distintos visores y herramientas que aplican sus condiciones climáticas definitorias por medio de modelos matemáticos complejos, los Modelos de Circulación Global (MCG). Posteriormente, se aplican modelos de *downscaling* o regionalización para proyectar las condiciones de esos escenarios a nivel local. El análisis de las principales variables climáticas (temperatura, precipitación, periodos de sequía, etc.) en los distintos

periodos temporales para un lugar concreto, es la definición de los **escenarios climáticos locales**.

Analizado el comportamiento de las variables se pueden aventurar los posibles impactos climáticos derivados de ellas. Parece evidente el aumento de la intensidad y recurrencia de los temporales o las olas de calor, pero también encontraremos, por ejemplo, aumento de plagas, pérdida de servicios ecosistémicos, afecciones sobre la salud y un largo etcétera que no afectará de igual forma a todos los sectores.

Por eso, una vez definidos los posibles **impactos o peligros climáticos**, se analizan factores como la probabilidad de su ocurrencia, la magnitud del daño que pueden causar sector a sector y el periodo en que se espera que se manifieste (corto, medio o largo plazo).

El riesgo al que estará expuesto cada sector, frente a cada impacto, dependerá de su vulnerabilidad (es decir, la **sensibilidad** frente al daño, menos la **capacidad de adaptación** o resiliencia que presente ante el mismo) y de su grado de exposición.

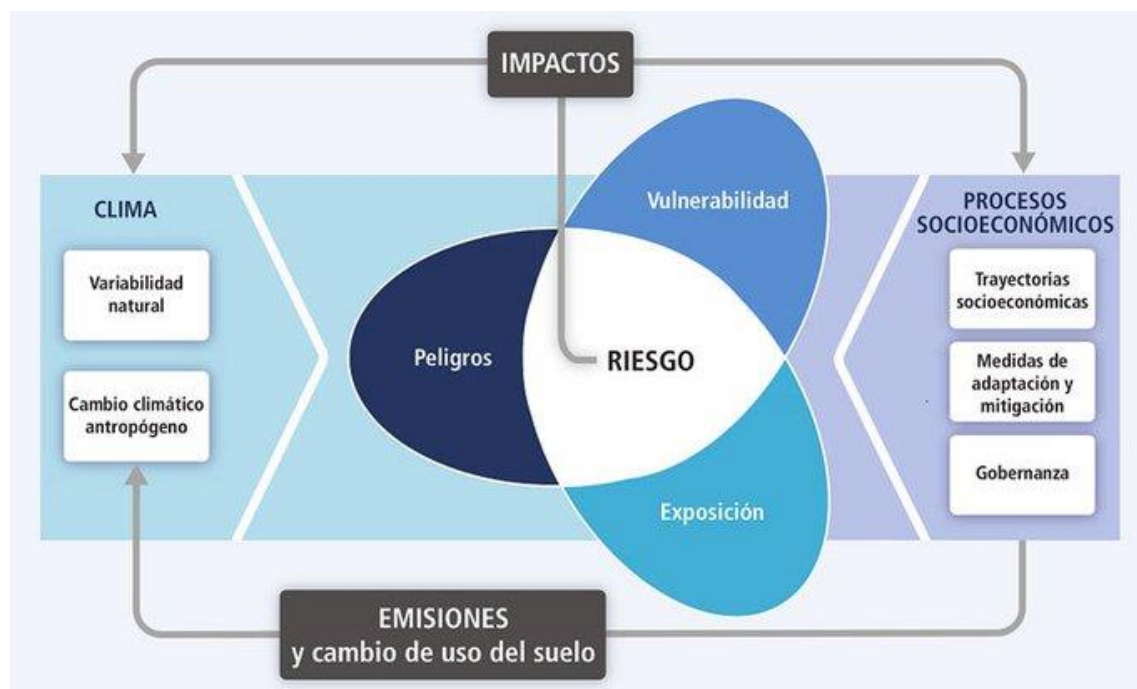


Figura 2. El riesgo es el resultado de la ocurrencia de determinados peligros climáticos sobre los sistemas ya sean naturales o socioeconómicos, y de la combinación de la vulnerabilidad y la exposición de los mismos a dichos peligros. Fuente: IPCC. GTII, AR5.

Así, un sector será más vulnerable cuanto más sensible sea frente a un impacto (a su vez, peor cuando más probable e intenso sea éste) y menor su capacidad de adaptarse al mismo. Y, por tanto, más atención deberá recibir en el subsiguiente Plan de Acción para adaptarse a las nuevas condiciones climáticas.

Los **factores de adaptación** pueden ser también muy diversos y van desde la capacidad física y ambiental, económica, de gobernanza e institucional hasta el acceso a servicios básicos. Por ejemplo, la salud puede ser (y de hecho es) un sector altamente vulnerable con una gran capacidad de adaptación si se aplican las políticas (gobernanza), infraestructuras y recursos (institucionales, económicos...) adecuados. Por último, es evidente que estos factores no estarán por igual al alcance de todas las personas, motivo por el cual se deben definir también los *grupos de población más vulnerables*, según el Pacto de Alcaldías. Lo que la ley andaluza llama **vulnerabilidad socioeconómica** y a la que suma la **vulnerabilidad medioambiental**, para detectar qué elementos del territorio deben estar en el foco de las medidas de adaptación.

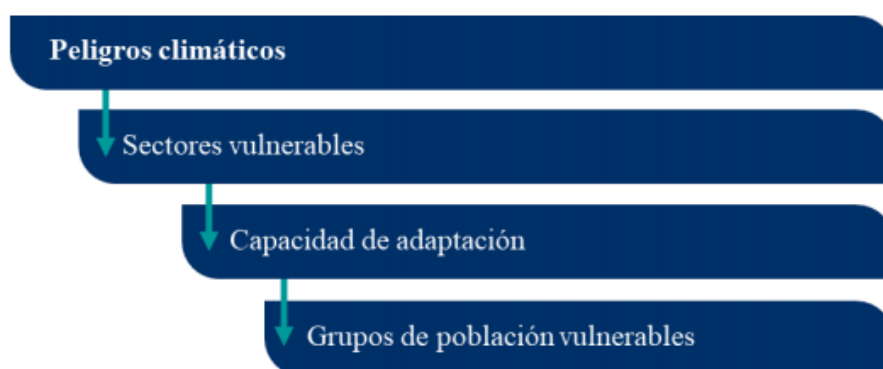


Figura 3. Esquema metodológico para la elaboración del ERV. Fuente: Guía para la presentación de informes. Covenant of Mayors for Climate and Energy. Europe. Marzo 2020.

Por último, la ley andaluza 8/2018 sobre cambio climático y transición energética, establece la necesidad de relacionar esos impactos con las *áreas estratégicas de adaptación*. El Pacto de Alcaldes las llama sectores clave.

Al objeto de dar cumplimiento tanto al compromiso voluntario del Pacto de Alcaldías como a la obligación andaluza, el presente documento considera tanto los sectores clave como las áreas estratégicas de adaptación (indica con un * cuando sean coincidentes con mitigación), los aúna cuando coincidan y los denomina sectores.

SECTORES CLAVE ADAPTACIÓN PACES	AREAS ESTRATÉGICAS ADAPTACIÓN LEY 8/2018	SECTORES ADAPTACIÓN ANDÚJAR
*Edificios.	*Edificación y vivienda.	Edificación y vivienda.

*Transporte.	*Movilidad e infraestructuras viarias, ferroviarias, portuarias y aeroportuarias.	Movilidad e infraestructuras.
Energía.	*Energía.	Energía.
Agua.	Recursos hídricos.	Recursos hídricos.
Residuos.	X	Residuos.
Planificación y uso del suelo.	Urbanismo y ordenación del territorio.	Urbanismo y ordenación del territorio.
Agricultura y bosques.	*Agricultura, ganadería, acuicultura, pesca y silvicultura.	Sector primario.
Medio ambiente y biodiversidad.	Biodiversidad y servicios ecosistémicos.	Biodiversidad y servicios ecosistémicos.
Salud.	Salud.	Salud.
Protección Civil y emergencias.	Prevención de inundaciones.	Protección Civil y emergencias.
Turismo.	*Turismo.	Turismo.
Educación.	X	Educación y cultura.
TIC.	X	-
Otros.	Litoral	-
	*Comercio.	Economía y comercio.
	Migraciones asociadas al cambio climático.	Migraciones asociadas al cambio climático.

Tabla 3. Comparativa sectores Pacto Alcaldías y áreas estratégicas Ley 8/2018.

1.4 FUENTES DE INFORMACIÓN

Actualmente existen al alcance de cualquier persona interesada herramientas en forma de visores virtuales que, partiendo de los mejores datos disponibles y contando con el

aval de expertos e instituciones, permiten extraer los datos regionalizados de las variables climáticas requeridas para ulteriores estudios como, por ejemplo, este análisis de vulnerabilidad y riesgos derivados del cambio climático. Una vez definidas las variables Para el caso de Andújar, se han consultado los siguientes visores:

1.4.1 ELCCA5 (ESCENARIOS LOCALES DE CAMBIO CLIMÁTICO DE ANDALUCÍA)

ELCCA5 está basado en el 5º informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) y publicados en la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) dependiente de la Junta de Andalucía.

El proyecto ELCCA está basado en la técnica “downscaling estadístico”, que permite transformar la información proporcionada por los MCGs, a escala planetaria con muy baja resolución, a una escala local con una resolución espacial de hasta 200 metros. Todo ello gracias a la información histórica suministrada por la red de observatorios del Subsistema de Información CLIMA de la REDIAM. La REDIAM integra, normaliza y difunde toda la información sobre el medio ambiente andaluz generada por todo tipo de centros productores de información ambiental en la Comunidad Autónoma.

En cumplimiento de la normativa aplicable¹², los **Escenarios Climáticos Regionales** constituyen la información de referencia a utilizar en el proceso de evaluación de la vulnerabilidad e impactos, y en la definición de las medidas de adaptación al cambio climático en la planificación sectorial de aplicación en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

1.4.2 ADAPTECCA (PLATAFORMA NACIONAL SOBRE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO)

AdapteCCa es una herramienta pública para acceder e intercambiar información, conocimientos y experiencias sobre impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, así como un instrumento para potenciar la comunicación.

La información de los escenarios contemplados en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC)¹³ se distribuye a través de AEMET y del “visor de escenarios

¹² Resolución de 3 de noviembre de 2011 de la Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano, y de la Ley 8/2018, de 8 de octubre, de medidas frente al cambio climático y para la transición hacia un nuevo modelo energético en Andalucía

¹³ Disponible en <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/default.aspx>

de cambio climático de AdapteCCa”, que permite visualizar la información de las variables originales (para temperaturas, precipitación, viento y humedad), así como de distintos índices climáticos definidos a partir de ellas, y descargar los datos (proporcionados a escala diaria) en un formato de fácil lectura.

Esta iniciativa integra los resultados de distintos proyectos internacionales de regionalización dinámica y estadística como Euro-CORDEX¹⁴ y VALUE¹⁵, con las proyecciones nacionales desarrolladas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)¹⁶ y por el Grupo de Meteorología de Santander (CSIC - Universidad de Cantabria)¹⁷.

¿Por qué dos visores para la proyección climática?

En ocasiones, **es ilustrativo valorar y contrastar la información** de estos dos visores debido a que, mientras REDIAM aporta datos derivados del análisis individual de varios MCG, AdapteCCa muestra los cálculos derivados de 16 MCG de forma conjunta. Se dan varias circunstancias que hacen interesante la comparación. Por un lado, la media no tiene porqué aportar datos mejores que el mejor modelo, solo disminuye la incertidumbre al desconocer cuál es dicho modelo. Por otro lado, la interpretación de las variables climáticas en REDIAM puede ser más cercana a la realidad andaluza, como se verá en el análisis. Además, ésta última permite observar los datos individualizados del modelo de circulación global más pesimista -MIROC-, muy interesante de considerar al responder las conclusiones de este estudio al principio de precaución.

1.4.3 OTROS VISORES COMPLEMENTARIOS

Otros visores con información útil para contrastar datos, ampliar variables o establecer comparativas pueden ser el [Geoportal](#) del MITECO, o los visores de la Demarcación

¹⁴ Euro-Cordex (*Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment*) es un esfuerzo internacional coordinado por el Grupo de Trabajo sobre Clima Regional (GTCR) del Programa Mundial de Investigación del Clima para proporcionar un diseño homogéneo de la salida del modelo climático regional para los usuarios. Más info: <https://www.euro-cordex.net/>

¹⁵ VALUE: COST Action ES1102 (2012-2015) (Validating and Integrating Downscaling Methods for Climate Change Research) es red europea para validar y desarrollar métodos de reducción de escala y mejorar la colaboración entre las comunidades de investigación dispersas y con las partes interesadas. Más info: <http://www.value-cost.eu/>

¹⁶ http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat

¹⁷ <http://www.meteo.unican.es/>

Hidrográfica del Guadalquivir¹⁸ y del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables¹⁹.

¹⁸ <https://idechg.chguadalquivir.es/nodo/Redes/sequiaactual.html>

¹⁹ <https://sig.mapama.gob.es/snczi/>