

GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS RIESGOS CLIMÁTICOS EN EL MARCO DEL PLAN ANDALUZ DE ACCIÓN POR EL CLIMA (PAAC) Versión 01



Noviembre de 2023



Guía metodológica para la evaluación y seguimiento de los riesgos climáticos en el marco del Plan Andaluz de Acción por el Clima (PAAC)

Versión 01

Noviembre 2023

Edita: Junta de Andalucía. Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul. Dirección General de Sostenibilidad Ambiental y Cambio Climático. Oficina Andaluza de Cambio Climático.

Equipo de trabajo: Oficina Andaluza de Cambio Climático.

Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía. EXPEDIENTE N.º 2020/2008 - SERVICIO DE ASESORAMIENTO TÉCNICO PARA EL “DESARROLLO OPERATIVO DEL PLAN ANDALUZ DE ACCIÓN POR EL CLIMA Y OTROS INSTRUMENTOS”.

Asesoría Externa: CONTR 2022 0000238309 - FUNDACIÓN TECNALIA RESEARCH & INNOVATION

Los contenidos de esta publicación pueden ser reproducidos siempre que se indique la fuente.

AGRADECIMIENTOS

En el proceso de elaboración de esta Guía, la Oficina Andaluza de Cambio Climático ha prestado especial atención en posibilitar la máxima participación y colaboración posible de los distintos centros directivos de la Administración autonómica de la Junta de Andalucía con competencias directas en cada una de las áreas estratégicas para la adaptación al cambio climático, conforme a lo recogido en la Ley 8/2018, de 8 de octubre.

A tal fin, personal técnico con tareas de planificación estratégica ha participado activamente aportando su punto de vista para la elaboración de esta Guía.

Esta colaboración se ha realizado a través de un Taller Multisectorial sobre evaluación de riesgos climáticos, en noviembre de 2022, y a través de un curso de formación sobre evaluación de riesgos climáticos en el marco de Programa de Formación del Instituto Andaluz de Administración Pública (IAAP), en octubre de 2023. En ambos eventos se han recabado numerosas observaciones y aportaciones que han sido de inestimable ayuda para el resultado final.

A continuación se listan las áreas estratégicas de la Junta de Andalucía y organizaciones que han participado en los eventos anteriores:

- Prevención de inundaciones
- Agricultura, ganadería, acuicultura, pesca y silvicultura
- Biodiversidad y servicios ecosistémicos
- Energía
- Urbanismo y ordenación del territorio
- Edificación y vivienda
- Movilidad e infraestructuras
- Salud
- Comercio
- Turismo
- Litoral
- Migraciones asociadas al cambio climático

- Uso de la Tierra, cambio de uso y silvicultura
- Transversales: Rediam, Evaluación Ambiental, Banco Europeo Inversiones - Jaspers

GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS RIESGOS CLIMÁTICOS EN EL MARCO DEL PLAN ANDALUZ DE ACCIÓN POR EL CLIMA (PAAC)

Versión 01

Noviembre 2023

Hoja de control

Documento	Guía metodológica para la evaluación y seguimiento de los riesgos climáticos en el marco del Plan Andaluz de Acción por el Clima (PAAC)	Versión	V01
Elaborado por	Oficina Andaluza de Cambio Climático	Fecha	Noviembre 2023
Revisado y aprobado por	Oficina Andaluza de Cambio Climático	Fecha	Noviembre 2023
Fichero	Guía Metodología Ev Riesgos_V01		

Control de modificaciones

Versión	Fecha	Autor	Descripción del cambio
V01	Noviembre 2023	Oficina Andaluza de Cambio Climático	Versión inicial.

Coherencia externa enfoque metodológico

Carácter	Organismo	Referencia
Internacional	Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)	Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5) Sexto Informe de Evaluación del IPCC (AR6)
Europeo	Comisión Europea Dirección General de Acción Climática (DG CLIMA)	Primera Evaluación Europea de Riesgos Climáticos (EUCRA)
Nacional	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD)	Guía para la evaluación de riesgos asociados al Cambio Climático. 2023

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN.....	8
2 OBJETO DE LA GUÍA.....	10
3 QUÉ SE ENTIENDE POR RIESGO CLIMÁTICO. COMPONENTES.....	12
4 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS CLIMÁTICOS.....	14
4.1 Definición de objetivos, contexto y alcance de la evaluación de riesgos climáticos.....	15
4.2 Identificación de información sobre los peligros, la exposición y la vulnerabilidad para los riesgos seleccionados.....	16
4.3 Evaluación para cada riesgo específico.....	18
4.4 Identificación de zonas de Andalucía con especial riesgo.....	52
4.5 Comparativa del riesgo entre las situaciones de referencia (A) y tras la implantación de medidas de adaptación (B).....	54
4.6 Medidas de adaptación.....	55
ANEXO 1. INDICADORES PARA EVALUACIÓN DE COMPONENTES DEL RIEGO CLIMÁTICO SEGÚN ÁREAS ESTRATÉGICAS E IMPACTOS DEL PAAC	58

1 INTRODUCCIÓN.

El *Plan Andaluz de Acción por el Clima (PAAC)*, aprobado por el Consejo de Gobierno mediante el *Decreto 234/2021, de 13 de octubre, por el que se aprueba el Plan Andaluz de Acción por el Clima, en el BOJA número 87 de 23 de octubre de 2021*, es el instrumento general de planificación estratégica en Andalucía para la lucha contra el cambio climático, y se deriva de la *Ley 8/2018, de 18 de octubre, de medidas frente al cambio climático y para la transición hacia un nuevo modelo energético en Andalucía*.

Una de las acciones clave definidas en el PAAC es la de profundizar en la evaluación de los riesgos climáticos en Andalucía, fomentando el desarrollo de metodologías y herramientas que posibiliten la gestión de estos riesgos desde las perspectivas sectorial y territorial.

El PAAC, como herramienta de planificación de las políticas en materia de cambio climático, se desarrolla a través de tres Programas: Mitigación y Transición Energética; Adaptación; Comunicación y Participación. Este Plan tiene como objetivo estratégico en materia de adaptación, “**reducir el riesgo de los impactos del cambio climático, minimizando sus efectos**”, mediante la determinación y ejecución de una serie de medidas recogidas en el marco de los desarrollos operativos del Programa de Adaptación.

Para ello establece que para cada uno de estos desarrollos operativos se llevarán a cabo estudios de evaluación de riesgos desde una perspectiva sectorial, priorizando aquellos impactos y áreas identificadas con un riesgo más elevado.

Para el desarrollo de esta metodología se han tenido en cuenta, como situación de partida y de manera específica, aquellos impactos que en el proceso de elaboración del PAAC obtuvieron unas valoraciones de riesgo medio o alto. En la Figura 1 se pueden observar los resultados obtenidos en esa valoración, en la que se analizaron los principales impactos definidos en el artículo 20 de la Ley 8/2018, en relación con las distintas áreas estratégicas en materia de adaptación, igualmente definidas en la Ley. Las valoraciones de “27” representan un riesgo máximo debido a que las valoraciones parciales son máximas (valor “3”) para las tres componentes del riesgo (es decir, $3 * 3 * 3$) y las valoraciones de “18” se refieren a que en dos de las tres componentes su valoración es máxima, aunque no en las tres (es decir, $2 * 3 * 3$, o $3 * 2 * 3$, o $3 * 3 * 2$).



Figura 1. Impactos con valoraciones de riesgos *medios o altos* en el PAAC.

IMPACTOS vs. ÁREA ESTRATÉGICA	a) Recursos hídricos.	b) Prevención de inundaciones.	c) Agricultura, ganadería, acuicultura, pesca y silvicultura.	d) Biodiversidad y servicios ecosistémicos.	f) Urbanismo y ordenación del territorio.	i) Salud.	k) Turismo.	e) Energía.	g) Edificación y vivienda.	h) Movilidad e infraestructuras.	l) Comercio.	l) Litoral.	m) Migraciones asociadas al c. climát..	n) seguros
a) Inundaciones por lluvias torrenciales y daños debidos a eventos climatológicos extremos.	18	27	27		27	18	18			27		27		27
b) Inundación de zonas litorales y daños por la subida del nivel del mar.	27	27	18		27		27		18	27		27	27	27
c) Pérdida de biodiversidad y alteración del patrimonio natural o de los servicios ecosistémicos.				18										
d) Cambios en la frecuencia, intensidad y magnitud de los incendios forestales.		18	27	27	27		18							27
e) Pérdida de calidad del aire.					18	18	18	18						
f) Cambios de la disponibilidad del recurso agua y pérdida de calidad.	27		27	27	18	27	27	18			18		27	
g) Incremento de la sequía.	27		27	27		27	27	18			27			
h) Procesos de degradación de suelo, erosión y desertificación.		18	18	18										
i) Alteración del balance sedimentario en cuencas hidrográficas y litoral.														
j) Frecuencia, duración e intensidad de las olas de calor y frío y su incidencia en la pobreza energética.					27	27	27	27	27					
k) Cambios en la demanda y en la oferta turística.					18		18		18	18	18	18		
l) Modificación estacional de la demanda energética.							18	18						
m) Modificaciones en el sistema eléctrico: generación, transporte, distribución, comercialización, adquisición y utilización de la energía eléctrica.														
n) Migración poblacional debida al cambio climático. Particularmente su incidencia demográfica en el medio rural.												18		
ñ) Incidencia en la salud humana.						27	27							18
o) Incremento en la frecuencia e intensidad de plagas y enfermedades en el medio natural.			18	18			18							
p) Situación en el empleo ligado a las áreas estratégicas afectadas.			18										18	

Fuente: Plan Andaluz de Acción por el Clima

2 OBJETO DE LA GUÍA.

El objeto de esta guía es **poner a disposición de todos las áreas estratégicas en materia de adaptación, una metodología común y bien definida, de evaluación y seguimiento de los riesgos climáticos con la finalidad de aportar transparencia y método al proceso de su evaluación.** Todo ello como instrumento que nos permita poner el foco de la acción adaptativa sobre aquellos impactos más destacados, y por tanto posibilitar la elección de las medidas más eficaces y convenientes para la consecución del objetivo final de reducción del riesgo.

Para el desarrollo de la metodología, además de la documentación elaborada en el propio PAAC (memoria, anexos y tablas de valoración de riesgos e impactos), se han analizado numerosas referencias bibliográficas sobre la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo, focalizando la búsqueda de manera específica en aquellas experiencias de metodologías adoptadas desde el ámbito regional y/o desde un enfoque sectorial. Asimismo se ha contado con el tratamiento realizado en la propia “[Guía para la elaboración de Planes Municipales de Cambio Climático](#)”¹,

Por otro lado, para asegurar **la máxima coherencia posible, se ha puesto especial interés en que esta metodología integre el enfoque mayoritariamente adoptado por la comunidad internacional.** Es decir, el marco conceptual del riesgo climático aportado en el quinto informe de evaluación del IPCC (AR5) y que se ha mantenido en el Sexto informe (AR6).

Este enfoque es el seguido por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD) en su “[Guía para la evaluación de riesgos asociados al cambio climático](#)”², publicada este mismo año en la plataforma Adaptecca, siendo además el escogido por la Dirección General de Acción Climática de la Comisión Europea (DG CLIMA) para la preparación de la primera “[Evaluación Europea de Riesgos Climáticos \(EUCRA\)](#)”³, actualmente en elaboración. Proyecto que además servirá de referencia para

¹ <https://lajunta.es/4bxe6>

² https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/miteco_guia_evaluacion_riesgos_cambio_climatico_2023.pdf

³ https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/eu-adaptation-policy/key-eu-actions/climate_risk_assessment/index_html

las metodologías de evaluación de riesgos que se utilicen en el marco de la Misión Adaptación.

Por otra parte, destacar que esta Guía y la metodología que desarrolla, sería plenamente compatible con las “Orientaciones técnicas sobre la defensa contra el cambio climático de las infraestructuras para el periodo 2021-2027” recogidas en la Comunicación de la Comisión Europea 2021/C373/01, en tanto que ésta permite el uso de cualquier marco metodológico reciente y reconocido internacionalmente, citando explícitamente como ejemplo el enfoque aplicado por el IPCC en su Sexto Informe de Evaluación (AR6).

En resumen: se ha velado por asegurar que la metodología desarrollada, basándose en este marco conceptual del IPCC, estuviera alineada con las últimas líneas de trabajo desarrolladas en materia de evaluación de riesgos climáticos, tanto por la Comisión Europea como por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Por último, además de integrar en esta guía el marco metodológico y conceptual de cara a la sistematización y normalización de este proceso, se ha considerado oportuno desarrollar e incorporar una herramienta práctica, con la finalidad de facilitar el ejercicio de evaluación de riesgos de cada una de las áreas estratégicas, permitiendo con ello una aplicación homogénea y reproducible en el tiempo.

3 QUÉ SE ENTIENDE POR RIESGO CLIMÁTICO. COMPONENTES.

La terminología y los conceptos manejados en la metodología y herramientas desarrolladas en el marco de esta Guía siguen el enfoque de riesgo climático propuesto por el *IPCC*, tal y como se recoge en sus dos últimos informes de evaluación (*Quinto Informe de Evaluación - AR5*⁴, y *Sexto Informe de Evaluación - AR6*⁵), y adoptado, de manera generalizada, por la comunidad internacional que aborda la adaptación al cambio climático.

Según el AR6 (2022), el riesgo se define como el **“potencial de consecuencias adversas para los sistemas humanos o ecológicos, reconociendo la diversidad de valores y objetivos asociados a dichos sistemas”**. Entre las consecuencias adversas relevantes se incluyen aquellas sobre las vidas, los medios de subsistencia, la salud y el bienestar, los activos económicos, sociales y culturales, las infraestructuras, los servicios (incluidos los servicios de los ecosistemas), los ecosistemas y las especies.

De esta definición, y especialmente de las palabras que se resaltan en el anterior texto, se deducen algunos aspectos a reseñar:

- La palabra "potencial" deja claro que la incertidumbre o, más ampliamente, el conocimiento incompleto, es un elemento clave del concepto de riesgo;
- El riesgo se refiere únicamente a las consecuencias “adversas” o negativas. Por tanto, el potencial de resultados positivos debe describirse utilizando otra terminología (“oportunidad”, “beneficio/ cobeneficio potencial”, etc.);
- El riesgo se aplica únicamente a los "sistemas humanos o ecológicos". Por ejemplo, el término "riesgo de inundación" no debería utilizarse si sólo describe cambios en la frecuencia e intensidad de las inundaciones y debería vincularse explícitamente a las consecuencias de tales eventos para los sistemas humanos o ecológicos;
- "Reconocer la diversidad de valores y objetivos" subraya que existen diferentes puntos de vista para evaluar las posibles consecuencias para los sistemas humanos y ecológicos y, por lo tanto, la relevancia de la percepción del riesgo; y

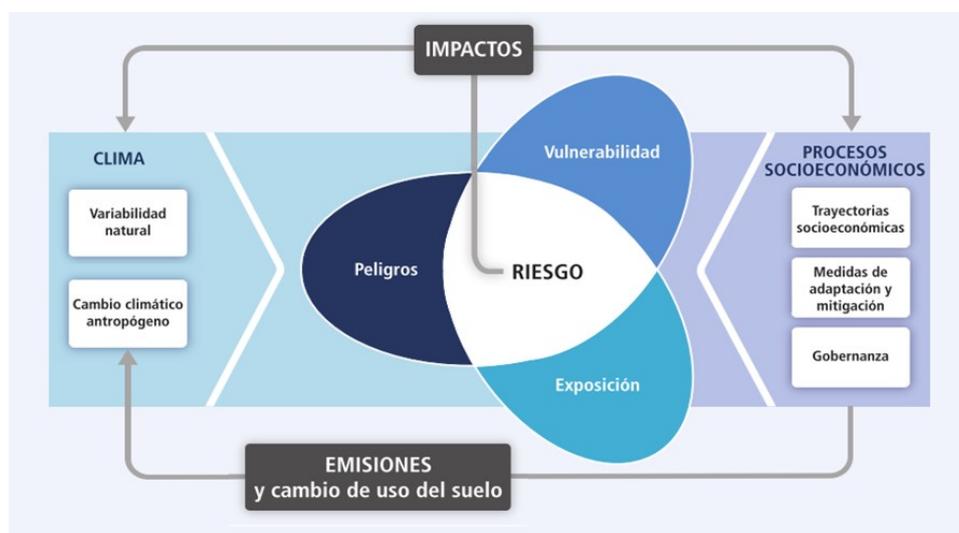
⁴ <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>

⁵ <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>

- Los riesgos pueden surgir no solo de los impactos potenciales del cambio climático, sino también de las respuestas humanas al mismo.

El riesgo climático, a su vez, puede ser entendido como el resultado de la interacción de tres componentes: la amenaza o peligro, la exposición y la vulnerabilidad, tal y como se puede observar en la figura siguiente.

Figura 2. El concepto del riesgo.



Fuente: IPCC (AR5, 2014)

El **peligro** o **amenaza** es la posible ocurrencia de un evento o tendencia relacionada con el clima, o su impacto físico, e inducidos por el hombre, que puede causar la pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como daños y pérdidas en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, prestación de servicios, ecosistemas y recursos ambientales, etc. Se consideran eventos extremos a aquellas amenazas climáticas como sequías, olas de calor, lluvias torrenciales o tormentas, mientras que las tendencias son cambios menos perceptibles en el tiempo, como el aumento de la temperatura media, la subida del nivel del mar o el descenso de las precipitaciones medias.

Por su parte, la **exposición** describe la presencia de personas; medios de vida; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos medioambientales, infraestructuras; o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente.

Finalmente, el riesgo depende de la **vulnerabilidad** del sistema expuesto y de sus elementos, que describe la predisposición de estos a verse afectados negativamente. La

vulnerabilidad engloba tanto la **sensibilidad**, o susceptibilidad al daño, como la falta de **capacidad (adaptativa)** de los propios sistemas para hacer frente y adaptarse.

Los riesgos relacionados con el clima presentan una naturaleza compleja, puesto que a la amenaza climática hay que añadir otros factores no climáticos que caracterizan a la exposición y la vulnerabilidad. Una adecuada evaluación de riesgos, fundamentada en información de calidad, tiene que ser consensuada, donde el conocimiento experto debe jugar un papel fundamental.

4 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS CLIMÁTICOS.

De acuerdo con la secuencia para la evaluación de los riesgos climáticos propuesta por el portal europeo sobre adaptación al cambio climático *Climate-ADAPT*⁶, y recogida también en la “*Guía para la evaluación de riesgos asociados al cambio climático*” elaborada por el Miterd, se puede sintetizar que en el proceso de una evaluación de riesgos climáticos hay que comenzar por definir el objetivo, el contexto y el alcance de la evaluación. Y una vez tenido en cuenta estos elementos, se deben identificar los posibles riesgos climáticos, seleccionando y priorizando aquellos que puedan representar un mayor problema. Finalmente, considerando estos riesgos priorizados y la información disponible relacionada con ellos, se llevará a cabo la evaluación de riesgos propiamente dicha, cuyos resultados deben servir para una primera identificación de posibles aspectos críticos, bien sea desde una perspectiva territorial o desde una perspectiva sectorial, para posteriormente concretar y abordar desde la planificación las acciones de adaptación necesarias.

Este apartado de metodología recoge esa secuencia completa de los principales pasos de los que consta el proceso de evaluación de los riesgos asociados al cambio climático, incluyendo en ellos, lógicamente, el desarrollo de aquellos aspectos que se refieren de manera específica al marco de este proyecto. Se incluyen asimismo referencias a como cumplimentar esta información en la Herramienta que acompaña a esta metodología.

⁶ Comisión Europea y Agencia Europea del Medio Ambiente. (2022). *Adaptation Support Tool*. <https://climate-adapt.eea.europa.eu/>

4.1 Definición de objetivos, contexto y alcance de la evaluación de riesgos climáticos.

El objetivo de esta fase inicial es **identificar el sistema que se desea evaluar, así como disponer de una lista de posibles riesgos climáticos que podrían ser relevantes para analizar.**

En este sentido, hay que señalar que el *Programa de Adaptación del Plan Andaluz de Acción por el Clima (2021-2030)*⁷, uno de los tres Programas de los que consta este Plan, ya tiene como fin el orientar y establecer la programación de actuaciones de adaptación al cambio climático de Andalucía considerando una evaluación de riesgos asumibles y basada en un escenario común.

De manera específica el Plan incluye como objetivo la reducción del nivel de riesgo de los impactos del cambio climático, buscando minimizar sus efectos.

Como se ha señalado en apartados anteriores, en Andalucía ya se ha realizado una evaluación preliminar de los principales riesgos climáticos a través del documento de Diagnóstico y Alcance del PAAC⁸, en el que se analizaron todos los impactos que se recogen en el artículo 20 de la Ley 8/2018, y su relación con todas las áreas estratégicas enumeradas en el artículo 11.2 de la misma Ley, teniendo en cuenta las proyecciones de las variables climáticas en el ámbito regional. El enfoque metodológico utilizado para realizar esta evaluación preliminar está también basado en el mismo marco conceptual que se considera para este proyecto, el ya citado del AR5 y asumido por el AR6.

Primeramente, se llevó a cabo el análisis preliminar del riesgo de los impactos, con carácter cualitativo y comparativo en relación con la posible afección a las distintas áreas estratégicas de adaptación. A partir de este proceso de evaluación se obtuvo la lista de impactos ordenada por prioridades de actuación, asignando a cada uno de ellos la categoría de bajo, medio o alto.

⁷ https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page-%C3%ADndice/-/asset_publisher/zX2ouZa4r1Rf/content/el-plan-andaluz-de-acci-c3-b3n-por-el-clima-2021-2030-/20151

⁸ https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambientales/evaluacion_integracion_planificacion/evaluacion_ambiental/evaluacion_planes_programas/otros_planes_programas/PAAC/200416_Documento_diagnosic_alcance_PAAC.pdf

Adicionalmente se analizaron cada uno de los posibles impactos y su relación con las áreas estratégicas, su vinculación con variables climáticas, así como la identificación de impactos secundarios asociados.

Posteriormente, y sobre la base de los resultados del Documento de Diagnóstico y Alcance del PAAC, en el proyecto *Forjando Resiliencia en Andalucía*, y a través de diferentes talleres sectoriales, se reforzó el diagnóstico elaborado previamente y se identificaron peligros, impactos y vulnerabilidades que, como consecuencia del cambio climático, afectan o pueden afectar a Andalucía, en general, o a alguna de sus zonas geográficas.

4.2 Identificación de información sobre los peligros, la exposición y la vulnerabilidad para los riesgos seleccionados.

Seguidamente, sobre la base de los riesgos seleccionados, deben recopilarse datos e información relacionada con los peligros o amenazas climáticas, la exposición y la vulnerabilidad. En este sentido, es preciso disponer de información, lo más actualizada posible, acerca de los impactos y riesgos relacionados con el clima, tanto pasados como actuales, de manera que se puedan identificar posibles tendencias en el tiempo. Desde la escala nacional la información proporcionada por el MITERD⁹ es una primera buena referencia acerca de los impactos y riesgos actuales y futuros. Ya desde la perspectiva regional, resulta fundamental acudir a la información disponible en el *Portal Andaluz de Cambio Climático*¹⁰.

Además de los posibles impactos y riesgos, también es importante conocer la situación climática actual y las proyecciones futuras de variables relacionadas con el clima, de modo que puedan ayudar a caracterizar la relevancia de los peligros climáticos en diferentes horizontes temporales. En este sentido cobra especial importancia la información sobre *Escenarios Locales de Cambio Climático de Andalucía (ELCCA)* acerca de la evolución actual y previsible del clima de Andalucía. Se trata de proyecciones regionalizadas de cambio climático, que están disponibles de manera específica para

⁹ <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/riesgos-adap-temas.aspx>

¹⁰ <https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/web/cambio-climatico>

esta región y que se ofrecen a través del *Visor de escenarios climáticos en Andalucía*^{11, 12}, permitiendo proyectar a futuro cada una de las más de 80 variables relacionadas con el clima, agrupadas en 4 capas de información: Clima, Balance Hídrico, Biodiversidad y Confort Térmico. La proyección de cada una de las variables permite la consulta conjunta o individual, de 10 modelos de circulación global sobre los 4 escenarios obligatorios de emisiones establecidos por el 6º Informe IPCC en hasta 30 periodos anuales futuros a lo largo del siglo XXI.

Junto a este visor puede consultarse además para mayor información el documento de “*Análisis de la Evolución futura bajo Escenarios de Cambio Climático de las variables Climáticas y de las variables Derivadas*”.

Estos datos regionales para Andalucía pueden ser complementados con las proyecciones realizadas para el conjunto de España, y que están recogidas en el *Visor de Escenarios Climáticos de AdapteCCa*¹³.

En la evaluación del riesgo, si importante es caracterizar los peligros debidos al cambio climático, tanto o más lo es caracterizar las otras dos componentes del riesgo, es decir, la exposición y la vulnerabilidad. No significa esto que el peligro no sea importante, que lo es, pero se trata de una componente que desde el punto de vista de la adaptación no es posible atenuarla, algo que sí puede suceder con la exposición y, sobre todo, con la vulnerabilidad. Por ello, un mejor conocimiento de la exposición y la vulnerabilidad para un riesgo específico, considerando un posible impacto y un área estratégica en concreto, requiere tener en cuenta, además, aspectos no necesariamente climáticos, entre los que cabe citar, simplemente a modo de ejemplo, las condiciones socioeconómicas o medioambientales actuales del ámbito geográfico analizado (pirámide poblacional, niveles de renta, VAB de sectores, calidad de las edificaciones, estructuras de gobernanza, planificación del territorio, ayudas económicas, inversiones a nivel regional o municipal, calidad del aire, mortalidad atribuible a temperaturas extremas, cantidad y calidad de aguas superficiales y subterráneas, mapas de riesgo de inundación, etc.).

¹¹ <https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/areas-tematicas/cambio-climatico-y-clima/escenarios-locales-de-cambio-climatico/escenarios-locales-de-cambio-climatico-actualizados-6-informe-ipcc>

¹² <https://andalucia.sicma.red/>

¹³ <https://escenarios.adaptecca.es/>

Una fuente de gran interés para recabar información disponible de forma pública es el *Portal de Datos Abiertos de la Junta de Andalucía*¹⁴, desde el que se puede acceder a numerosa información proporcionada a su vez por distintas entidades andaluzas (Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía; Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul; Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica, etc.). Se trata de una iniciativa de datos abiertos de esta institución que tiene como principios la transparencia, la innovación y el crecimiento, la eficiencia y efectividad de la administración, y la inclusión y el empoderamiento de los ciudadanos.

Si bien la información disponible de forma pública puede ser suficiente en muchos casos, el conocimiento, experiencia y datos específicos manejados desde las áreas técnicas de los distintos departamentos de la Junta de Andalucía se antoja fundamental, dado que nadie mejor que las personas que tratan a diario con las problemáticas de las distintas áreas estratégicas conocen de primera mano los datos existentes y la realidad del sector.

En cualquier caso, es necesario que los datos recabados sean acordes con el objetivo y la escala de evaluación definidos. En este caso, dado que el ámbito geográfico corresponde a la Comunidad Autónoma de Andalucía, toda la información de interés deberá ser válida y estar disponible para esta escala regional. En el caso de que no lo estuviera, la información también podría ser agrupada o generalizada desde otras escalas como la provincial o la municipal, algo que podría conllevar cierto nivel de tratamiento de datos en algunas ocasiones. Es en esta fase cuando se deben identificar también posibles lagunas de información. En muchas ocasiones esta información existe, pero se desconoce su existencia porque su difusión o los mecanismos de coordinación interinstitucional pudieran mejorarse. Por ello, es importante que todos los organismos implicados en la generación y distribución de datos trabajen de manera coordinada y puedan así proporcionar a los distintos perfiles de usuarios la información que puedan requerir en cada caso.

4.3 Evaluación para cada riesgo específico.

Desde la *Guía para la evaluación de riesgos asociados al cambio climático* del MITERD se apunta que, aunque existen diferentes enfoques para llevar a cabo una evaluación del

¹⁴ <https://www.juntadeandalucia.es/datosabiertos/portal/>

riesgo, es conveniente aclarar que la evaluación se debe concretar considerando las particularidades de la muestra analizada (el ámbito de Andalucía en el caso que nos ocupa) y en función de unos valores u objetivos acordados por las partes interesadas. Sin embargo, también se constata que resulta especialmente difícil poder establecer unos objetivos cuantificables de reducción del riesgo cuando se pretenden acometer planes que incluyen medidas de adaptación, a diferencia de lo que ocurre con las medidas de mitigación, que sí llevan asociados unos objetivos cuantitativos de reducción de emisiones o transición energética.

A menudo, un riesgo se expresa en una escala cualitativa, a través de umbrales que pueden ir por ejemplo desde nulo o muy bajo hasta muy alto, y casi siempre esta categorización, dada su dificultad para llevarla a cabo, responde más a indicadores subjetivos que objetivos. Sin embargo, el hecho de que se aborde mediante indicadores subjetivos no tiene por qué ser necesariamente negativo, siempre y cuando esos indicadores y umbrales estén definidos y consensuados por personal técnico con conocimiento experto del sector o del territorio.

Es preciso señalar que desde la comunidad científico-técnica internacional que trabaja en el campo de la adaptación al cambio climático, y del riesgo en particular, ambos desde una perspectiva global, no se están considerando actualmente este tipo de umbrales. Y es que la definición de estos umbrales debe ser contextualizada y adoptada desde el ámbito geográfico objeto de análisis, deben estar basados en datos de calidad y actualizados a nivel local (no siempre disponibles de forma pública) y, sobre todo, deben ser acordes a unos objetivos alcanzables en el tiempo, especialmente si están relacionados con la implementación de medidas de adaptación que deberán ser posteriormente monitoreadas para valorar su eficacia.

Por tanto, para el establecimiento de estos umbrales, que definen rangos, no existe una explicación única sobre lo que significa “riesgo muy alto”, dado que depende, entre otros aspectos, del ámbito geográfico analizado (una determinada región, un determinado sector...) o de la estimación de los posibles daños (no solo económicos, sino también en vidas humanas, pérdida de biodiversidad, pérdida de patrimonio cultural intangible, etc.) que pueda ocasionar. A nivel nacional existen diversos ejemplos al respecto, como los niveles de riesgo manejados desde el *Plan Nacional de Actuaciones Preventivas de los efectos del exceso de temperaturas sobre la salud de 2022*¹⁵ o los niveles del servicio

¹⁵ <https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/planAltasTemp/2022/tempeUmbrales.htm>

Meteoalerta¹⁶ del *Plan Nacional de Predicción y Vigilancia de Fenómenos Meteorológicos Adversos*. En ellos se constata esta gran heterogeneidad en los criterios adoptados para la definición de los umbrales.

La metodología desarrollada para la evaluación del riesgo en esta Guía se plantea a través de la utilización de **indicadores**, una de las aproximaciones metodológicas más extendidas entre las metodologías de riesgo. Para ello se pueden utilizar conjuntos de indicadores que pueden ser cuantitativos o cualitativos, y que pueden obtenerse tanto de fuentes de datos disponibles (enfoque descendente o “top-down”) como de la consulta a las partes interesadas (evaluación ascendente o “bottom-up”).

Estos indicadores informan sobre factores que pueden caracterizar las componentes del riesgo (peligro, exposición y vulnerabilidad), de manera que su posterior agregación, considerando posibles pesos o importancia relativa que puedan tener cada uno de ellos, si fuera el caso, da lugar a unos nuevos índices compuestos, situándose el índice de riesgo en el vértice de la pirámide. Se trata de un enfoque muy empleado, aunque la disponibilidad de datos adecuados para la escala de trabajo o la consideración de ciertos pasos en la transformación, ponderación y agregación de dichos datos, entre otros aspectos, pueden tener incidencia en los resultados obtenidos.

Igualmente, no hay que perder de vista que en la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo se incluyen criterios que los condicionan en el momento actual, considerando además que algunos de ellos puedan cambiar a lo largo del tiempo, como por ejemplo algunos factores relacionados con la capacidad adaptativa que se pretende impulsar con la adopción de medidas de adaptación.

Otro aspecto a tener en cuenta especialmente es la identificación del receptor del potencial impacto, muy vinculado al concepto de la exposición, puesto que va a condicionar el alcance y la orientación de los indicadores para la evaluación del riesgo, no solo de la exposición, sino también de la vulnerabilidad.

Dado que la evaluación del riesgo viene determinada por el comportamiento del peligro, de la exposición y de la vulnerabilidad, y dentro de esta última la sensibilidad y la capacidad adaptativa, es preciso definir indicadores que puedan caracterizar a cada uno de los factores anteriores. A efectos prácticos, desde el punto de vista del evaluador de un área estratégica, el mayor esfuerzo debe realizarse, sobre todo, en la identificación y selección de posibles indicadores que tengan que ver con la exposición, la sensibilidad y

¹⁶ https://www.aemet.es/documentos/es/eltiempo/prediccion/avisos/plan_meteoalerta/plan_meteoalerta.pdf

la capacidad adaptativa. En los apartados siguientes se proponen conceptos para poder establecer los indicadores correspondientes a cada factor o componente del riesgo, de forma que sirvan para la identificación y selección de posibles indicadores, además de la forma de evaluar dichos factores o componentes una vez definidos los indicadores que pueden intervenir en el proceso de evaluación del riesgo.

No existen métodos consensuados para la selección de los indicadores de las componentes o factores del riesgo. Sin embargo, esta selección sigue siendo un aspecto crítico en el proceso de evaluación del riesgo, ya que los resultados podrían no ser los esperados si no se seleccionan los indicadores apropiados. Una posible manera de abordar esta selección es mediante la aproximación conocida como *SMART* (*specific, measurable, attainable, relevant and time-bound*), que en castellano se puede traducir como específico, medible, alcanzable, relevante y limitado en el tiempo.

Así, de manera general, se podrían tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Que los indicadores estén bien enfocados, claramente definidos y sean apropiados, es decir, que sean lo más específicos y relevantes posible para la área estratégica y el impacto, lo que no significa necesariamente que no puedan ser compartidos con otras áreas estratégicas e impactos;
- Ya sea en términos cualitativos o cuantitativos, que sean lo más objetivos posible, aunque en el caso de las variables cualitativas sea más complicado conseguirlo;
- Tanto si se trata de indicadores cuantitativos como cualitativos, se tiene que considerar la posibilidad de definir umbrales que delimiten las posibles categorías. Estos valores umbral podrán depender, entre otros aspectos, de los valores de la serie de datos histórica disponible para el indicador o de límites esperados o alcanzables como consecuencia de la propia evolución en el tiempo del indicador o de los objetivos marcados con la incorporación de medidas de adaptación;
- Los indicadores deben tener preferiblemente una continuidad temporal, es decir, deben ser actualizables para que puedan ser reevaluados en el tiempo.

Haciendo resumen de todo lo expuesto, los principales ítems de la metodología de evaluación de riesgo que se propone en esta Guía, se describen en los siguientes apartados y se presentan a continuación de manera resumida:

1. La evaluación del riesgo de un determinado impacto se realiza combinando evaluaciones cualitativas y cuantitativas, que tienen como

- resultado un valor cuantitativo, que permite priorizar riesgos y realizar un seguimiento de su evolución en el tiempo.
2. El valor cuantitativo del riesgo se obtiene evaluando los componentes del propio riesgo, y relacionándolos a través de una función matemática.
 3. Los componentes del riesgo a su vez, se evalúan a través de un conjunto de indicadores, cuyos valores se promedian, bien aritméticamente o bien de manera ponderada.
 4. Estos indicadores, que pueden ser cuantitativos o cualitativos, y se seleccionan mediante criterio experto. Se aporta en el Anexo 1 una batería de posibles indicadores para cada componente.
 5. Una vez seleccionados, para cada indicador se establecen los intervalos de valores que podrían adoptar, así como los umbrales y criterios que permitan valorarlos en una escala entre 1 y 3, o entre 1 y 5, según el componente del riesgo del que se trate. También habrá que establecer como se relacionan matemáticamente los valores de estos indicadores para el cálculo del valor del componente del riesgo, lo que se hará, estableciendo el peso relativo de cada uno de los indicadores en el componente.
 6. Por último, se realiza la valoración del indicador, se calcula el valor del componente y por último el valor del riesgo.

Toda la información generada durante el proceso de evaluación de un impacto habrá de recogerse en la Herramienta diseñada de acuerdo con la presente metodología, permitiendo la inclusión ordenada de todos los factores que se describen en los apartados siguientes. En esta Herramienta se distinguen mediante colores las distintas tipologías de campos, conforme a lo recogido en la siguiente Figura 3.

Figura 3. Simbología de colores de fondo que aparecen en cada celda de la herramienta de cálculo de evaluación de riesgos.

	Datos obligatorios a introducir sin lista desplegable asociada
	Datos obligatorios a introducir a través de listas desplegables
	Datos voluntarios a introducir de forma libre
	Datos voluntarios a introducir a través de listas desplegables
	Celdas no modificables

Fuente: Herramienta Evaluación Riesgos Climáticos. OACC

4.3.1 VALORACIÓN DEL PELIGRO.

El **peligro** o **amenaza**, según la definición establecida en el Apartado 3, es la posible ocurrencia de un evento o tendencia relacionada con el clima, o su impacto físico, e inducidos por el hombre, que puede causar la pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como daños y pérdidas en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, prestación de servicios, ecosistemas y recursos ambientales, etc,

Por tanto, para el peligro o amenaza, es fundamental identificar las principales variables climáticas que puedan estar relacionadas con el tipo o los tipos de impacto que puedan afectar al área estratégica en cuestión y analizar su evolución. Lamentablemente, no se trata de un componente sobre el que se pueda actuar desde la perspectiva de la adaptación al cambio climático, como ya se ha comentado.

Así, por ejemplo, si el impacto está relacionado con las inundaciones por lluvias torrenciales y daños debidos a eventos climatológicos extremos, se deberán buscar variables correspondientes a precipitaciones extremas o que se desarrollen en un espacio de tiempo relativamente corto. En cambio, si se desea evaluar el riesgo de pérdida de biodiversidad y alteración del patrimonio natural o de los servicios ecosistémicos podría tener más sentido considerar variables relacionadas con las precipitaciones medias, sin que estas deban obedecer necesariamente a patrones climáticos extremos. Lo habitual es que varias de esas variables se puedan corresponder con varios de los tipos de impacto incluidos en el PAAC.

Los datos climáticos considerados en esta metodología, a excepción de los correspondientes a la subida media del nivel del mar¹⁷, proceden del *Visor de escenarios climáticos en Andalucía*. Por otra parte, la *Guía para la elaboración de los Planes Municipales contra el cambio climático*¹⁸, en su Anexo 1, incluye a modo de referencia una tabla con una propuesta de posible vinculación entre los distintos impactos y las variables climáticas que pudieran estar más directamente relacionadas con ellos.

En la herramienta para la evaluación del riesgo, para cada riesgo específico, se ha incluido por defecto, y de manera preliminar, una variable climática relacionada con cada uno de ellos. No obstante, a criterio de la persona evaluadora, y si así lo cree conveniente, una variable puede ser sustituida por otra de las que ofrece el visor y que guarde relación con el tipo de impacto analizado.

En conjunto, considerando todos los posibles impactos recogidos por el PAAC, las variables procedentes del visor de escenarios seleccionadas de manera preliminar son las siguientes:

- precipitación media anual;
- precipitación máxima anual
- temperatura máxima anual
- temperatura media anual
- número de días de calor superiores a 40 °C

A partir de datos descargados del *Visor de escenarios climáticos para el ámbito de Andalucía*, se han calculado para este proyecto valores promedio que se muestran en la Figura 4.

¹⁷ Datos procedentes del informe *Extreme sea levels on the rise along Europe's coasts* (<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2016EF000505>, JRC, 2017). En el Mediterráneo occidental se espera una subida media del nivel del mar de 20 cm (+15,8 %) para 2050 (RCP 4.5), 51 cm (+41,0 %) para 2100 (RCP 4.5), 24 cm (+19,7 %) para 2050 (RCP 8.5) y 75 cm (+60,7 %) para 2100 (RCP 8.5).

¹⁸ https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/web/cambio-climatico/documento/-/asset_publisher/hdxWUGtQGkX8/content/gu-c3-ada-para-la-elaboraci-c3-b3n-de-los-planes-municipales-de-cambio-clim-c3-a1tico/20151

En las filas denominadas “MEDIA” se incluyen los valores promedio calculados de las variables climáticas a partir de los valores del periodo de referencia 1961-2014 y de los valores de los diez modelos de circulación general (ACCESS-CM2, BCC-CSM2-MR, CanESM5, CMCC-ESM2, CNRM-ESM2-1, EC-EARTH3, MPI-ESM-2-HR, MRI-ESM2-0, NorESM2-MM, UKESM1-0-LL) que están disponibles para los periodos 2015-2040 (futuro cercano), 2041-2070 (futuro medio) y 2071-2100 (futuro lejano), todos ellos bajo el escenario SSP3-7.0.

También, con el fin de detectar su posible evolución en el tiempo, se ha calculado el cambio real (en términos de porcentaje) de los valores promedio de cada una de las variables climáticas, en sus periodos futuros, con respecto a los valores del periodo de referencia 1961-2014. Asimismo, se ha establecido unos umbrales o puntos de corte (denominados “Primer umbral” y “Segundo umbral”) para cada variable, que representan un decremento del 10 % e incremento del 10 %, respectivamente, con respecto a los valores de esas mismas variables en el periodo de referencia 1961-2014.

Figura 4. Variables climáticas y promedios a partir de los valores del periodo de referencia 1961-2014 y de los valores de los 10 modelos de circulación general (ACCESS-CM2, BCC-CSM2-MR, CanESM5, CMCC-ESM2, CNRM-ESM2-1, EC-EARTH3, MPI-ESM-2-HR, MRI-ESM2-0, NorESM2-MM, UKESM1-0-LL) que hay para los periodos 2015-2040 (futuro cercano), 2041-2070 (futuro medio) y 2071-2100 (futuro lejano), todos ellos bajo el escenario SSP3-7.0.

Modelo	Escenario	Periodo	pre_media	pre_max	tmax_media	tmed_media	ndc40_media
Historical	---	1961-2014	508,90	1247,50	21,83	15,89	2,38
ACCESS CM2	SSP3-7.0	2015-2040	503,00	1217,00	23,90	17,80	9,05
BCC-CSM2-MR	SSP3-7.0	2015-2040	431,00	1058,00	23,30	17,30	6,77
CanESM5	SSP3-7.0	2015-2040	503,00	1247,00	24,00	18,00	10,68
CMCC-ESM2	SSP3-7.0	2015-2040	456,00	1164,00	22,90	16,90	6,15
CNRM-ESM2-1	SSP3-7.0	2015-2040	512,00	1261,00	23,50	17,40	8,82
EC-EARTH3	SSP3-7.0	2015-2040	484,00	1204,00	24,40	18,30	11,74
MPI-ESM-2-HR	SSP3-7.0	2015-2040	492,00	1205,00	23,50	17,40	8,24
MRI-ESM2-0	SSP3-7.0	2015-2040	511,00	1308,00	23,60	17,60	9,60
NorESM2-MM	SSP3-7.0	2015-2040	490,00	1217,00	23,40	17,40	8,38
UKESM1-0-LL	SSP3-7.0	2015-2040	438,00	1100,00	24,30	18,20	12,28
MEDIA	SSP3-7.0	2015-2040	482,00	1198,10	23,68	17,63	9,17
ACCESS CM2	SSP3-7.0	2041-2070	500,00	1278,00	25,90	19,70	22,50
BCC-CSM2-MR	SSP3-7.0	2041-2070	398,00	982,00	25,00	18,80	15,31
CanESM5	SSP3-7.0	2041-2070	460,00	1117,00	26,20	20,00	29,32
CMCC-ESM2	SSP3-7.0	2041-2070	406,00	1046,00	25,50	19,20	15,69
CNRM-ESM2-1	SSP3-7.0	2041-2070	506,00	1231,00	24,50	18,30	15,04
EC-EARTH3	SSP3-7.0	2041-2070	464,00	1165,00	25,70	19,60	20,62
MPI-ESM-2-HR	SSP3-7.0	2041-2070	450,00	1088,00	24,70	18,50	15,24
MRI-ESM2-0	SSP3-7.0	2041-2070	525,00	1309,00	24,70	18,60	18,08
NorESM2-MM	SSP3-7.0	2041-2070	487,00	1227,00	25,00	18,80	21,85
UKESM1-0-LL	SSP3-7.0	2041-2070	470,00	1204,00	26,40	20,20	25,64
MEDIA	SSP3-7.0	2041-2070	466,60	1164,70	25,36	19,17	19,93
ACCESS CM2	SSP3-7.0	2071-2100	496,00	1224,00	28,10	21,80	43,36
BCC-CSM2-MR	SSP3-7.0	2071-2100	334,00	784,00	26,70	20,50	32,09
CanESM5	SSP3-7.0	2071-2100	429,00	1071,00	28,80	22,30	56,30
CMCC-ESM2	SSP3-7.0	2071-2100	410,00	1027,00	27,40	21,00	30,43
CNRM-ESM2-1	SSP3-7.0	2071-2100	462,00	1132,00	27,10	20,70	38,33
EC-EARTH3	SSP3-7.0	2071-2100	442,00	1057,00	27,60	21,30	38,51
MPI-ESM-2-HR	SSP3-7.0	2071-2100	482,00	1184,00	25,70	19,40	23,88
MRI-ESM2-0	SSP3-7.0	2071-2100	502,00	1246,00	25,90	19,70	28,83
NorESM2-MM	SSP3-7.0	2071-2100	438,00	1086,00	27,10	20,70	40,05
UKESM1-0-LL	SSP3-7.0	2071-2100	378,00	939,00	29,30	22,90	50,07
MEDIA	SSP3-7.0	2071-2100	437,30	1075,00	27,37	21,03	38,19

CAMBIO REAL	2015-2040	-5,29%	-3,96%	8,50%	10,99%	284,93%
	2041-2070	-8,31%	-6,64%	16,20%	20,68%	736,47%
	2071-2100	-14,07%	-13,83%	25,41%	32,39%	1502,73%

Primer umbral	458,01	1122,75	19,64	14,30	2,14
Segundo umbra	559,79	1372,25	24,01	17,47	2,62

Fuente: Elaboración propia.

En la metodología propuesta, para cada una de las variables climáticas se han considerado como posibles indicadores de peligro los siguientes dos factores: la **magnitud del cambio esperado** en la variable y la **temporalidad del cambio esperado** en la variable, referida esta última al periodo de tiempo en el que se espera un determinado nivel de cambio, es decir, si será a corto plazo, a medio plazo o a largo plazo. Esta propuesta se realiza en consonancia con la propuesta metodológica de evaluación de la componente de peligro realizada en la *Guía para la elaboración de Planes Municipales de Cambio Climático* de la Junta de Andalucía.

A partir del conocimiento que se disponga, de la información recopilada en el análisis de los escenarios climáticos o de la información sobre los fenómenos meteorológicos históricos, por ejemplo, se deberán valorar de manera cualitativa ambos factores.

En la herramienta para la evaluación del riesgo, a diferencia de lo que ocurre con otros indicadores pertenecientes a otros componentes del riesgo (exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa), con valores posibles entre 1 y 5, todos los indicadores relativos al peligro, tanto los que hacen referencia a la magnitud del cambio como los que hacen referencia a la temporalidad del cambio, pueden tener tres posibles valores: 1, 2 o 3.

En el caso de los indicadores de magnitud del cambio se compara el valor promedio de la variable en cuestión en el periodo de futuro cercano (2015-2040) con respecto a los umbrales marcados (+10%, -10%) sobre el periodo de referencia 1961-2014. En las variables relacionadas con la precipitación, si aumenta más de un 10 %, el valor del indicador de magnitud que debe asignarse será de “1”. Si el valor oscila entre un aumento del 10% y una disminución del 10 %, entonces el valor estandarizado a asignar debe ser “2”. Y si el dato supone una disminución superior al 10 %, entonces el valor a asignar en la herramienta es “3”. Para el caso de las variables relacionadas con la temperatura, se aplica el mismo razonamiento pero en sentido contrario (el valor 3 correspondería a aumentos superiores al 10%).

En la herramienta, para la variable seleccionada para cada tipo de impacto específico, se permite la introducción de 2 indicadores de peligro, siendo el primero de ellos el correspondiente a la magnitud del cambio de la variable y el segundo, el correspondiente a la temporalidad del cambio de la misma variable climática. Como ya se ha señalado, para ambos indicadores la valoración en la herramienta consiste en asignar los valores posibles (1, 2 o 3) a través de una lista desplegable que existe para cada indicador de peligro.

La herramienta se encuentra precargada con todas las variables e indicadores correspondientes a esta componente del riesgo.

Los campos disponibles en la herramienta para informar los indicadores correspondientes al componente del peligro son los que aparecen en la Tabla 1.

Tabla 1 Campos correspondientes a indicadores de peligro en la herramienta

Área estratégica	Área estratégica según el PAAC. No editable
Impacto	Impacto según el PAAC. No editable
Tipo de indicador	Peligro
Indicador	Nombre del indicador, pudiendo adoptar los siguientes: “Magnitud del cambio de la variable climática seleccionada” o a “Temporalidad del cambio de la variable climática seleccionada”. Campo Editable.
Valor	Valor “1”, “2” o “3”. En general, para indicadores correspondientes a la magnitud del cambio el valor “1” significa que disminuye en gran medida con el tiempo, el valor “2” que se mantiene u oscila poco, y “3” que aumenta de manera significativa. Para indicadores correspondientes a la temporalidad del cambio, en general, el valor “1” significa que el cambio se producirá previsiblemente en el futuro lejano, el valor “2” que se producirá en el futuro medio, y el valor “3” que lo hará en el futuro cercano o incluso no se producirá dicho cambio. Editable.
Promedio	Valor promedio del peligro, entre 1 y 3, calculado a partir de la media aritmética de la magnitud y de la temporalidad del cambio de la variable climática. No editable.
Definición	Definición del indicador. Texto libre editable
Método de obtención	Método de obtención o forma de calcular el indicador. Texto libre editable
Fuente	Fuente de la que procede el indicador. Texto libre editable.
Fecha	Fecha del indicador. Editable, aunque restringido a los valores (años) de una lista desplegable
Notas	Posibles notas o comentarios aportados por la persona evaluadora . Texto libre editable.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez informados ambos indicadores, la herramienta calcula y ofrece el valor “Promedio” como valor del componente Peligro, que se tiene en cuenta para la evaluación del riesgo de cada impacto en cuestión, y se traslada de manera automática a su correspondiente lugar en la matriz de riesgos.

En el caso particular del Peligro el valor promedio se calcula como la media aritmética de la magnitud del cambio esperado y de la temporalidad del cambio esperado, es decir, la herramienta asigna el mismo peso a ambos indicadores.

$$([\text{magnitud}] + [\text{temporalidad}]) / 2$$

La interpretación del valor de peligro obtenido sería la siguiente:

- Si es 0, el peligro es nulo, dado que ni la magnitud ni la temporalidad del cambio esperado han sido asignadas por el usuario para un determinado impacto;
- Si es 1, el peligro es muy bajo, ya que solo se ha asignado o bien la magnitud, que no aumenta en el tiempo, o bien la temporalidad del cambio, que se produce a largo plazo;
- Si es 1,5, el peligro es bajo, puesto que se espera que la magnitud del peligro no aumente y que la temporalidad del cambio sea a medio o largo plazo;
- Si es 2, el peligro es medio, puesto que se espera que aumente la magnitud del peligro a largo plazo o que se mantenga en el medio plazo;
- Si es 2,5, el peligro es alto, puesto que se espera que se mantenga la magnitud a corto plazo o que aumente a medio plazo;
- Y si es 3, el peligro es muy alto, puesto que se espera un aumento significativo de la magnitud del peligro y además a corto plazo.

A modo de ejemplo, usando la información expuesta en la Figura 4, si observamos el valor promedio de la temperatura media en el periodo 2015-2040, que es 17,63 °C, y el valor de las observaciones del periodo de referencia 1961-2014, que es 15,89 °C, se puede deducir que se produce un incremento del 10,99 %. Esto quiere decir que el valor del cambio de la magnitud de la temperatura media a asignar en la herramienta deberá de ser “3”, puesto que ese porcentaje es superior al 10 % que se establece para ese valor.

Por su parte, en el caso de los indicadores de temporalidad del cambio se evalúa en qué periodo de tiempo futuro se puede producir un determinado nivel de cambio, establecido en este caso como el 10 % para cada una de las variables climáticas. Así, si en el futuro cercano (periodo 2015-2040) se prevé un cambio superior al 10%, entonces el valor a asignar en la herramienta sería “3”, dado que se espera un cambio importante y

con ello el peligro es máximo. Si el cambio es superior al 10 % en el futuro medio (periodo 2041-2070), entonces el valor a asignar sería “2”. Y si es superior en el futuro lejano (periodo 2071-2100) o incluso no se llega a producir ese incremento del 10 % en ninguno de estos periodos futuros, entonces el valor a asignar sería “1”, que representa el peligro mínimo.

Siguiendo con el mismo ejemplo anterior de la temperatura media, dado que ya en el periodo más cercano, entre 2015-2040, el incremento es del 10,99 %, el valor asignar sería “3”.

Figura 5. Valoración del peligro mediante indicadores en la herramienta

2.1. DATOS DE INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO SEGÚN ÁREA ESTRATÉGICA E IMPACTO (SITUACIÓN A)						
ÁREA ESTRATÉGICA	IMPACTO	TIPO INDICADOR	INDICADOR	VALOR	PESO	PROMEDIO
a) Recursos hídricos	a) Inundaciones por lluvias torrenciales y daños debidos a eventos climatológicos extremos	Peligro	Magnitud del cambio en la precipitación máxima anual	2	1	1,50
a) Recursos hídricos	a) Inundaciones por lluvias torrenciales y daños debidos a eventos climatológicos extremos	Peligro	Temporalidad del cambio en la precipitación máxima anual	1		
a) Recursos hídricos	b) Inundación de zonas litorales y daños por la subida del nivel del mar	Peligro	Magnitud del cambio en la subida del nivel medio del mar	3		2,50
a) Recursos hídricos	b) Inundación de zonas litorales y daños por la subida del nivel del mar	Peligro	Temporalidad del cambio en la subida del nivel medio del mar	2		
a) Recursos hídricos	f) Cambios de la disponibilidad del recurso agua y pérdida de calidad	Peligro	Magnitud del cambio en la precipitación media anual	2		1,50
a) Recursos hídricos	f) Cambios de la disponibilidad del recurso agua y pérdida de calidad	Peligro	Temporalidad del cambio en la precipitación media anual	1		
a) Recursos hídricos	g) Incremento de la sequía	Peligro	Magnitud del cambio en la precipitación media anual	2		1,50
a) Recursos hídricos	g) Incremento de la sequía	Peligro	Temporalidad del cambio en la precipitación media anual	1		
i) Salud	a) Inundaciones por lluvias torrenciales y daños debidos a eventos climatológicos extremos	Peligro	Magnitud del cambio en la precipitación máxima anual	2		1,50
i) Salud	a) Inundaciones por lluvias torrenciales y daños debidos a eventos climatológicos extremos	Peligro	Temporalidad del cambio en la precipitación máxima anual	1		
i) Salud	f) Cambios de la disponibilidad del recurso agua y pérdida de calidad	Peligro	Magnitud del cambio en la precipitación media anual	2		1,50
i) Salud	f) Cambios de la disponibilidad del recurso agua y pérdida de calidad	Peligro	Temporalidad del cambio en la precipitación media anual	1		
i) Salud	g) Incremento de la sequía	Peligro	Magnitud del cambio en la precipitación media anual	2		1,50
i) Salud	g) Incremento de la sequía	Peligro	Temporalidad del cambio en la precipitación media anual	1		

Fuente: Herramienta Evaluación Riesgos Climáticos. OACC

4.3.2 VALORACIÓN DE LA EXPOSICIÓN.

La **exposición**, según la definición establecida en el Apartado 3, describe la presencia de personas; medios de vida; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos medioambientales, infraestructuras; o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente.

Por tanto, **para la exposición**, y en consecuencia para la vulnerabilidad, como se verá más adelante, **es fundamental identificar qué o quién puede ser el receptor de cada uno de los impactos del PAAC.**

Los indicadores de exposición podrán ser diferentes dependiendo del área estratégica y del impacto contemplado para esa área estratégica. No obstante, puede suceder que un mismo indicador, o muy similar, pueda ser compartido entre dos áreas estratégicas diferentes, considerando el mismo tipo de impacto, o que incluso dicho indicador aplique para dos o más impactos de una misma área estratégica.

Es importante, por tanto, identificar el receptor del potencial impacto, porque sobre este receptor se deberán definir posteriormente otros indicadores que puedan caracterizar su sensibilidad y capacidad adaptativa, los dos factores de la componente de vulnerabilidad.

En esta Guía se ha elaborado una lista preliminar de posibles indicadores de exposición (*ver Anexo 1. Indicadores para evaluación de componentes del riesgo climático según Áreas Estratégicas e Impactos del PAAC*), para aquellos impactos considerados como prioritarios en la evaluación preliminar del PAAC (valoración del riesgo media o alta). Esta lista puede servir de base o punto de partida sobre el que seguir trabajando desde los equipos técnicos de la distintas áreas estratégicas en la definición de la lista de indicadores definitivos que puedan formar parte de la evaluación del riesgo para cada impacto específico. Mediante estas tablas se identifican posibles umbrales o puntos de corte para la categorización de los datos de los indicadores que la persona evaluadora deberá tener en consideración a la hora de introducir información en la herramienta.

En la herramienta, para cada riesgo específico en función del tipo de impacto y área estratégica, se permite la introducción de valores para hasta cuatro indicadores posibles, todos ellos basados en una lista desplegable con los valores posibles “1”, “2”, “3”, “4” o “5”.

Los campos disponibles en la herramienta para los indicadores de exposición son los que aparecen en la Tabla 2.

Tabla 2 Campos correspondientes a indicadores de EXPOSICIÓN en la herramienta

Área estratégica	Área estratégica según el PAAC. No editable
Impacto	Impacto según el PAAC. No editable
Tipo de indicador	Exposición
Indicador	Nombre del indicador. Editable.
Valor	Valor “1”, “2”, “3”, “4” o “5”. Este valor deberá ser introducido por el usuario de acuerdo con los criterios de categorización que se definan para ellos. La ausencia de dato en este campo indica que la exposición se considera nula o no se desea que el indicador forme parte de la evaluación. Editable.
Peso	Valor entre el rango de “0” y “1”. El peso o ponderación del indicador podrá ser ajustado, teniendo en cuenta que la suma de los pesos de todos los indicadores de exposición para un mismo riesgo específico deberá ser 1. Inicialmente todos los indicadores tienen el mismo peso. Editable.
Promedio	Valor promedio comprendido en el rango de entre “1” y “5”, que se calcula a partir de la media ponderada, considerando el valor y el peso establecido, de aquellos indicadores de exposición correspondientes al mismo riesgo específico. No editable.
Definición	Definición del indicador. Texto libre editable
Método de obtención	Método de obtención o forma de calcular el indicador. Texto libre editable
Fuente	Fuente de la que procede el indicador. Texto libre editable.
Fecha	Fecha del indicador. Editable, aunque restringido a los valores (años) de una lista desplegable
Notas	Posibles notas o comentarios aportados por la persona evaluadora . Texto libre editable.

Fuente: Elaboración propia

Una vez informados todos los indicadores, la herramienta calcula y ofrece el valor “Promedio” como valor del componente Exposición, que se tiene en cuenta para la evaluación del riesgo de cada impacto en cuestión, y se traslada de manera automática a su correspondiente lugar en la matriz de riesgos.

El cálculo se realiza mediante la media ponderada de las magnitudes de los indicadores informados y sus correspondientes pesos. La Herramienta por defecto tiene asignados el mismo peso a todos los indicadores, por lo que en principio se trataría de una media aritmética, aunque este es modificable por cada evaluador:

$\Sigma(\text{Valor del indicador}) \times [\text{Peso del indicador}]$

La interpretación del valor de la exposición obtenido sería la siguiente:

- Si es “0” o la celda está vacía, la exposición es nula o no ha sido considerada para la evaluación del riesgo en ese impacto y área estratégica;
- Si es entre “0” y “1”, la exposición es muy baja;
- Si es entre “1” y “2”, la exposición es baja;
- Si es entre “2” y “3”, la exposición es media;
- Si es entre “3” y “4”, la exposición es alta;
- Y si es entre “4” y “5”, la exposición es muy alta.

A modo de ejemplo, y basándonos en lo recogido en la Tabla 3 (extraída del *Anexo 1. Indicadores para evaluación de componentes del riesgo climático según Áreas Estratégicas e Impactos del PAAC*) sobre un posible indicador, por ejemplo “Cambio en el porcentaje de habitantes por kilómetro cuadrado en capitales de provincias y ciudades mayores de cien mil habitantes con respecto al porcentaje existente de hace 10 años”, para la evaluación de la exposición del riesgo específico relativo al Área estratégica *f) Urbanismo y ordenación del territorio* e Impacto *e) Pérdida de calidad del aire*, dependiendo de la magnitud con la que haya cambiado dicho indicador, la persona evaluadora deberá asignar en el correspondiente lugar de la herramienta un valor de “1”, “2”, “3”, “4” o “5”.

Para identificar ese lugar en la herramienta donde poder introducir el valor que proceda, previamente se deberá haber filtrado por Área Estratégica (en este ejemplo *f. Urbanismo y ordenación del territorio*), Impacto (en este ejemplo *e. Pérdida de calidad del aire*) y Tipo de indicador (en este caso “Exposición”). Para la mayor parte de los indicadores se aporta, además, información relacionada con el mismo en forma de enlace web.

Tabla 3 Posible indicador para la evaluación de la exposición del riesgo específico correspondiente al Área estratégica f) Urbanismo y ordenación del territorio e Impacto e) Pérdida de calidad del aire

ÁREA ESTRATÉGICA	f) Urbanismo y ordenación del territorio
IMPACTO	e) Pérdida de calidad del aire
COMPONENTE DEL RIESGO	Exposición
INDICADOR	Cambio en el porcentaje de habitantes por kilómetro cuadrado en capitales de provincias y ciudades mayores de cien mil habitantes con respecto al porcentaje existente de hace 10 años
VALOR	DESCRIPCIÓN
1 - MUY BAJO	El porcentaje de habitantes por kilómetro cuadrado en capitales de provincias y ciudades mayores de cien mil habitantes ha descendido en más de un 10 % con respecto al porcentaje existente de hace 10 años
2 - BAJO	El porcentaje de habitantes por kilómetro cuadrado en capitales de provincias y ciudades mayores de cien mil habitantes ha descendido entre un 5-10 % con respecto al porcentaje existente de hace 10 años
3 - MEDIO	El porcentaje de habitantes por kilómetro cuadrado en capitales de provincias y ciudades mayores de cien mil habitantes se sitúa entre un -5 % y un +5 % con respecto al porcentaje existente de hace 10 años
4 - ALTO	El porcentaje de habitantes por kilómetro cuadrado en capitales de provincias y ciudades mayores de cien mil habitantes ha aumentado entre un 5-10 % con respecto al porcentaje existente de hace 10 años
5 - MUY ALTO	El porcentaje de habitantes por kilómetro cuadrado en capitales de provincias y ciudades mayores de cien mil habitantes ha aumentado en más de un 10 % con respecto al porcentaje existente de hace 10 años
INFORMACIÓN RELACIONADA	https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/gradourbanizacion/informe_tecnico_2020.pdf

Fuente: elaboración propia

Figura 6. Valoración de la exposición mediante indicadores en la herramienta

2.1. DATOS DE INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO SEGÚN ÁREA ESTRATÉGICA E IMPACTO (SITUACIÓN A)						
ÁREA ESTRATÉGICA	IMPACTO	TIPO INDICADOR	INDICADOR	VALOR	PESO	
f) Urbanismo y ordenación del territorio	e) Pérdida de calidad del aire	Exposición	Cambio en el porcentaje de habitantes por kilómetro cuadrado en capitales de provincias y ciudades mayores de cien mil habitantes con respecto al porcentaje existente de hace 10 años		1,00	
f) Urbanismo y ordenación del territorio	e) Pérdida de calidad del aire	Exposición				
f) Urbanismo y ordenación del territorio	e) Pérdida de calidad del aire	Exposición				
f) Urbanismo y ordenación del territorio	e) Pérdida de calidad del aire	Exposición				

Fuente: Herramienta Evaluación Riesgos Climáticos. OACC

4.3.3 VALORACIÓN DE LA VULNERABILIDAD.

La **vulnerabilidad** del sistema expuesto y de sus elementos, según la definición establecida en el Apartado 3, describe la predisposición de estos a verse afectados negativamente. La vulnerabilidad engloba tanto la **sensibilidad**, o susceptibilidad al daño, como la **capacidad adaptativa**, o capacidad de los propios ecosistemas para hacer frente y adaptarse.

Como criterio general para decidir cuándo un indicador puede ser de sensibilidad o de capacidad adaptativa, se propone utilizar una sencilla clasificación:

- Si a medida que aumenta el valor del indicador se incrementa también la vulnerabilidad, entonces se considera que es un indicador de sensibilidad
- y si, por el contrario, a medida que aumenta el valor del indicador disminuye, la vulnerabilidad, entonces se considera que se trata de un indicador de capacidad adaptativa.

Al igual que sucedía con los indicadores de exposición, los indicadores para la sensibilidad y la capacidad adaptativa podrán ser diferentes dependiendo del área estratégica y del impacto. Puede suceder, no obstante, que un mismo indicador, o muy similar, pueda ser compartido entre dos áreas estratégicas diferentes, considerando el mismo tipo de impacto, o que incluso dicho indicador aplique para dos o más impactos de una misma área estratégica.

Si importante era identificar el receptor del potencial impacto a través de indicadores de exposición, no lo son menos los indicadores que puedan caracterizar su sensibilidad y capacidad adaptativa.

Mientras que para la exposición se consideraba el qué o quién puede sufrir el impacto frente a un determinado peligro climático, en el caso de la sensibilidad nos referimos más a las características, propias o que le afecten, que hacen que ese receptor expuesto, sea más frágil o pueda sufrir el impacto con mayor severidad que otros receptores. Un ejemplo sencillo de entender es el indicador de la edad, ante episodios extremos de calor y cómo afectan estos a la salud de la población. Aunque todas las personas estamos expuestas a ese peligro las personas mayores son más sensibles que otras, y por tanto son también más vulnerables. Esa característica sería inherente al propio receptor. Otro ejemplo de indicador de sensibilidad, para el mismo ejemplo, aunque ya no achacable al

propio receptor, podría ser la antigüedad de las viviendas o la carencia de un buen aislamiento térmico de estas.

Por su parte, la capacidad adaptativa refleja, justo de manera inversa a lo que ocurre con la sensibilidad, características propias o que le afecten de alguna manera, que hacen que el receptor pueda responder de forma más positiva a los potenciales impactos. Siguiendo con el mismo ejemplo de calor y su impacto en la población, una mayor renta per cápita permite poder acometer con más facilidad posibles obras en las viviendas para la mejora de la eficiencia energética. O que desde la planificación se promueva la creación de nuevas zonas verdes en una ciudad. En cualquiera de los casos, un aumento de la renta per cápita o de la superficie de zonas verdes urbanas implican un aumento de la capacidad adaptativa y, por tanto, una disminución de la vulnerabilidad.

Dado que esta componente del riesgo engloba tanto la sensibilidad como la capacidad adaptativa, la valoración de la vulnerabilidad se llevará a cabo valorando cada uno de estos dos factores por separado, para integrarlos posteriormente.

Valoración de la sensibilidad.

En esta Guía se ha elaborado una lista preliminar de posibles indicadores para la identificación de indicadores de sensibilidad (ver *Anexo 1. Indicadores para evaluación de componentes del riesgo climático según Áreas Estratégicas e Impactos del PAAC*) para aquellos impactos considerados como prioritarios en la evaluación preliminar del PAAC (valoración del riesgo media o alta). Esta lista puede servir de base o punto de partida sobre el que seguir trabajando desde los equipos técnicos de la distintas áreas estratégicas en la definición de la lista de indicadores definitivos que puedan formar parte de la evaluación del riesgo para cada impacto específico. Mediante estas tablas se identifican posibles umbrales o puntos de corte para la categorización de los datos de los indicadores que la persona evaluadora deberá tener en consideración a la hora de introducir información en la herramienta.

En la herramienta, para cada riesgo específico en función del tipo de impacto y área estratégica, se permite la introducción de valores para hasta cuatro indicadores posibles, todos ellos basados en una lista desplegable con los valores posibles “1”, “2”, “3”, “4” o “5”.

Los campos disponibles en la herramienta para los indicadores de sensibilidad son los que aparecen en la Tabla 4.

Tabla 4 Campos correspondientes a indicadores de sensibilidad en la herramienta

Área estratégica	Área estratégica según el PAAC. No editable
Impacto	Impacto según el PAAC. No editable
Tipo de indicador	Sensibilidad
Indicador	Nombre del indicador. Editable.
Valor	Valor “1”, “2”, “3”, “4” o “5”. Este valor deberá ser introducido por el usuario de acuerdo con los criterios de categorización que se definan para ellos. La ausencia de dato en este campo indica que la sensibilidad se considera nula o no se desea que el indicador forme parte de la evaluación. Editable.
Peso	Valor entre el rango de “0” y “1”. El peso o ponderación del indicador podrá ser ajustado, teniendo en cuenta que la suma de los pesos de todos los indicadores de sensibilidad para un mismo riesgo específico deberá ser 1. Inicialmente todos los indicadores tienen el mismo peso. Editable.
Promedio	Valor promedio comprendido en el rango de entre “1” y “5”, que se calcula a partir de la media ponderada, considerando el valor estandarizado y el peso establecido, de aquellos indicadores de sensibilidad correspondientes al mismo riesgo específico. No editable.
Definición	Definición del indicador. Texto libre editable
Método de obtención	Método de obtención o forma de calcular el indicador. Texto libre editable
Fuente	Fuente de la que procede el indicador. Texto libre editable.
Fecha	Fecha del indicador. Editable, aunque restringido a los valores (años) de una lista desplegable
Notas	Posibles notas o comentarios aportados por la persona evaluadora . Texto libre editable.

Fuente: Elaboración propia

Una vez informados todos los indicadores, la herramienta calcula y ofrece el valor “Promedio”, que sin ninguna transformación posterior, es el valor de sensibilidad que se tiene en cuenta para la evaluación del riesgo de cada impacto en cuestión, además se traslada de manera automática a su correspondiente lugar en la matriz de riesgos, en función de la zona de impacto y área estratégica que corresponda en cada caso.

El cálculo se realiza mediante la media ponderada de las magnitudes de los indicadores informados y sus correspondientes pesos. La Herramienta por defecto tiene asignados el mismo peso a todos los indicadores, por lo que en principio se trataría de una media aritmética, aunque este es modificable por cada evaluador:

$$\Sigma([\text{Valor del indicador}] \times [\text{Peso del indicador}])$$

La interpretación del valor de la sensibilidad obtenido sería la siguiente:

- Si la celda está vacía, la sensibilidad no ha sido considerada para la evaluación del riesgo en ese impacto y área estratégica;
- Si es entre “0” y “1”, la sensibilidad es muy baja;
- Si es entre “1” y “2”, la sensibilidad es baja;
- Si es entre “2” y “3”, la sensibilidad es media;
- Si es entre “3” y “4”, la sensibilidad es alta;
- Y si es entre “4” y “5”, la sensibilidad es muy alta.

Siguiendo con el ejemplo de los posibles indicadores relativos al Área estratégica *f) Urbanismo y ordenación del territorio* e Impacto *e) Pérdida de calidad del aire*, según la Tabla 5 (extraída también del *Anexo 1. Indicadores para evaluación de componentes del riesgo climático según Áreas Estratégicas e Impactos del PAAC*), la evaluación de la sensibilidad para este riesgo específico puede considerar el “Cambio en el porcentaje de personas mayores de 65 años con respecto al porcentaje existente de hace 10 años”. Dependiendo de en qué medida haya podido cambiar el porcentaje, el valor a asignar en la herramienta podrá oscilar entre “1”, como valor más bajo para la sensibilidad, y “5”, como valor más alto.

En este ejemplo, para identificar el lugar de la herramienta donde poder introducir el valor que proceda para este riesgo específico, previamente se deberá haber filtrado por Área Estratégica (*f. Urbanismo y ordenación del territorio*), Impacto (*e. Pérdida de calidad del aire*) y Tipo de indicador (en este caso “Sensibilidad”). Para algunos indicadores se aporta, además, información relacionada con el mismo en forma de enlace web.

Tabla 5 Posible indicador para la evaluación de la sensibilidad del riesgo específico correspondiente al Área estratégica f) Urbanismo y ordenación del territorio e Impacto e) Pérdida de calidad del aire

ÁREA ESTRATÉGICA	f) Urbanismo y ordenación del territorio
IMPACTO	e) Pérdida de calidad del aire
COMPONENTE DEL RIESGO	Sensibilidad
INDICADOR	Cambio en el porcentaje de personas mayores de 65 años con respecto al porcentaje existente de hace 10 años
VALOR	DESCRIPCIÓN
1 - MUY BAJO	El porcentaje de personas mayores de 65 años ha descendido en más de un 10 % con respecto al porcentaje existente de hace 10 años
2 - BAJO	El porcentaje de personas mayores de 65 años ha descendido entre un 5-10 % con respecto al porcentaje existente de hace 10 años
3 - MEDIO	El porcentaje de personas mayores de 65 años se sitúa entre un -5 % y un +5 % con respecto al porcentaje existente de hace 10 años
4 - ALTO	El porcentaje de personas mayores de 65 años ha aumentado entre un 5-10 % con respecto al porcentaje existente de hace 10 años
5 - MUY ALTO	El porcentaje de personas mayores de 65 años ha aumentado en más de un 10 % con respecto al porcentaje existente de hace 10 años
INFORMACIÓN RELACIONADA	https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/badea/informe/anual?CodOper=b3_151&idNode=23204

Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Valoración de la sensibilidad mediante indicadores en la herramienta

2.1. DATOS DE INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO SEGÚN ÁREA ESTRATÉGICA E IMPACTO (SITUACIÓN A)						
ÁREA ESTRATÉGICA	IMPACTO	TIPO INDICADOR	INDICADOR	VALOR	PESO	PROMEDIO
f) Urbanismo y ordenación del territorio	e) Pérdida de calidad del aire	Sensibilidad	Cambio en el porcentaje de personas mayores de 65 años con respecto al porcentaje existente de hace 10 años		0,25	
f) Urbanismo y ordenación del territorio	e) Pérdida de calidad del aire	Sensibilidad	Cambio en la tasa de mortalidad atribuida a las enfermedades respiratorias crónicas y cardiovasculares con respecto al porcentaje existente de hace 10 años		0,25	
f) Urbanismo y ordenación del territorio	e) Pérdida de calidad del aire	Sensibilidad	Niveles de calidad del aire en zonas urbanas de Andalucía (concentración de partículas PM 2.5, NO2, etc.)		0,25	
f) Urbanismo y ordenación del territorio	e) Pérdida de calidad del aire	Sensibilidad	Cambio en la densidad de vivienda por hectárea en capitales de provincias y ciudades mayores de cien mil habitantes con respecto a la densidad existente de hace 10 años		0,25	

Fuente: Herramienta Evaluación Riesgos Climáticos. OACC

Valoración de la capacidad adaptativa.

En esta Guía se ha elaborado una lista preliminar de indicadores de capacidad adaptativa (ver Anexo 1. *Indicadores para evaluación de componentes del riesgo climático según Áreas Estratégicas e Impactos del PAAC*) para aquellos impactos considerados como prioritarios en la evaluación preliminar del PAAC (valoración del riesgo media o alta). Esta lista puede servir de base o punto de partida sobre el que seguir trabajando desde los equipos técnicos de las áreas estratégicas en la definición de la lista de indicadores definitivos que puedan formar parte de la evaluación del riesgo para cada impacto específico. Mediante estas tablas se identifican posibles umbrales o puntos de corte para la categorización de los datos de los indicadores que la persona evaluadora deberá tener en consideración a la hora de introducir información en la herramienta.

En la herramienta, para cada riesgo específico en función del tipo de impacto y área estratégica, se permite la introducción de valores para hasta cuatro indicadores posibles, todos ellos basados en una lista desplegable con los valores posibles “1”, “2”, “3”, “4” o “5”.

Los campos disponibles en la herramienta para los indicadores de capacidad adaptativa son los que aparecen en la Tabla 6.

Tabla 6 Campos correspondientes a indicadores de capacidad adaptativa en la herramienta

Área estratégica	Área estratégica según el PAAC. No editable
Impacto	Impacto según el PAAC. No editable
Tipo de indicador	Capacidad adaptativa
Indicador	Nombre del indicador. Editable.
Valor	Valor “1”, “2”, “3”, “4” o “5”. Este valor deberá ser introducido por el usuario de acuerdo con los criterios de categorización que se definan para ellos. La ausencia de dato en este campo indica que la capacidad adaptativa se considera nula o no se desea que el indicador forme parte de la evaluación. Editable.
Peso	Valor entre el rango de “0” y “1”. El peso o ponderación del indicador podrá ser ajustado, teniendo en cuenta que la suma de los pesos de todos los indicadores de capacidad adaptativa para un mismo riesgo específico deberá ser 1. Inicialmente todos los indicadores tienen el mismo peso. Editable.
Promedio	Valor promedio comprendido en el rango de entre “1” y “5”, que se calcula a partir de la media ponderada, considerando el valor estandarizado y el peso establecido, de aquellos indicadores de capacidad adaptativa correspondientes al mismo riesgo específico. No editable.

Definición	Definición del indicador. Texto libre editable
Método de obtención	Método de obtención o forma de calcular el indicador. Texto libre editable
Fuente	Fuente de la que procede el indicador. Texto libre editable.
Fecha	Fecha del indicador. Editable, aunque restringido a los valores (años) de una lista desplegable
Notas	Posibles notas o comentarios aportados por la persona evaluadora . Texto libre editable.

Fuente: Elaboración propia

Una vez informados todos los indicadores, la herramienta calcula y ofrece el valor “Promedio”, que sin ninguna transformación posterior, es el valor de la capacidad adaptativa que se tiene en cuenta para la evaluación del riesgo de cada impacto en cuestión, además se traslada de manera automática a su correspondiente lugar en la matriz de riesgos, en función de la zona de impacto y área estratégica que corresponda en cada caso.

El cálculo se realiza mediante la media ponderada de las magnitudes de los indicadores informados y sus correspondientes pesos. La Herramienta por defecto tiene asignados el mismo peso a todos los indicadores, por lo que en principio se trataría de una media aritmética, aunque este es modificable por cada evaluador:

$$\Sigma([\text{Valor del indicador}] \times [\text{Peso del indicador}])$$

La interpretación del valor de la capacidad adaptativa obtenido sería la siguiente:

- Si la celda está vacía, la capacidad adaptativa no ha sido considerada para la evaluación del riesgo en ese impacto y área estratégica;
- Si es entre “4” y “5”, la capacidad adaptativa es muy baja;
- Si es entre “3” y “4”, la capacidad adaptativa es baja;
- Si es entre “2” y “3”, la capacidad adaptativa es media;
- Si es entre “1” y “2”, la capacidad adaptativa es alta;
- Y si es entre “0” y “1”, la capacidad adaptativa es muy alta.

Nótese que, en el caso de la capacidad adaptativa, aunque la secuencia de valores posibles coincide con los valores posibles de sensibilidad, y también con los de exposición, de 1 a 5, su significado no es el mismo. Como ya se ha explicado, la capacidad adaptativa es un concepto inverso al de la sensibilidad y para poder integrar ambos de una manera sencilla, en la herramienta se ha invertido igualmente esa escala de valores. Por ello, todos los valores de las tablas de valoración (entre 1 y 5) de los indicadores de capacidad adaptativa incluidas en el Anexo 1. Indicadores para evaluación de componentes del riesgo climático según Áreas Estratégicas e Impactos del PAAC, u otros que se puedan establecer desde la áreas técnicas, deben estar INVERTIDOS. Es decir, el valor mínimo para un indicador de capacidad adaptativa será “5” y el valor máximo será “1”.

Siguiendo nuevamente con el mismo ejemplo de los posibles indicadores relativos al Área estratégica *f) Urbanismo y ordenación del territorio* e Impacto *e) Pérdida de calidad del aire*, según la Tabla 7 (extraída también del Anexo 1. *Indicadores para evaluación de componentes del riesgo climático según Áreas Estratégicas e Impactos del PAAC*), la evaluación de la capacidad adaptativa para este riesgo específico puede considerar el “Porcentaje de municipios con ciudades mayores de cien mil habitantes que contemplan planes de mejora de la calidad del aire”. Dependiendo de en qué medida haya podido cambiar el porcentaje, el valor a asignar en la herramienta podrá oscilar entre “5”, como valor más bajo para la capacidad adaptativa, y “1”, como valor más alto.

En este ejemplo, para identificar el lugar de la herramienta donde poder introducir el valor que proceda para este riesgo específico, previamente se deberá haber filtrado por Área Estratégica (*f. Urbanismo y ordenación del territorio*), Impacto (*e. Pérdida de calidad del aire*) y Tipo de indicador (en este caso “Capacidad adaptativa”). Para algunos indicadores se aporta, además, información relacionada con el mismo en forma de enlace web.

Tabla 7 Posible indicador para la evaluación de la capacidad adaptativa del riesgo específico correspondiente al Área estratégica f) Urbanismo y ordenación del territorio e Impacto e) Pérdida de calidad del aire

ÁREA ESTRATÉGICA	f) Urbanismo y ordenación del territorio
IMPACTO	e) Pérdida de calidad del aire
COMPONENTE DEL RIESGO	Capacidad adaptativa
INDICADOR	Porcentaje de municipios con ciudades mayores de cien mil habitantes que contemplan planes de mejora de la calidad del aire
VALOR	DESCRIPCIÓN
5 - MUY BAJO	El porcentaje de municipios con ciudades mayores de cien mil habitantes que contemplan planes de mejora de la calidad del aire es inferior al 20 %
4 - BAJO	El porcentaje de municipios con ciudades mayores de cien mil habitantes que contemplan planes de mejora de la calidad del aire se sitúa entre el 20-40 %
3 - MEDIO	El porcentaje de municipios con ciudades mayores de cien mil habitantes que contemplan planes de mejora de la calidad del aire se sitúa entre el 40-60 %
2 - ALTO	El porcentaje de municipios con ciudades mayores de cien mil habitantes que contemplan planes de mejora de la calidad del aire se sitúa entre el 60-80 %
1 - MUY ALTO	El porcentaje de municipios con ciudades mayores de cien mil habitantes que contemplan planes de mejora de la calidad del aire es superior al 80 %
INFORMACIÓN RELACIONADA	https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/documents/20151/389608/Folleto_planes_calidad_red.pdf/e278f48b-70b5-e041-3b6e-aa95c8de0da8?t=1529314744000

Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Valoración de la capacidad adaptativa mediante indicadores en la herramienta

2.1. DATOS DE INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO SEGÚN ÁREA ESTRATÉGICA E IMPACTO (SITUACIÓN A)						
ÁREA ESTRATÉGICA	IMPACTO	TIPO INDICADOR	INDICADOR	VALOR	PESO	PROMEDIO
f) Urbanismo y ordenación del territorio	e) Pérdida de calidad del aire	Capacidad adaptativa	Porcentaje de municipios con ciudades mayores de cien mil habitantes que contemplan planes de mejora de la calidad del aire		0,25	
f) Urbanismo y ordenación del territorio	e) Pérdida de calidad del aire	Capacidad adaptativa	Porcentaje de municipios andaluces adheridos al Pacto de Alcaldías		0,25	
f) Urbanismo y ordenación del territorio	e) Pérdida de calidad del aire	Capacidad adaptativa	Cambio en el porcentaje de zonas verdes públicas en capitales de provincias y ciudades mayores de cien mil habitantes con respecto al porcentaje existente de hace 10 años		0,25	
f) Urbanismo y ordenación del territorio	e) Pérdida de calidad del aire	Capacidad adaptativa	Cambio en el porcentaje de personas con buena o muy buena salud percibida con respecto al porcentaje existente de hace 10 años		0,25	

Fuente: Herramienta Evaluación Riesgos Climáticos. OACC

Valoración de la vulnerabilidad mediante la integración de la valoración de la sensibilidad y de la capacidad adaptativa.

La Herramienta realiza de manera automática el cálculo de la vulnerabilidad a partir de la valoración realizada de la sensibilidad y de la capacidad adaptativa, mediante una media aritmética de ambos valores. La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$([\text{sensibilidad}] + [\text{capacidad adaptativa}]) / 2$$

La interpretación del valor de la vulnerabilidad obtenido sería la siguiente:

- Si la celda está vacía, la sensibilidad o la capacidad adaptativa, o ambas, no han sido consideradas para la evaluación del riesgo en ese impacto y área estratégica;
- Si es entre “0” y “1”, la vulnerabilidad es muy baja;
- Si es entre “1” y “2”, la vulnerabilidad es baja;
- Si es entre “2” y “3”, la vulnerabilidad es media;
- Si es entre “3” y “4”, la vulnerabilidad es alta;
- Y si es entre “4” y “5”, la vulnerabilidad es muy alta.

4.3.4 EVALUACIÓN DEL RIESGO MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DE LA VALORACIÓN DEL PELIGRO, DE LA EXPOSICIÓN Y DE LA VULNERABILIDAD.

La **evaluación del riesgo** se lleva a cabo **integrando** cada una de las valoraciones realizadas anteriormente para cada una de sus tres componentes, es decir, **el peligro, la exposición y la vulnerabilidad**.

Puesto que desde un punto de vista conceptual deben existir las tres componentes para que se pueda hablar de existencia de riesgo, la manera de agregarlas es aplicando el producto de la valoración del peligro, de la valoración de la exposición y la valoración de la vulnerabilidad. No obstante, se trata de un producto en el que se han considerado ciertas ponderaciones, es decir, no tienen pesos iguales, y se han establecido para que puedan reflejar de una manera más sensible los posible cambios que pueden producirse como consecuencia de la adopción de medidas de adaptación, que afectan a la

exposición en algunos casos y especialmente a la vulnerabilidad. Por ello, en la fórmula para la integración de las tres componentes se ha propuesto la siguiente ponderación:

- 20 % para la valoración del peligro
- 30 % para la valoración de la exposición
- 50 % para la valoración de la vulnerabilidad

Teniendo en cuenta, además, que la vulnerabilidad se calcula a partir de la media aritmética de la sensibilidad y la capacidad adaptativa, quiere esto decir que se está asignando un 25 % a la sensibilidad y otro 25 % a la capacidad adaptativa.

En consecuencia, en la herramienta el cálculo del riesgo se lleva a cabo como un producto de potencias, en las que las bases son las valoraciones del peligro, de la exposición y de la vulnerabilidad y los exponentes son sus respectivas ponderaciones en tanto por uno, es decir,

$$[\text{peligro}]^{0.2} * [\text{exposición}]^{0.3} * [\text{vulnerabilidad}]^{0.5}$$

Con el fin de normalizar los posibles resultados en una escala entre 0 y 1 se adapta la fórmula anterior a la siguiente:

$$\frac{((5/3) * [\text{peligro}]^{0.2}) * [\text{exposición}]^{0.3} * [\text{vulnerabilidad}]^{0.5}}{(5^{0.2} * 5^{0.3} * 5^{0.5})}$$

Por último, el resultado entre 0 y 1 se ha decidido trasladarlo a una escala de valores entre 0 y 75. De esta forma, la fórmula completa que se aplica para la valoración de cada riesgo quedaría de la siguiente forma:

$$\frac{(((5/3) * [\text{peligro}]^{0.2}) * [\text{exposición}]^{0.3} * [\text{vulnerabilidad}]^{0.5})}{(5^{0.2} * 5^{0.3} * 5^{0.5})} * 75$$

La interpretación del valor del riesgo obtenido sería la siguiente:

- Si la celda está vacía, al menos una de las tres componentes del riesgo no ha sido considerada para la evaluación del riesgo específico para ese impacto y área estratégica;
- Si es entre “0” y “20”, el riesgo es muy bajo;
- Si es entre “20” y “30”, el riesgo es bajo;
- Si es entre “30” y “45”, el riesgo es medio;
- Si es entre “45” y “60”, el riesgo es alto;
- Y si es entre “60” y “75”, el riesgo es muy alto.

Tanto los valores de los riesgos específicos como los valores de sus componentes se trasladan automáticamente a la matriz de riesgos, quedando a modo de ejemplo como puede observarse en la figura siguiente.

4.4 Identificación de zonas de Andalucía con especial riesgo.

Con el objeto de tener identificadas zonas de Andalucía que puedan presentar especiales riesgos ante cualquiera de los potenciales impactos, la herramienta incorpora una pestaña adicional, en la que se pueden recopilar aquellas zonas especialmente sensibles, identificadas por las áreas técnicas de la Junta de Andalucía. Estas zonas podrían ser priorizadas de cara a futuras acciones de adaptación. Los campos que contienen esta hoja son los que se muestran en la Tabla 8 y se trata de información descriptiva.

Tabla 8 Campos correspondientes a las zonas de Andalucía con especial riesgo incluidos en la herramienta

Numeración o nombre	Numeración o nombre que puede coincidir con los que se recogen en los planes de riesgo municipal. Editable
Provincia	Provincia de Andalucía. Elegible desde lista desplegable. No editable
Municipio	Municipio perteneciente a la provincia seleccionada. Elegible desde lista desplegable. No editable
Potencial impacto (Art. 20)	Impacto incluido en el PAAC. Elegible desde lista desplegable. No editable
Principal área estratégica afectada (Art. 11)	Área estratégica incluida en el PAAC. Elegible desde lista desplegable. No editable
Notas	Notas relativas al riesgo de la zona en cuestión. Editable

Fuente: elaboración propia

4.5 Comparativa del riesgo entre las situaciones de referencia (A) y tras la implantación de medidas de adaptación (B)

Con el fin de poder evaluar posibles medidas futuras en el marco de los desarrollos operativos del Programa de Adaptación, de forma que su incorporación pueda verse reflejada en la reducción del riesgo para un determinada área estratégica o tipo de impacto, en la Herramienta desarrollada se ha considerado también la posibilidad de incorporar dos posibles evaluaciones del riesgo. Una de ellas sería la evaluación de una situación inicial o de referencia, llamada situación A, y la otra la de una situación simulada o prevista tras la puesta de marcha de una batería de medidas de adaptación, llamada situación B.

Para poder llevar a cabo esta comparativa es necesario que los indicadores, los umbrales, las tablas de valoración y las áreas e impactos contemplados sean los mismos en ambas situaciones, variando únicamente los valores de estos indicadores, lógicamente.

Tanto la metodología como la operativa para realizar la evaluación del riesgo en la situación B serían exactamente las mismas que las descritas a lo largo de este documento para la evaluación del riesgo en la situación de referencia.

Para mayor comodidad del evaluador, la Herramienta por defecto replica como punto de partida para la situación B, los valores de los indicadores establecido para la situación A o de referencia. Es decir, el evaluador se encontrará en la pestaña “DATOS B” una réplica de la evaluación realizada en pestaña “DATOS A”. A partir de aquí, puede corregir los valores asignados a los indicadores afectados por la implantación de las medidas de adaptación. Una vez realizada esta operación, podrá visualizar el resultado de la evaluación de riesgo en la situación B (pestaña “RIESGOS B”).

El porcentaje de cambio entre los resultados de la segunda evaluación del riesgo (B) y los resultados de la evaluación del riesgo de la situación de referencia (A) se puede observar en la herramienta a través de la matriz que se encuentra en la pestaña “RIESGOS B-A”.

Por ello, para mantener la coherencia del proceso evaluador, deberían incluirse aquellas medidas que hayan provocado la diferencia de resultado entre ambas evaluaciones.

Los campos incluidos recogen la siguiente información:

- Código de la medida
- Nombre de la medida
- Descripción de la medida
- Línea estratégica del PAAC
- Potenciales indicadores de resultados
- Plazo de ejecución de la medida
- Presupuesto de la medida

ANEXO 1.

INDICADORES PARA EVALUACIÓN DE
COMPONENTES DEL RIEGO CLIMÁTICO
SEGÚN ÁREAS ESTRATÉGICAS E
IMPACTOS DEL PAAC