



**RIESGOS Y
VULNERABILIDADES
ANTE EL CAMBIO
CLIMÁTICO DE LA
PROVINCIA DE MÁLAGA**



ÍNDICE

1	EVALUACIÓN DEL RIESGO CLIMÁTICO	3
1.1	ESTÍMULOS E IMPACTOS ACTUALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO	5
1.1.1	CALOR EXTREMO	6
1.1.2	FRÍO EXTREMO	12
1.1.3	FUERTES PRECIPITACIONES	17
1.1.4	INUNDACIONES Y AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR	22
1.1.5	SEQUÍAS Y ESCASEZ DE AGUA	27
1.1.6	TORMENTAS	30
1.1.7	INCENDIOS FORESTALES	32
1.1.8	CAMBIO QUÍMICO	36
1.1.9	PELIGRO BIOLÓGICO	37
1.2	ELECCIÓN DE LOS SECTORES MÁS SIGNIFICATIVOS	38
1.2.1	EDIFICIOS	39
1.2.2	TRANSPORTE	41
1.2.3	ENERGÍA	45
1.2.4	AGUA	47
1.2.5	RESIDUOS	50
1.2.6	URBANISMO Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO E INFRAESTRUCTURAS	51
1.2.7	AGRICULTURA Y FORESTAL	53
1.2.8	MEDIO AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD	55
1.2.9	SALUD	58
1.2.10	EMERGENCIAS Y PROTECCIÓN CIVIL	63
1.2.11	TURISMO	64
1.2.12	EDUCACIÓN Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TIC)	67
2	MATRIZ DE RIESGOS E IMPACTOS	68
2.1	VALORACIÓN DE IMPACTOS	82
3	ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES	85
3.1	INTRODUCCIÓN METODOLÓGICA	85
3.2	CRITERIOS PARA ESTIMAR LA CAPACIDAD ADAPTATIVA	85
3.3	ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SECTORIAL	87
3.3.1	VULNERABILIDAD: AGUA	89
3.3.2	VULNERABILIDAD: AGRICULTURA Y ECOSISTEMAS FORESTALES	90
3.3.3	VULNERABILIDAD: MEDIO AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD	90
3.3.4	VULNERABILIDAD: SALUD	91
3.3.5	VULNERABILIDAD: PROTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS	93
3.3.6	VULNERABILIDAD: TURISMO	94
3.4	GRUPOS DE POBLACIÓN MÁS VULNERABLES	95
4	CONCLUSIONES	96

1 EVALUACIÓN DEL RIESGO CLIMÁTICO

En relación con la base metodológica de la determinación de riesgos climáticos, aspecto clave para diseñar las estrategias de mitigación y adaptación a proponer para la provincia de Málaga, cabe reseñar que, actualmente, nos encontramos ya en el sexto ciclo de evaluación del IPCC, periodo el que se producirán los informes de evaluación de sus tres grupos de trabajo, tres informes especiales, un perfeccionamiento del informe de metodología y el informe de síntesis. El Informe de síntesis será el último de los productos AR6 SYR, que se lanzará en 2022.

En este sentido, el pasado 9 de agosto se aprobó el Informe del Grupo de Trabajo I: *Cambio Climático 2021: Bases físicas*, por los 195 miembros gubernamentales que forman parte del IPCC. El documento indica que los científicos están observando cambios en el clima de la Tierra en todas las regiones y en el sistema climático en su conjunto. Muchos de los cambios observados en el clima no tienen precedentes en cientos de miles de años, y algunos de los cambios que ya se están produciendo, como el aumento continuo del nivel del mar, no se podrán revertir hasta dentro de varios siglos o milenios.

El informe presenta una realidad innegable "la acción del ser humano está directamente relacionada con la emergencia climática que vive el planeta y es uno de sus principales precursores".

"Es un hecho inequívoco que la actividad humana ha calentado la atmósfera, el océano y la tierra"

Por lo reciente del informe, aún no se ha trasladado los resultados a la metodología de trabajo, a los análisis de los Escenarios de Cambio Climático y a los informes y estudios de riesgos sectoriales ante el Cambio Climático. Por tanto, para este análisis de riesgos y vulnerabilidades se trabajará con la metodología propuesta en el 5º Informe de IPCC (2014), ya adoptado por la OECC en su "Guía para la elaboración de Planes Locales de Adaptación al Cambio Climático"¹, de 2015.

Para la elaboración del Plan de Adaptación al Cambio Climático de la provincia de Málaga se seguirá, también, el enfoque establecido en los documentos *Guía PACES* y *Metodología de Evaluación de Riesgos y Vulnerabilidades* de la Diputación de Málaga, bajo la metodología propuesta por la iniciativa europea del *Covenant of Mayors* y el 5º Informe del IPCC.

Así, en este enfoque, el riesgo es la combinación de:

Riesgo = probabilidad del impacto x magnitud de consecuencia

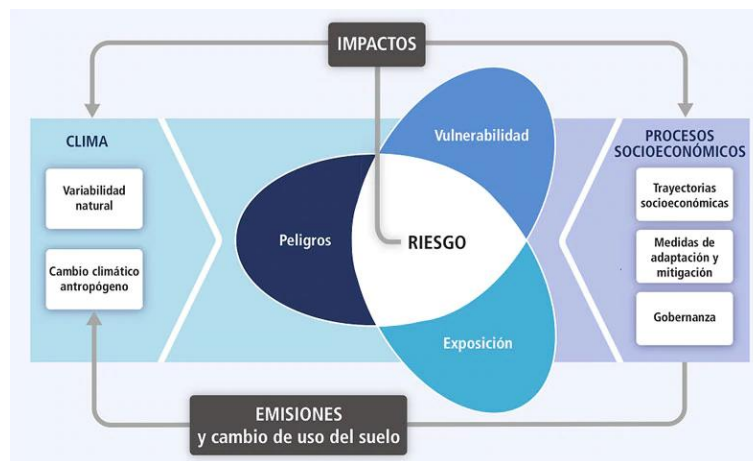
¹

http://www.mapama.gob.es/es/cambioclimatico/publicaciones/publicaciones/guia_local_para_adaptacion_cambio_climatico_en_municipios_espanoles_tcm7-419201.pdf

Asimismo, la vulnerabilidad suele incluir dos conceptos clave, la sensibilidad y la capacidad de adaptación.

El IPCC define el riesgo como el potencial de recibir impactos cuando algo de valor está en juego y donde el resultado es incierto. El riesgo es, a menudo, representado como una probabilidad de ocurrencia de eventos o tendencias peligrosas multiplicados por los impactos, si finalmente ocurrieran estos eventos. El riesgo, por lo tanto, resulta de la interacción de la vulnerabilidad, la exposición y la amenaza (o peligro).

Ilustración 1. Esquema conceptual para la evaluación del riesgo climático

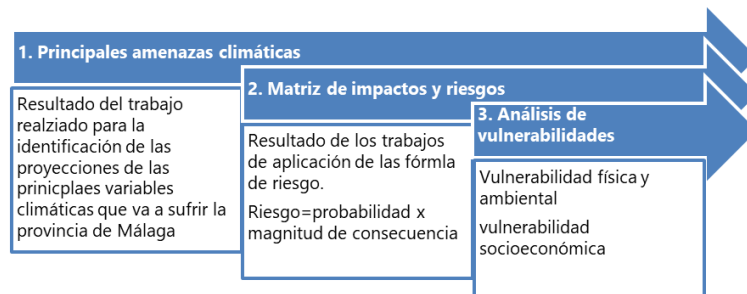


Fuente: IPCC, 2014.

Por otra parte, los impactos son los efectos en las vidas, medios de subsistencia, salud, ecosistemas, economías, sociedades, culturas, servicios e infraestructuras debido a la interacción de los cambios climáticos y a la vulnerabilidad de los elementos expuestos. Que exista riesgo no garantiza que el impacto se vaya a producir, pero sí indica que existe la probabilidad de que este se produzca ante las amenazas existentes.

El esquema de riesgo de IPCC se ha integrado en un esquema más general de análisis de riesgos derivados del Cambio Climático que sirve de eje estructural de este documento:








Ilustración 2. Etapas para el análisis de riesgos climáticos



Fuente: elaboración propia, 2021.

El primer paso es identificar las amenazas climáticas extraídas del estudio de los escenarios climáticos para 2100 de la provincia de Málaga, así como los detalles de su comarcalización. A continuación, se exponen a modo de resumen en una tabla cuáles son estas principales amenazas:

Tabla. 1 Principales amenazas climáticas

Hitos climáticos	Variación esperada			
Aumento de las temperaturas (medias, mínimas y máximas) de forma generalizada, mucho más acusado en el escenario extremo y en los periodos estivales, acompañado de olas de calor más frecuentes y duraderas. Será más evidente en las unidades bioclimáticas más frías, donde las mínimas alcanzarán récords históricos.				
Variaciones no significativas en el régimen de precipitaciones anuales, con una ligera tendencia a la disminución y un incremento de los periodos con ausencia de precipitaciones, lo que provocará una concentración de las lluvias en periodos más cortos de tiempo que, además, puede verse agravado por eventos torrenciales puntuales (precipitaciones extremas).				
Potencial incremento de la evapotranspiración, evaporación, déficit hídrico y sequías. Proyecciones del aumento del riesgo de desertización agravada por la existencia de pendientes muy pronunciadas y fenómenos erosivos, por lo general, asociados a espacios de mayor valor ambiental. Aumento del combustible vegetal disponible que actuará como acelerante en los incendios forestales, que se prevén más intensos, frecuentes y catastróficos (GIF de 6ª generación)				
Estacionalidad climática menos marcada con otoños y primaveras más cortos y veranos algo más largos, así como inviernos más extremos; más cálidos en las temperaturas máximas y mínimas y con presencia de olas de frío intensas.				

Fuente: elaboración propia, 2021.

1.1 ESTÍMULOS E IMPACTOS ACTUALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Los riesgos del Cambio Climático en una ciudad o pueblo deben caracterizarse desde el punto de vista de varios aspectos: la amenaza climática (condiciones climáticas proyectadas); contexto de la ubicación geográfica (zonas costeras, regiones montañosas, valles y depresiones, etc.) y los principales sectores y sistemas afectados (salud humana, infraestructura, transporte, puertos, energía, agua, bienestar social, etc.), incluidos los impactos en los grupos más vulnerables (los ancianos, las personas sin hogar, las personas en riesgo de pobreza, enfermos crónicos, etc.). Extraído del punto 2.4 Realización de evaluaciones de riesgo y vulnerabilidad de la herramienta de apoyo a la adaptación urbana (UAST, se sus siglas en inglés: *Urban Adaptation Support Tool*) del *Covenant of Mayors for Climate & Energy*².

² Evaluación de los riesgos y las vulnerabilidades del cambio climático. <https://climate-adapt.eea.europa.eu/knowledge/tools/urban-ast/step-2-0>

El primer paso es definir los peligros climáticos que pueden afectar a la provincia de Málaga a partir del análisis de estudios e informes relativos a riesgos y peligros asociados al Cambio Climático elaborados por diferentes organismos e instituciones públicas y privadas de diferentes ámbitos territoriales, principalmente de carácter **europ**eo, como pueden ser los indicadores de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) que describen el Cambio Climático observado y proyectado y sus impactos en Europa; **nacional**, principalmente de la plataforma AdapteCCa, apartado Temas y territorios y **regional**, a partir de la evaluación de los Escenarios de Cambio Climático de la plataforma *Aplicación de descarga y visualización de escenarios climáticos regionalizados para Andalucía*. Por último, se tendrán en cuenta los análisis de las diferentes variables climatológicas desarrolladas en el documento *Estudio provincial de proyecciones climáticas: estudio sobre las variables climáticas* en la provincia de Málaga (Diputación de Málaga).

Para cada uno de los riesgos identificados y seleccionados como relevantes en cada una de las comarcas de la provincia de Málaga, se deberá informar del nivel de riesgo actual (probabilidad x consecuencia) del peligro y de los efectos futuros previstos, tanto de la intensidad, como de la frecuencia y plazo previstos de cambio para cada riesgo.

Tabla. 2 Matriz de peligros climáticos

Comarca	Riesgo actual		Riesgo futuro		
	Probabilidad	Impacto	Cambio intensidad	Cambio frecuencia	Periodo

Fuente: Covenant of Mayors (SECAP Template)

El cambio de frecuencia e intensidad se establece en función de si el resultado esperado es de aumento (*Increase*), reducción (*Decrease*), sin cambios esperados (*No change*) o desconocido (not known) en el corto periodo de tiempo (*Short-term*), medio plazo (*Mid-term*), largo plazo (*Long-term*) o desconocido (*Not known*).

1.1.1 CALOR EXTREMO

En el propio Acuerdo de París, ratificado en 2015, la mayoría de los países del mundo acordaron mantener por debajo de 2°C el incremento de la temperatura global del planeta y hacer esfuerzos para limitarlo a 1,5°C. La fecha fijada para llegar a estos objetivos es 2050. Pero la realidad es que, a este paso, en algo más de 20 años ya se habrá superado el primero de los límites.

Como bien se indica en el 1º documento del *Grupo de Trabajo I Bases de las ciencias físicas* del 6º periodo de evaluación del IPCC, las nuevas estimaciones sobre las probabilidades de sobrepasar el nivel de calentamiento global de 1,5°C en las próximas décadas indican que, a menos que las emisiones de gases de efecto invernadero se reduzcan de manera inmediata, rápida y a gran escala, limitar el calentamiento a cerca de 1,5°C o incluso a 2°C será un objetivo inalcanzable. Sin embargo, una reducción sustancial y sostenida de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y de otros gases de efecto invernadero permitiría limitar el Cambio Climático. Aunque las mejoras en la calidad del aire serían rápidas, podrían pasar entre 20 y 30 años hasta que las temperaturas mundiales se estabilicen.

Según los datos del indicador de la AEMA "*Temperaturas globales y europeas*", Europa se está calentando más rápido que la media mundial. La temperatura media anual sobre las áreas terrestres europeas, en la última década, fue de 1,7 a 1,9°C más cálida que durante el período preindustrial. Se ha observado un calentamiento particularmente alto en la Península Ibérica y muchas partes de Europa experimentaron una ola de calor excepcional en junio y julio de 2019, durante la cual se batieron muchos récords nacionales de temperatura de todos los tiempos (C3S, 2020³).

En el pasado mes de agosto de 2021, entre el 11 y el 16 se ha vivido un episodio de ola de calor de seis días de duración, que si bien no ha estado entre las más destacables en cuanto a duración (en 2015 se alcanzaron 16 días) y extensión (mayor 30 provincias), si ha presentado valores de intensidad empatados con otras olas recientes muy importantes en el ranking de las mayores desde 1975. Se han batido récords absolutos de temperatura en muchas estaciones nacionales, sobre todo el día 14, con 13 estaciones para las temperaturas máximas y dos para las mínimas. Bien es cierto que, a nivel de las estaciones de Málaga, ninguna ha registrado valores récords.

En el caso del indicador "*Temperaturas extremas y salud*" las principales conclusiones indican que las olas de calor y los períodos de frío extremo están asociados con una disminución del bienestar de la población, en general, y con un aumento de la mortalidad y la morbilidad, especialmente en los grupos de población vulnerables. Es prácticamente seguro que la duración, frecuencia e intensidad de las olas de calor aumentarán en el futuro, lo que conducirá a un aumento sustancial de la mortalidad durante las próximas décadas, especialmente en los grupos de población vulnerables, a menos que se tomen medidas de adaptación. Si bien hay que tener en cuenta que los umbrales de temperatura para los impactos en la salud difieren según la región y la temporada.

Las proyecciones de la iniciativa EURO-CORDEX sugieren que las temperaturas en las zonas terrestres europeas seguirán aumentando a lo largo de este siglo a un ritmo superior al promedio mundial. Se prevé que las temperaturas de la tierra en diferentes regiones europeas aumenten de 1,4 a 4,2°C en el escenario RCP4.5 y de 2,7 a 6,2°C en el escenario RCP8.5 (para 2071-2100, en comparación con 1971-2000). El nivel más alto de calentamiento se proyecta en el noreste de Europa y Escandinavia en invierno y el sur de Europa en verano (Jacob et al., 2013).

La Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) publicó el *Informe del estado del clima en España en 2020*⁴ en el que se da a conocer cómo se ha comportado el clima, los episodios de tiempo adverso más significativos y los patrones atmosféricos que han tenido influencia en el comportamiento del clima.

Las principales conclusiones de este informe han sido:

- El año 2020 fue uno de los tres años más cálidos a escala global desde que hay registros, Europa vivió su año más cálido en 2020 y lo mismo ocurrió en España, donde se trató del año más cálido desde el inicio de la serie en 1961, igualado con 2017.

³ Servicio de Cambio Climático de Copernicus (C3S).

https://climate.copernicus.eu/sites/default/files/2021-02/C3S%20Annualtempdata%202020_final_ES.pdf

⁴ Informe del estado del clima en España en 2020 (AEMET).

http://www.aemet.es/es/conocerlas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/detalles/informe_estado_clima

- El aumento de la temperatura desde la época preindustrial se cifra en alrededor de 1,2°C en el conjunto del planeta; próximo a 2,2°C en el continente europeo y ronda los 1,7°C en España. En nuestro país, la mayor parte de ese incremento de temperatura (1,3°C) se ha producido en los últimos 60 años.
- Los modelos climáticos han sido capaces de reproducir fidedignamente el aumento de la temperatura en España entre 1971-2005, proyectando un aumento de la temperatura de unos +2°C para fin de siglo con un escenario de emisiones intermedias y de alrededor de +5°C para un escenario de emisiones altas.
- El calentamiento global lleva asociado un aumento de los fenómenos extremos, tales como olas de calor y sequías más intensas. Cobra especial relevancia, en España, el notable incremento del número y la duración de las olas de calor en la década más reciente.

En marzo de 2019, con motivo de la conmemoración del Día Meteorológico Mundial, también la AEMET presentó un avance de los datos del *Open Data Climático*⁵ con las evidencias más relevantes del impacto del Cambio Climático en los últimos 40 años en España.

A tal efecto, alertaba sobre el aumento de las temperaturas medias, máximas y mínimas anuales, con preponderancia de las estivales. Además, incide especialmente en el aumento en días del periodo estival y del acercamiento de las zonas semiáridas desde el sureste peninsular hasta alcanzar en la actualidad casi la mitad del territorio de la provincia de Málaga.

Entre las principales conclusiones se determinó que los veranos son casi 5 semanas más largos que a inicio de los años 80 y que al menos 32 millones de personas ya se han visto afectadas por el Cambio Climático en España.

Analizando la variabilidad anual de la temperatura media estacional en España desde el año 1971 se observa un ascenso más apreciable en primavera y, sobre todo, en verano. De ahí que el estudio concluya que el verano es la estación más afectada por el Cambio Climático, verano⁶ que según los datos se ha vuelto cada vez más largo y cálido.

Al respecto del *Open Data* y analizando los valores climatológicos extremos en las ocho estaciones meteorológicas principales de la AEMET de la provincia de Málaga, se han registrado valores de temperaturas máximas extremas de hasta 44,4°C en Antequera en agosto de 2017. Por otro lado, dentro del margen habitual de esta comarca, la más cálida de la provincia de Málaga. No obstante, otras estaciones localizadas en comarcas *a priori* con climas más suaves con temperaturas moderadas por la presencia de los efectos marinos, caso de Torrox, Fuengirola o Estepona, han llegado a valores máximos recientes entre 37°C las dos primeras y 43,9°C la última. Hasta la estación de Ronda llegó a registrar un valor máximo en agosto de 2003 de casi 43°C.

⁵ Efectos del Cambio Climático en España. AEMET y Ministerio de Transición Ecológica, 2019.
http://www.aemet.es/es/noticias/2019/03/Efectos_del_cambio_climatico_en_espana

⁶ Concepto verano: vendría determinado por el periodo en el que temperatura máxima, durante 7 días consecutivos y a partir del 1 de mayo, iguala o supera la media de las máximas registradas entre el 18 y el 24 de junio del periodo 1981-2010 y el final del mismo se obtendría registrando el periodo en el que temperatura máxima, durante 7 días consecutivos y desde el 31 de octubre hacia atrás, es igual o superior a la media de las máximas registradas entre el 18 y el 24 de septiembre del periodo 1981-2010. Esto no implica que el verano empiece el 1 de mayo.

Que estas temperaturas máximas absolutas sean recurrentes del mes de agosto, no es más que el reflejo de la distribución estacional y mensual de las temperaturas. Así en todas las estaciones más occidentales junto con Antequera, el mes más cálido registrado ha sido agosto. En el caso de Antequera, registrado recientemente en 2017, mientras que en las estaciones del litoral de la Costa del Sol Occidental se remonta a principios de la década (2010).

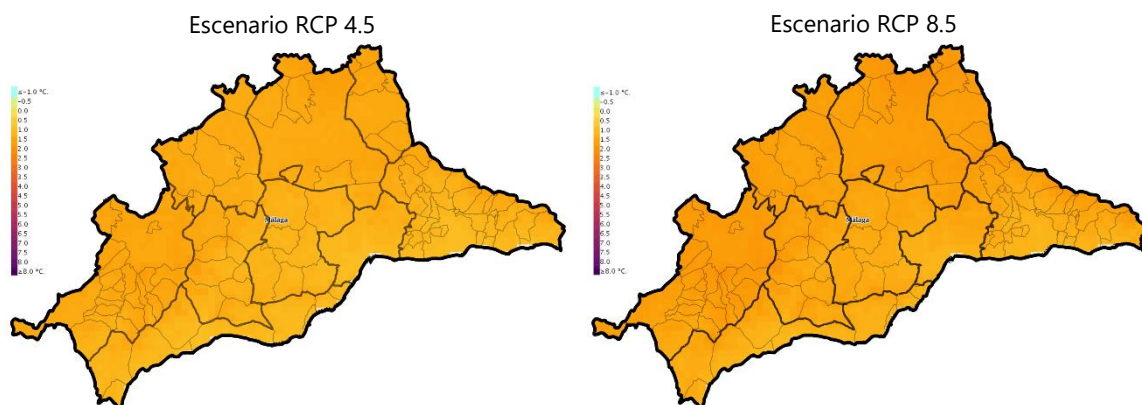
En las estaciones orientales, más las tres estaciones de Málaga capital y Ronda, el mes más cálido suele ser julio y en épocas más o menos recientes; 2015 en Torrox y Málaga aeropuerto y centro meteorológico, 2003 en el puerto de Málaga y 2009 en Ronda.

Las proyecciones a futuro no son nada halagüeñas. Así ya se ha comprobado como a 2040 y en el mejor de los escenarios, varias zonas concretas de la provincia de Málaga pueden verse afectados por cambios importantes en el clima reinante, principalmente debido a aumentos de temperaturas entre 1-1,5°C, sobre todo las zonas más occidentales y orientales del litoral malagueño; Manilva, Casares, Estepona y el sur de Benahavís en la Costa del Sol Occidental y desde Nerja a Arenas, tanto municipios del litoral como de la Sierra de Almijara, en La Axarquía.

Otras zonas de interior, como Colmenar, Riogordo o toda la zona central de la comarca Nororiental (Nororma), especialmente municipios como Archidona o, en menor medida, las tres Villanueva (del Rosario, del Trabuco y de Algaidas) también sufrirán cambios similares.

En el peor de los escenarios y siempre en una proyección a corto plazo, en la que los resultados son más concluyentes y tienen una mayor significación estadística, en las zonas con problemas la situación se prevé aún más difícil y compleja. Las comarcas que verán modificaciones sustanciales en los patrones del clima aumentarán considerablemente, extendiéndose las mayores variaciones por todo el este provincial, alcanzando desde el litoral a las zonas serranas de Ronda y Sierra de las Nieves. En la parte oriental quienes más van a sufrir cambios importantes en las temperaturas van a ser las poblaciones de los municipios de la comarca de Antequera.

Ilustración 3. Proyección de la temperatura máxima anual a 2040⁷



Fuente: elaboración propia a partir de Aplicación de descarga y visualización de escenarios climáticos regionalizados para Andalucía, 2021.

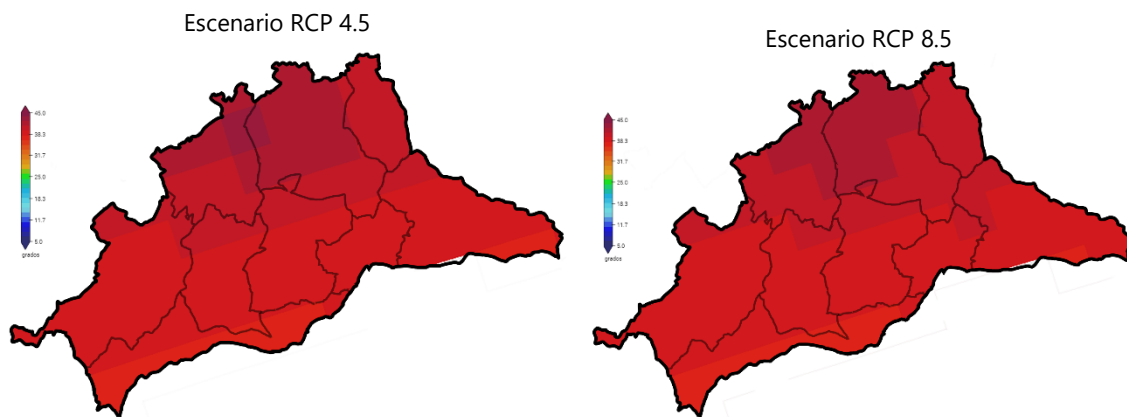
⁷ Indicador de cambio anual. Este indicador muestra las diferencias, para cada escenario, entre los valores (media anual) de cada variable proyectados (la media de todos los modelos) y los valores observados en el periodo de referencia 1961-1990.

Las proyecciones indican, dependiendo del escenario, aumentos de temperaturas máximas anuales por encima de +1,5°C en toda la zona norte de la provincia, con algunas zonas rozando los +2°C. Sólo el litoral se librará de esta subida tan acusada de las temperaturas, alcanzando valores máximos entre +1,1 y +1,3°C.

Esto se traduce en un potencial cambio bioclimático y vulnerabilidad de las áreas montañosas interiores de mayor valor ambiental, muy por encima de los cambios esperados en las zonas de litoral y prelitoral, donde los cambios de temperatura y precipitaciones serán menos acusados.

Además, las proyecciones para las temperaturas máximas extremas también arrojan datos muy preocupantes para determinadas comarcas malagueñas. Así, se observa un claro gradiente sur-norte de aumento de las temperaturas máximas, independientemente del escenario, sólo diferenciado por la mayor o menor zona afectada por las temperaturas más altas.

Ilustración 4. Proyección de la temperatura máxima absoluta anual a 2040⁸



Fuente: elaboración propia a partir del Visor de Escenarios de Cambio Climático, AdapteCCa, 2021.

Las comarcas de Guadalteba y, sobre todo, Antequera verán como sus temperaturas máximas anuales se acercarán mucho al límite de los 43°C de media en un escenario de bajas emisiones, sobre todo la zona de contacto entre los municipios de Sierra de Yeguas, Campillos, Fuente de Piedra y Antequera, que será el territorio más afectado por la subida de las temperaturas.

Para un escenario de altas emisiones, la zona afectada por temperaturas máximas que rondarán los 41-42,5°C se amplía bastante hacia el sur, alcanzando a más municipios de las comarcas mencionadas.

Este dato se acompaña de una importante variación en la duración máxima de las olas de calor, que como ya se ha indicado anteriormente serán más frecuentes, intensas y duraderas. Así, en cuanto a la frecuencia e intensidad, no es posible definir exactamente cuánto y cómo va a aumentar la ocurrencia de estos eventos extremos.

⁸ Indicador de cambio anual. Este indicador muestra las diferencias, para cada escenario, entre los valores (media anual) de cada variable proyectados (la media de todos los modelos) y los valores observados en el periodo de referencia 1961-1990.

Bien es cierto, que anualmente se observan cada vez más cantidad de olas de calor, de tal forma que es raro el año que no se registra alguna. La provincia de Málaga ha registrado olas de calor en casi todos los últimos años y, en algún caso, más de una. Desde 2015 la media de olas de calor anuales es de 2,5 por año, con especial dureza 2020 y 2016, cada uno con tres⁹.

Tabla. 3 Duración máxima de las olas de calor en 2040

Comarca	RCP. 4.5	RCP 8.5
Antequera	42,0	49,9
Nororma	45,5	49,0
Costa del Sol Occidental	44,1	55,9
Guadalteba	42,4	49,6
La Axarquía	46,9	49,7
Málaga-Costa del Sol	40,5	50,0
Serranía de Ronda	41,7	43,1
Sierra de las Nieves	41,0	50,6
Valle del Guadalhorce	39,0	49,2
Provincia de Málaga	42,6	49,7

Los valores corresponden a la media anual de los valores máximos.

Fuente: Visor de Escenarios de Cambio Climático, AdapteCCa, 2021.

En cuanto a la intensidad, ya hemos podido comprobar las proyecciones de temperaturas máximas esperadas en el futuro en las diferentes comarcas, y en duración, se proyecta que a 2040, la duración máxima de las olas de calor puede llegar a ser de 15,5 días más de media en toda la provincia, con valores máximos muy alarmantes. Es muy probable que se supere más de un mes entero del verano con temperaturas récords¹⁰.

Valoración del peligro.

A continuación, se detalla la matriz de peligro para la variable calor extremo:

Tabla. 4 Matriz de peligro para calor extremo en la provincia de Málaga

Comarca	Riesgo actual		Riesgo futuro		
	Probabilidad	Impacto	Cambio intensidad	Cambio frecuencia	Periodo
Antequera	Alto	Alto	Aumento	Aumento	Corto
Nororma	Alto	Alto	Aumento	Aumento	Corto
Costa del Sol Occidental	Alto	Alto	Aumento	Aumento	Corto
Guadalteba	Alto	Alto	Aumento	Aumento	Corto
La Axarquía	Alto	Alto	Aumento	Aumento	Corto
Málaga-Costa del Sol	Alto	Alto	Aumento	Aumento	Corto
Serranía de Ronda	Moderado	Alto	Aumento	Aumento	Corto
Sierra de las Nieves	Moderado	Alto	Aumento	Aumento	Corto
Valle del Guadalhorce	Alto	Alto	Aumento	Aumento	Corto
Provincia de Málaga	Alto	Alto	Aumento	Aumento	Corto

Fuente: elaboración propia.

⁹ Olas de calor en España desde 1975. Listado de provincias afectadas. AEMET

¹⁰ Se considera "Ola de calor" un episodio de al menos tres días consecutivos, en que como mínimo el 10% de las estaciones consideradas registran máximas por encima del percentil del 95% de su serie de temperaturas máximas diarias de los meses de julio y agosto del periodo 1971-2000.

1.1.2 FRÍO EXTREMO

Una ola de frío se define como un fuerte enfriamiento del aire o una invasión de aire muy frío que provoca temperaturas $<0^{\circ}\text{C}$. Hasta los $-3,5^{\circ}\text{C}$ se considera leve, hasta los $-6,5^{\circ}\text{C}$ moderada y serias cuando se alcanzan temperaturas inferiores.¹¹

Ya se ha comentado la incidencia que el frío extremo puede tener en la salud y como las indicaciones de la AEMA concluyen que se prevé un aumento de la mortalidad y la morbilidad general de la población, si bien, será más probable en el caso del calor extremo, ya que la relacionada con el frío tenderá a disminuir debido a las mejores condiciones sociales, económicas y de vivienda en muchos países de Europa, aunque sería necesario tener en cuenta los recientes problemas relacionados con el aumento considerable del precio de la electricidad que está muy relacionado con la pobreza energética.

Como conclusión, no hay evidencia concluyente sobre si el calentamiento proyectado conducirá o no a una disminución sustancial adicional de la mortalidad relacionada con el frío.

Un estudio observacional global¹² que recopiló datos de mortalidad diaria, temperatura y otras variables en ciudades y periodos diferentes; Italia (11 ciudades, 1987-2010), España (51 ciudades, 1990-2010), Suecia (un condado, 1990-2002), el Reino Unido (10 regiones, 1993-2006) y otras áreas fuera de Europa, encontró que el frío (moderado) era responsable de una mayor proporción de muertes que el calor (moderado).

El riesgo aumenta lenta y linealmente para las temperaturas frías por debajo de la temperatura mínima de mortalidad, aunque algunas ciudades, caso de Londres y Madrid, mostraron un aumento más alto para el frío extremo.

Por lo general, las muertes atribuibles al frío extremo son insignificantes en comparación con las causadas por el frío moderado. Según los autores, *la mayor parte de la carga de mortalidad relacionada con la temperatura se atribuyó a la contribución del frío. El efecto de los días de temperaturas extremas fue sustancialmente menor que el atribuible a un clima más suave pero no óptimo. Esta evidencia tiene implicaciones importantes para la planificación de intervenciones de salud pública para minimizar las consecuencias para la salud de las temperaturas adversas y para las predicciones de efectos futuros en escenarios de Cambio Climático.*

Sustancialmente el estudio viene a indicar que, si bien el frío extremo tiene relación con la mortalidad, la relación de estas muertes con las mismas en condiciones de temperatura no óptima puede llegar a ser insignificantes y que teniendo en cuenta que a nivel global las temperaturas tienen de subir de forma generalizada, es necesario prestar atención a las situaciones de frío moderado y a los grupos poblacionales más vulnerables que no pueden mantener unas condiciones de temperatura óptima.

¹¹ Artículo 3.2.1 Olas de frío. Plan Territorial de Emergencia de Andalucía (PTEAnd)

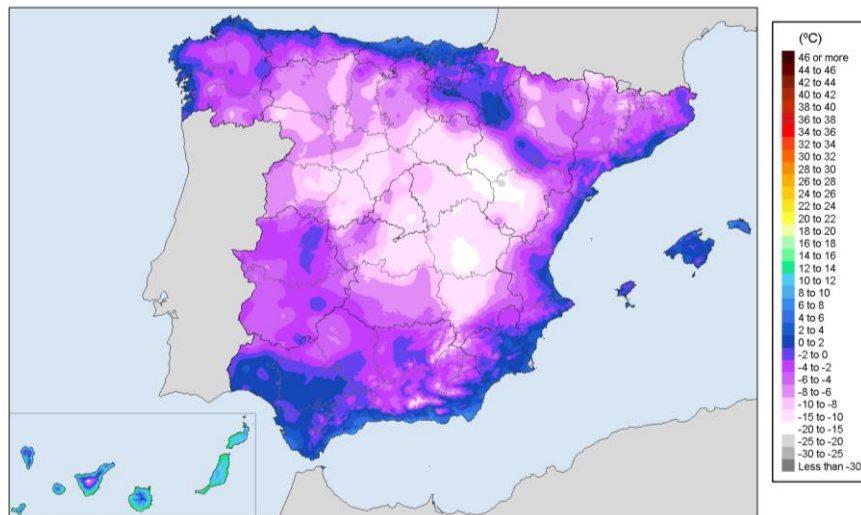
¹² Antonio Gasparrini et al., 'Riesgo de mortalidad atribuible a la temperatura ambiente alta y baja: un estudio observacional en varios países', *Lancet (Londres, Inglaterra)* 386, no. 9991 (25 de julio de 2015): 369-75, doi: 10.1016 / S0140-6736 (14) 62114-0.

El informe PESETA¹³ indica que el calentamiento global resultará en un fuerte aumento neto de la exposición y las muertes por temperaturas extremas en escenarios en los que no se tenga en cuenta la adaptación. Con respecto a las olas de frío, los inviernos más suaves reducirán significativamente la exposición y las muertes por frío extremo, que ya son una fracción de las muertes por calor extremo.

Pero el informe pone el foco en que las proyecciones no tienen en cuenta la regresión de la población europea, que cada vez es más vieja. El envejecimiento de la población, el número de personas >65 años en la UE y el Reino Unido pasará de los 100 millones actuales a 150 millones en 2050, puede provocar una variación considerable en los datos de exposición y mortalidad ante efectos de temperaturas bajas, máxime teniendo en cuenta que muchos episodios de extremo frío vienen derivados de episodios puntuales ocasionados por temporales de frío extremo, caso de la borrasca Filomena que afectó a España entre el 6 y el 11 de enero de 2021.

Uno de los principales impactos de este tipo de fenómenos extremos es la ola de frío ocasionada posterior a la propia borrasca, causada por una gran capa de nieve, tanto en extensión como en espesor. Fue el principal impacto de esta borrasca que cubrió cerca de la mitad de la España peninsular y con situaciones muy inusuales en algunos territorios. En combinación con Filomena se unió un anticiclón peninsular que mantuvo las temperaturas muy bajas entre el 11 y 20 de enero hasta que llegó una borrasca atlántica. Se registraron temperaturas negativas de récord, entre las que la AEMET registró temperaturas mínimas por debajo de -26,5°C en Torremocha de Jiloca (Teruel) o -25,4°C en Bello (Teruel). Otras estaciones ajenas a AEMET midieron temperaturas inferiores incluso a -30°C.

Ilustración 5. Temperaturas mínimas registradas durante la borrasca Filomena (12/01/2021)



Fuente: AEMET, 2021.

¹³ Climate change impacts and adaptation in Europe -JRC PESETA IV final report-

Según los valores climatológicos extremos en las ocho estaciones meteorológicas de la AEMET (Open Data), se han registrado valores de temperaturas mínimas extremas de hasta $-12,5^{\circ}\text{C}$ en Antequera en enero de 2005. Además, otras estaciones situadas en unidades bioclimáticas con climas fríos, caso de la Serranía de Ronda han llegado a registrar temperaturas por debajo de los 8°C bajo cero. Hay que partir que existe un déficit de estaciones en altura lo que dificulta el análisis de las mínimas en zonas de altas cumbres que, por regla general, suelen presentar temperaturas muy bajas, si bien son zonas de presencia menor en comparación con todo el territorio provincial y, habitualmente, menos habitadas.

Antequera es la comarca con mayor amplitud térmica de toda la provincia, dándose la mayor variación entre extremos de temperatura. No sólo ha registrado la temperatura mínima más baja registrada en la provincia en el mes de enero, por lo general, el mes más frío, sino que tiene casi todos los récords de mínimas absolutas en el resto de los meses; los $-8,5^{\circ}\text{C}$ en febrero de 2012 o los $-7,5^{\circ}\text{C}$ en diciembre de 2004. Algunas regiones del litoral, caso de Málaga capital, también han registrado temperaturas muy bajas, llegando a los $-3,8^{\circ}\text{C}$ en el aeropuerto en febrero de 1954, pero por lo general, son registros muy antiguos, ya que la temperatura ha tendido a subir en las últimas décadas.

En cuanto a los meses más fríos suelen ser los invernales, sobre todo enero y febrero, aunque en algunas estaciones se han alcanzado medias muy bajas en diciembre o marzo. Así, Antequera y Ronda registraron su mes más frío en febrero de 2005, mientras que en Málaga hay que remontarse a la década de los 50 para observar el mes más frío.

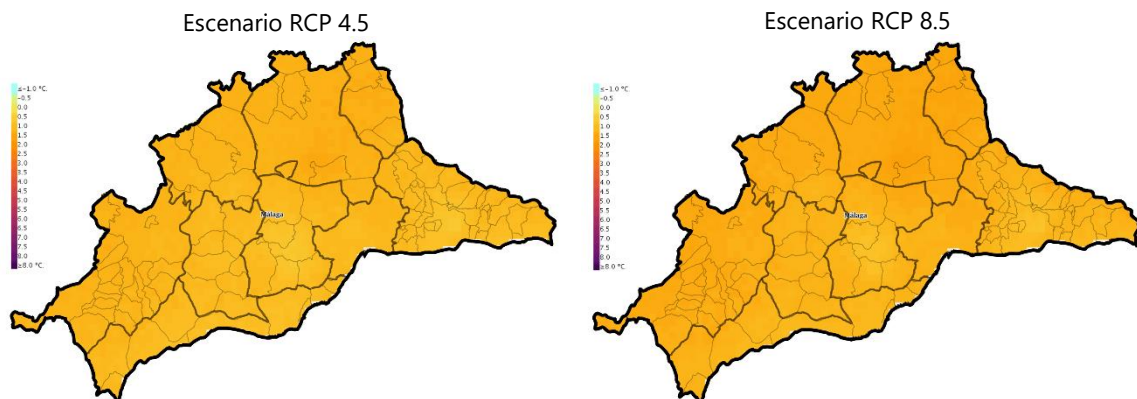
Las proyecciones a futuro indican una "suavización" del clima. Las temperaturas mínimas tienden a aumentar, incluso en algunos territorios por encima de las máximas. El clima tiende a ser más cálido y los climas más fríos se recluyen en las zonas más elevadas de montaña.

A 2040 y en el mejor de los escenarios, los aumentos proyectados en las mínimas anuales son bastante similares a los de los máximos, o quizás un poco inferior. Casi todas las comarcas del interior pueden llegar a alcanzar entre $+1$ y $+1,2^{\circ}\text{C}$ más de temperatura mínima anual, e incluso en el sur de Antequera y en Villanueva de la Concepción estarán muy próximos a los $+1,5^{\circ}\text{C}$. Las zonas litorales y las hoyas presentarán variaciones algo más suaves, entre $+0,5$ y $+1^{\circ}\text{C}$, excepto el litoral más occidental de la Costa del Sol y Málaga que superarán el grado centígrado, habitualmente.

Es evidente que las zonas ya identificadas en el apartado anterior como posibles territorios con cambios más bruscos en el clima reinante, coinciden directamente con las que verán aumentadas sus temperaturas mínimas.

En el peor de los escenarios, RCP 8.5, se amplía el radio de acción de los mayores aumentos de las mínimas anuales, afectando a más territorio e, incluso, con ligeras subidas, siendo habitual rondar en todo el interior los $+1,5^{\circ}\text{C}$. En el litoral se sobrepasará claramente el aumento de $+1^{\circ}\text{C}$ en todos los municipios, llegando algunos, como Casares, Manilva, la propia Málaga o Algarrobo y Vélez-Málaga a superar en $+1,1$ o $+1,2^{\circ}\text{C}$ las mínimas históricas.

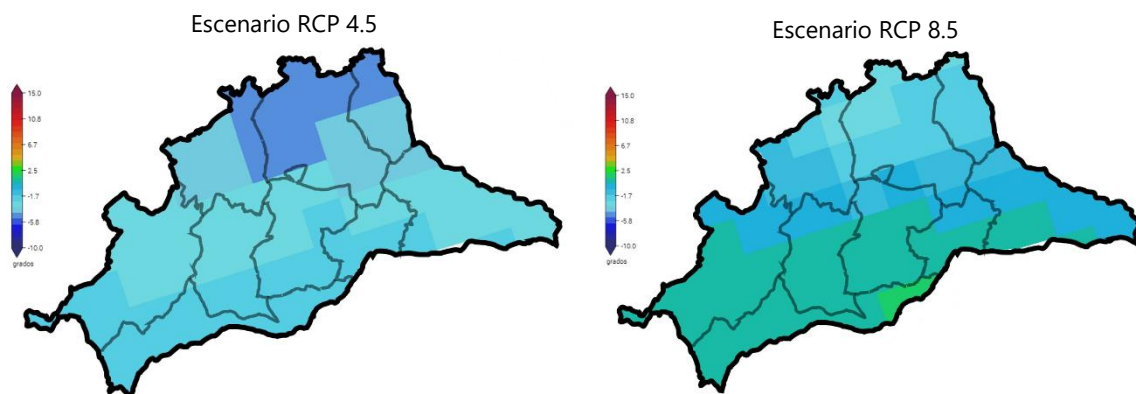
Ilustración 6. Proyección de la temperatura mínima anual a 2040¹⁴



Fuente: elaboración propia a partir de Aplicación de descarga y visualización de escenarios climáticos regionalizados para Andalucía, 2021.

Las proyecciones para las temperaturas mínimas extremas se observa el mismo gradiente que para las máximas extremas, pero en este caso invertido, norte-sur, también, independientemente del escenario, pero ya no sólo hay diferencias en cuanto a la extensión de las zonas afectadas por variaciones similares, sino que el gradiente es más acusado entre las temperaturas esperadas.

Ilustración 7. Proyección de la temperatura mínima absoluta anual a 2040



Fuente: elaboración propia a partir del Visor de Escenarios de Cambio Climático, AdapteCCa, 2021.

Así, mientras las comarcas de Guadalteba, Nororma y, sobre todo, Antequera verán como sus temperaturas mínimas anuales están muy por debajo de los -2°C , llegando incluso, en municipios como Sierra de Yeguas, Fuente de Piedra, Humilladero, Alameda, Mollina, Cuevas Bajas y Cuevas de San Marcos, a valores mínimos entre los $-2,5$ y -3°C . A medida que descendemos hacia el sur, las temperaturas mínimas suben y se van acercando a los 0°C , incluso en el litoral ya se alcanzarán temperaturas positivas entre $0-1^{\circ}\text{C}$.

¹⁴ Indicador de cambio anual. Este indicador muestra las diferencias, para cada escenario, entre los valores (media anual) de cada variable proyectados (la media de todos los modelos) y los valores observados en el periodo de referencia 1961-1990.

Para un escenario de altas emisiones, difícilmente se llegarán a mínimas cercanas a los -3°C , estando las mínimas más bajas en torno a $-2,5$ o $-2,6^{\circ}\text{C}$ y afectando a menos territorio; Alameda, Fuente de Piedra, Mollina, Humilladero, Cuevas de San Marcos y Cuevas Bajas. Hacia el sur las mínimas serán mucho más elevadas, superando ya en zonas de montaña del interior prelitoral los $-0,5^{\circ}\text{C}$ e, incluso, acercándose en los valles a valores positivos. Estos serán muy habituales en el litoral, ya por encima de los $0,9$ - $1,2^{\circ}\text{C}$. En Fuengirola y Benalmádena se pueden superar los $1,5^{\circ}\text{C}$.

Al igual que para el calor extremo, el frío intenso se verá acompañado por la presencia de días con temperaturas $<0^{\circ}\text{C}$, así como las ya mencionadas olas de frío¹⁵. De forma generalizada, en el escenario de bajas emisiones se produce una reducción importante de los días fríos, debido sobre todo al aumento de las temperaturas. No obstante, en el caso del escenario de altas emisiones se produce la paradoja de un aumento considerable de estos días fríos que en algunas comarcas se llegan a duplicar. Esto puede ser debido a la más que probable presencia de eventos extremos, como las olas de frío relacionadas con borrascas invernales acompañadas de grandes nevadas.

Tabla. 5 Número de días con temperatura $<0^{\circ}\text{C}$ en 2040

Comarca	Histórico	RCP. 4.5	RCP 8.5
Antequera	22,0	17,0	30,3
Nororma	30,5	22,0	32,5
Costa del Sol Occidental	6,4	5,9	9,1
Guadalteba	21,2	15,8	29,6
La Axarquía	13,1	10,1	20,0
Málaga-Costa del Sol	8,0	8,0	11,0
Serranía de Ronda	8,3	10,0	19,9
Sierra de las Nieves	12,2	9,6	19,0
Valle del Guadalhorce	8,3	6,5	13,0
Provincia de Málaga	14,4	11,7	20,5

Los valores corresponden a la media anual de los valores mínimos.

Fuente: Visor de Escenarios de Cambio Climático, AdapteCCa, 2021.

En cuanto a las olas de frío¹⁶ en los últimos 10 años se han registrado en Málaga un total de cinco; una en el invierno de 2018-2019 y dos en los inviernos 2011-2012 y 2009-2010, respectivamente. El resto de las olas de frío ya son muy anteriores. Al igual que en las olas de calor destacan por su duración, extensión e intensidad (temperaturas alcanzadas).

En ninguna de las últimas olas de frío destacadas observadas en España en el último cuarto de siglo, las estaciones de Málaga han registrado temperaturas mínimas de récord y entre las acaecidas en la provincia de Málaga destacan por extensión las dos del invierno de 2011-2012 que afectaron a un total 39 y 31 provincias. La que ocurrió entre el 8 y 15 de febrero de 2012 ha sido la de mayor duración registrada en Málaga en épocas recientes, y hay que remontarse al año 1985 para reseñar la mayor ola de frío en duración (14 días) registrada en Málaga.

Valoración del peligro.

A continuación, se detalla la matriz de peligro para la variable frío extremo.

¹⁵ "Ola de frío" un episodio de al menos tres días consecutivos, en que como mínimo el 10% de las estaciones consideradas registran mínimas por debajo del percentil del 5% de su serie de temperaturas mínimas diarias de los meses de enero y febrero del periodo 1971-2000.

¹⁶ Olas de frío en España desde 1975. Listado de provincias afectadas. AEMET

Tabla. 6 Matriz de peligro para frío extremo en la provincia de Málaga

Comarca	Riesgo actual		Riesgo futuro		
	Probabilidad	Impacto	Cambio intensidad	Cambio frecuencia	Periodo
Antequera	Alto	Moderado	Reducción	Reducción	Medio
Nororma	Moderado	Moderado	Reducción	Reducción	Medio
Costa del Sol Occidental	Bajo	Bajo	Reducción	Reducción	Largo
Guadalteba	Alto	Moderado	Reducción	Reducción	Medio
La Axarquía	Moderado	Moderado	Reducción	Reducción	Medio
Málaga-Costa del Sol	Moderado	Bajo	Reducción	Reducción	Medio
Serranía de Ronda	Alto	Moderado	Reducción	Reducción	Medio
Sierra de las Nieves	Alto	Moderado	Reducción	Reducción	Medio
Valle del Guadalhorce	Bajo	Bajo	Reducción	Reducción	Largo
Provincia de Málaga	Moderado	Moderado	Reducción	Reducción	Medio

Fuente: elaboración propia.

1.1.3 FUERTES PRECIPITACIONES

La mayoría de los estudios basados en observaciones que investigan las tendencias en la intensidad de las precipitaciones extremas se basan en datos registrados en la escala de tiempo diaria. No obstante, casi todos los modelos subestiman las precipitaciones extremas de corta duración. Los registros de la precipitación media diaria a menudo son insuficientes para estudiar las tendencias y los cambios en las precipitaciones intensas. El daño asociado con las fuertes precipitaciones a menudo se origina en eventos de fuertes precipitaciones subdiarias, que pueden conducir a costosas inundaciones repentinas.

Una revisión reciente concluyó que los eventos extremos de precipitación subdiaria generalmente, han aumentado en Europa, incluso en regiones con disminuciones en la precipitación media, pero existe una gran variabilidad entre regiones, estaciones y duraciones de eventos (AEMA¹⁷).

Lo que sí parece más significativo es que los eventos relacionados con las fuertes precipitaciones sí presentan un cambio a mayor en las estaciones otoñales e invernales, mientras que irán en descenso en el verano, salvando los fenómenos extremos asociados a fuertes precipitaciones, tipo DANA, que se reproducen cada vez con mayor frecuencia en el litoral mediterráneo peninsular y que afecta sobre todo a las zonas del levante nacional, si bien, este año 2021, durante el mes de septiembre ha afectado especialmente a zonas más occidentales de Andalucía y del litoral malagueño y granadino.

El indudable incremento de la temperatura del aire, documentado en numerosas publicaciones científicas e informes del IPCC, ha producido un incremento de la temperatura superficial del mar. Estos dos factores han dado lugar a una mayor evaporación, que está fuertemente relacionada con la mayor disponibilidad de agua total en la columna atmosférica en verano y al principio del otoño, lo cual finalmente puede conducir a una mayor intensidad en las precipitaciones.

¹⁷ S. Westra et al., Cambios futuros en la intensidad y frecuencia de las lluvias extremas de corta duración en *Reviews of Geophysics* 52, no.3 (1 de septiembre de 2014): 2014RG000464, doi: 10.1002 / 2014RG000464.

El calentamiento del aire y del mar observado en las últimas décadas está muy relacionado con variaciones de ciertos componentes del ciclo hidrológico y de los sistemas hidrológicos, entre ellos el aumento de la evaporación y el aumento del vapor de agua atmosférico (Bates et al., 2008) y, consecuentemente, un mayor poder de liberación de calor latente cuando se desarrollan los fenómenos convectivos presentes en situaciones de lluvias torrenciales otoñales.

Se ha observado una mayor intensidad y volumen de precipitación acumulada en las precipitaciones intensas en el levante español, aunque hay una gran incertidumbre en cuanto a la tendencia de estas durante el siglo XXI.

Según las proyecciones del indicador "*Fuertes precipitaciones en Europa*" de la AEMA, se prevé que el calentamiento global conducirá a una mayor intensidad de precipitación y períodos secos más prolongados en Europa¹⁸.

Las proyecciones muestran un aumento de las fuertes precipitaciones diarias en la mayor parte de Europa en invierno, hasta en un 35% durante el siglo XXI debido a aumentos en la frecuencia de ciclones extra tropicales extremos¹⁹. No hay que olvidar la reciente tormenta Gloria, ciclón extra tropical de largo recorrido en el Atlántico Norte que afectó al norte de Estados Unidos y Canadá oriental, así como a la Península ibérica a su paso por Europa y que ha sido el temporal más duro que ha sufrido España desde enero de 1982 con vientos fuertes y lluvias torrenciales en toda la costa del levante español.

La AEMET en el *Informe del estado del clima en España en 2020* concluyó el calentamiento global lleva asociado un aumento de los fenómenos extremos, como las lluvias torrenciales muy intensos, como el asociado a la borrasca Gloria en enero de 2020, que dejó la mayor cantidad de precipitaciones sobre el conjunto del mediterráneo español considerando tres días seguidos.

Las precipitaciones, si bien, se mantienen en su conjunto en torno a la normalidad, se observa una distribución muy irregular tanto espacial como temporalmente; muy húmedo en áreas del extremo norte y sudeste peninsular y muy seco en el sur, sureste y Canarias y se han registrado varios episodios de lluvias torrenciales, asociadas a diferentes borrascas; Gloria que afectó a la vertiente mediterránea peninsular y Baleares y Bárbara en el entorno del sistema Central, que dieron lugar a acumulados de más de 400 l/m².

Según el IPCC se espera que estos fenómenos de fuertes precipitaciones se intensifiquen en las próximas décadas, y como consecuencia cabe esperar la modificación del ciclo hidrológico, que podría resumirse en el llamado *paradigma de la precipitación; las zonas secas serán más secas, y las húmedas, más húmedas*.

Una de las variaciones de las fuertes precipitaciones son las tormentas de nieve. Se consideran las nevadas como riesgo cuando por su intensidad se clasifican en fuertes (el espesor aumenta más de 4 cm/h). Existen otras categorías de nevada; débiles (el espesor aumenta hasta 0,5 cm/h) y moderadas (el espesor aumenta hasta 4 cm/h).

¹⁸ IPCC, *Gestión de los riesgos de eventos extremos y desastres para promover la adaptación al cambio climático. Informe especial del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático* (Cambridge: Cambridge University Press, 2012), <http://ipcc-wg2.gov/SREX/report/>; Hov et al., *Eventos meteorológicos extremos en Europa: preparación para la adaptación al cambio climático*.

¹⁹ Hawcroft, M., et al., 2018, *Se espera un aumento significativo de las precipitaciones extremas en Europa y América del Norte a partir de ciclones extra tropicales*, *Environmental Research Letters* 13 (12), p. 124006 (DOI: 10.1088/1748-9326/aaed59).

Dado la escasa repercusión de las nevadas en la provincia de Málaga no se ha considerado un impacto relevante para su análisis en esta evaluación. No obstante, debería ser tenido en cuenta en la planificación local de la adaptación en aquellos municipios que este tipo de eventos sea recurrente y produzca impactos de importantes consecuencias económicas y sociales.

En los últimos años, casi las ocho estaciones de la AEMET han registrado precipitaciones diarias muy intensas. Así, en la última década se han superado con cierta facilidad los 100 l/m² varias veces y en algunos casos se han llegado a cifras, incluso por encima de los 200 l/m².

Salvando el día récord de precipitaciones recogidas en una estación (aeropuerto de Málaga 313 l/m²) que es un registro bastante antiguo, en las dos últimas décadas se han registrado precipitaciones extremas de efemérides en casi todas las estaciones meteorológicas, en muchos casos, de tal intensidad que provocaron inundaciones.

Situación especial el caso del 27/03/2004 en la ciudad de Málaga, en la que las tres estaciones registraron precipitaciones superiores a los 102 l/m². Otro día destacado, sobre todo para el municipio de Antequera, fue el 20 de octubre de 2018, en el que su estación contabilizó más de 258 l/m². En épocas muy recientes, Estepona recogió el pasado 8 de enero más de 171 l/m², aunque bien es cierto que es una de las estaciones que, junto con la del aeropuerto de Málaga, más registros diarios presenta por encima de los 100 l/m².

Tabla. 7 Precipitaciones máximas diarias por encima de los 100 l/m²

Estación	Precipitación	Fecha
Antequera	258,9	20/10/2018
Estepona	171,2	08/01/2021
	118,2	15/02/2010
	107,2	19/10/1972
	105,0	27/11/2010
	141,2	27/12/2007
Fuengirola	159,8	07/02/2003
Málaga Aeropuerto	121,5	18/01/1979
	151,0	22/02/1969
	102,1	27/03/2004
	313,0	27/09/1957
	109,4	31/10/2008
	164,0	28/11/1942
	123,7	18/12/2010
Málaga Centro meteorológico	111,2	24/02/2004
	107,6	27/03/2004
	100,8	18/12/2010
Málaga Puerto	106,8	27/03/2004
Torrox	106,1	21/09/2007

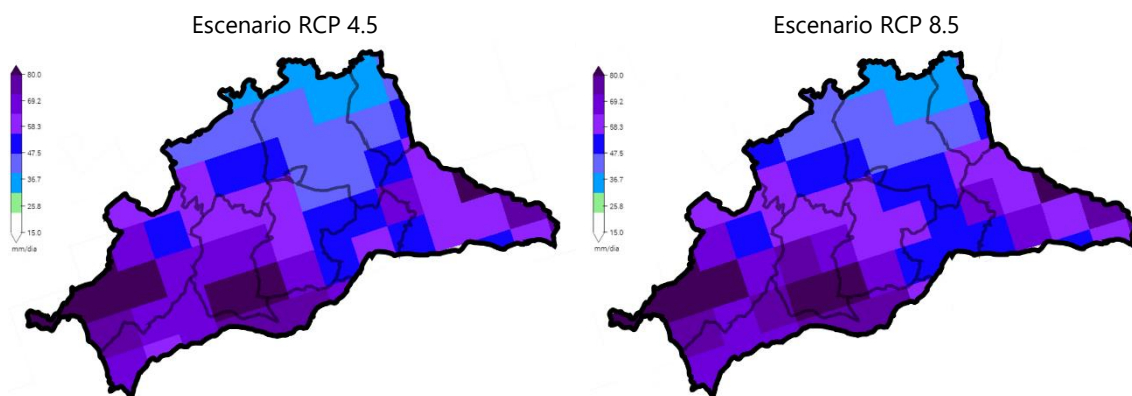
Fuente: elaboración propia a partir de los datos Open Data de la AEMET, 2021.

En cuanto a los meses más lluviosos, dependiendo del territorio, se observa un pico invernal y otoñal, aunque en Málaga capital el mes de marzo también acumula registros muy elevados. Así, los municipios de interior suelen tener una estación más lluviosa en otoño; octubre o noviembre se presentan con los valores más elevados, Antequera y Ronda con 197,7 y 345,9 l/m², respectivamente. Mientras que los municipios del litoral ven como el mes de mayores precipitaciones extremas se desplaza al periodo invernal; diciembre y enero se presentan como los meses de precipitaciones máximas registradas alcanzado en Estepona, Fuengirola o Torrox precipitaciones muy considerables, 458,4, 312,3 y 205,4 l/m², que en algunos casos supone un porcentaje muy elevado de las precipitaciones anuales, acumuladas en un único mes de lluvias muy copiosas

El análisis de las proyecciones a futuro de las precipitaciones máximas en 24 h en los dos escenarios, altas y bajas precipitaciones, da una muestra de la variabilidad típica del clima mediterráneo para esta variable climatológica.

A 2040 se observa, independientemente del escenario seleccionado, como se extienden por una mayor parte de la provincia las zonas con precipitaciones fuertes. Así, en el escenario RCP 4.5, ya no sólo la zona de la Serranía de Ronda (Cortes de la Frontera) donde actualmente se recogen las mayores precipitaciones anuales, sino que otras zonas hacia el este, empezarán a registrar precipitaciones muy copiosas en un corto periodo de tiempo.

Ilustración 8. Proyección de las precipitaciones máximas en 24 h a 2040²⁰



Fuente: elaboración propia a partir del Visor de Escenarios de Cambio Climático, AdapteCCa, 2021.

Caso del sur de la Sierra de las Nieve y suroeste del Valle del Guadalhorce (Sierra bermeja o Sierra Blanca) o municipios de las Sierras de Tejeda y Almijara tendrán precipitaciones diarias en el límite superior, por encima de los 80 mm/día, entendidas como medias anuales. En la Serranía de Ronda y el Valle del Guadalhorce se pueden alcanzar cifras de 140-155 l/m² al día.

La probabilidad de precipitaciones muy fuertes irá disminuyendo hacia el centro y norte provincial, ya que casi todo el litoral se verá sometido a un régimen de lluvias elevadas bastante importante, sobre todo el litoral occidental y el extremo más oriental. Municipios como Manilva, Estepona, Marbella o Mijas pueden rondar los 75-80 mm/día de media e incluso alcanzar máximas cercanas a los 130 l en 24 h de máxima.

²⁰ Indicador de cambio anual. Este indicador muestra las diferencias, para cada escenario, entre los valores (media anual) de cada variable proyectados (la media de todos los modelos) y los valores observados en el periodo de referencia 1961-1990.

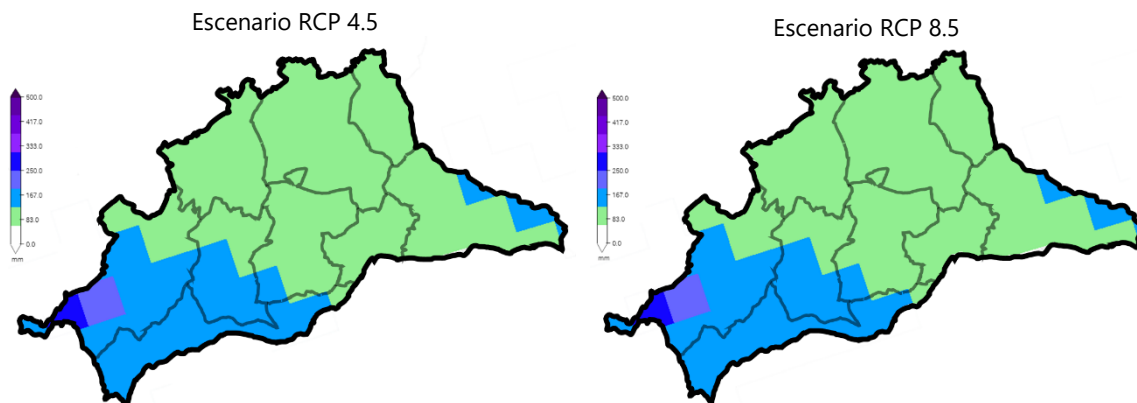
En el caso del RCP 8.5 no se observa una gran variación a 2040, si bien las zonas con precipitaciones extremas se ampliarán un poco sobre todo en los extremos occidental y oriental de la provincia de Málaga.

Las proyecciones de las precipitaciones máximas acumuladas en 5 días dan una muestra de precipitaciones fuertes mantenidas en el tiempo, tipo borrascas invernales, que pueden producir inundaciones, bien por una lluvia extrema en un corto periodo de tiempo y que se amplifica por una continuación de las precipitaciones en días subsiguientes o por la acumulación de precipitaciones fuertes durante varios días hasta que se sobrepasa el umbral de desborde de ríos o arroyos.

Como se puede apreciar en los mapas siguientes, los territorios más afectados por precipitaciones extremas acumuladas se centran en el suroeste provincial, sobre todo en Cortes de la Frontera, zona del Puerto de la Calderona y Sierra de los Pinos pueden llegar a acumular más de 300 l/m² en cinco días. A partir de ahí, la situación se reduce considerablemente en el resto de la provincia y sólo la zona de las sierras de Líbar, Blanquilla y del Palo (Montejaque, Benaoján o Jimena de Líbar) alcanzan valores cercanos a los 200 mm/día.

No se aprecia ninguna variación significativa entre los dos escenarios de análisis, de tal forma que se dan prácticamente las mismas proyecciones para toda la provincia en el escenario RCP 4.5 y en el 8.5.

Ilustración 9. Proyección de las precipitaciones máximas acumuladas en 5 días a 2040



Fuente: elaboración propia a partir del Visor de Escenarios de Cambio Climático, AdapteCCa, 2021.

Otra variable de interés que puede dar pistas futuras de fuertes precipitaciones es el número de días de lluvia al año. Actualmente, la probabilidad de lluvia diaria es bastante baja. El clima malagueño destaca por muchos días de sol, sin ningún tipo de precipitaciones, ya que de media suele llover alrededor de 58 días al año (15,9% de los días). Las variaciones no son muy elevadas entre comarcas, ya que el máximo está en torno a los 66,6 días de Nororma y los 48 del Valle del Guadalhorce.

En cuanto a los valores proyectados a 2040 la situación es muy similar en ambos escenarios, no observándose variaciones significativas entre ellos. Lo que sí se proyecta a futuro es una reducción importante de los días anuales en los que se van a repartir las precipitaciones.

Tabla. 8 Número de días de lluvia en 2040

Comarca	Histórico	RCP. 4.5	RCP 8.5
Antequera	57,3	50,9	50,8
Nororma	66,6	59,8	59,4
Costa del Sol Occidental	57,8	51,7	51,7
Guadalteba	60,1	54,2	54,0
La Axarquía	54,6	48,8	48,5
Málaga-Costa del Sol	53,1	47,4	47,8
Serranía de Ronda	65,8	58,8	58,4
Sierra de las Nieves	58,2	51,9	51,5
Valle del Guadalhorce	48,0	42,9	43,0
Provincia de Málaga	57,9	51,8	51,7

Los valores corresponden a la media anual.

Fuente: Visor de Escenarios de Cambio Climático, AdapteCCa, 2021.

A nivel provincial, la reducción supone algo más del 10,5% de los días y en todas las comarcas se producirá una reducción similar de los días de lluvia. La principal implicación es que si a 2040, como ya se ha observado en el documento de proyecciones climáticas, se va a observar una ligera reducción que, incluso, en algunas zonas puede llegar a aumentar, sobre todo en el RCP 4.5, estas precipitaciones deberán ser más intensas, de forma generalizada, en los días en los que llueva, independientemente de episodios puntuales de precipitaciones extremas por algún fenómeno atmosférico determinado.

Valoración del peligro.

A continuación, se detalla la matriz de peligro para la variable fuertes precipitaciones.

Tabla. 9 Matriz de peligro para fuertes precipitaciones en la provincia de Málaga

Comarca	Riesgo actual		Riesgo futuro		
	Probabilidad	Impacto	Cambio intensidad	Cambio frecuencia	Periodo
Antequera	Bajo	Moderado	Aumento	Aumento	Corto
Nororma	Bajo	Moderado	Aumento	Aumento	Corto
Costa del Sol Occidental	Alto	Alto	Aumento	Aumento	Corto
Guadalteba	Bajo	Moderado	Aumento	Aumento	Corto
La Axarquía	Moderado	Moderado	Aumento	Aumento	Corto
Málaga-Costa del Sol	Alto	Alto	Aumento	Aumento	Corto
Serranía de Ronda	Alto	Moderado	Aumento	Aumento	Corto
Sierra de las Nieves	Alto	Moderado	Aumento	Aumento	Corto
Valle del Guadalhorce	Alto	Moderado	Aumento	Aumento	Corto
Provincia de Málaga	Alto	Moderado	Aumento	Aumento	Corto

Fuente: elaboración propia.

1.1.4 INUNDACIONES Y AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR

En materia de inundaciones, el *Covenant of Mayors* distingue, tras su última actualización entre diferentes tipos; repentina/superficial, originadas, principalmente, por lluvias extremas en un periodo de muy corto de tiempo; fluviales, debidas al desborde de masas de aguas superficiales; costera, debido a los temporales marinos; de aguas subterráneas, por aumento del nivel freático y permanente, que pueden ser de cualquiera de los tipos anteriores, pero en las que las masas de agua ganan territorio seco de forma estable.

Las avenidas fluviales constituyen el mecanismo más habitual por el que se producen inundaciones catastróficas en el territorio andaluz. Frente a las inundaciones causadas por precipitaciones *in situ*, cuya afección se ciñe mayoritariamente a determinadas zonas (garajes, sótanos, pasos subterráneos, etc.), el desbordamiento de ríos y arroyos representa un fenómeno de mayor potencial de daño, que se asocia a más altas velocidades de flujo, a mayores alturas de la lámina de inundación y a una significativa importancia de la carga sólida transportada.

En este capítulo, por el análisis bibliográfico y las clases de riesgo asociado a las inundaciones recurrentes en la provincia de Málaga, nos centraremos en las tres primeras tipologías de inundaciones; superficial, fluvial y costera.

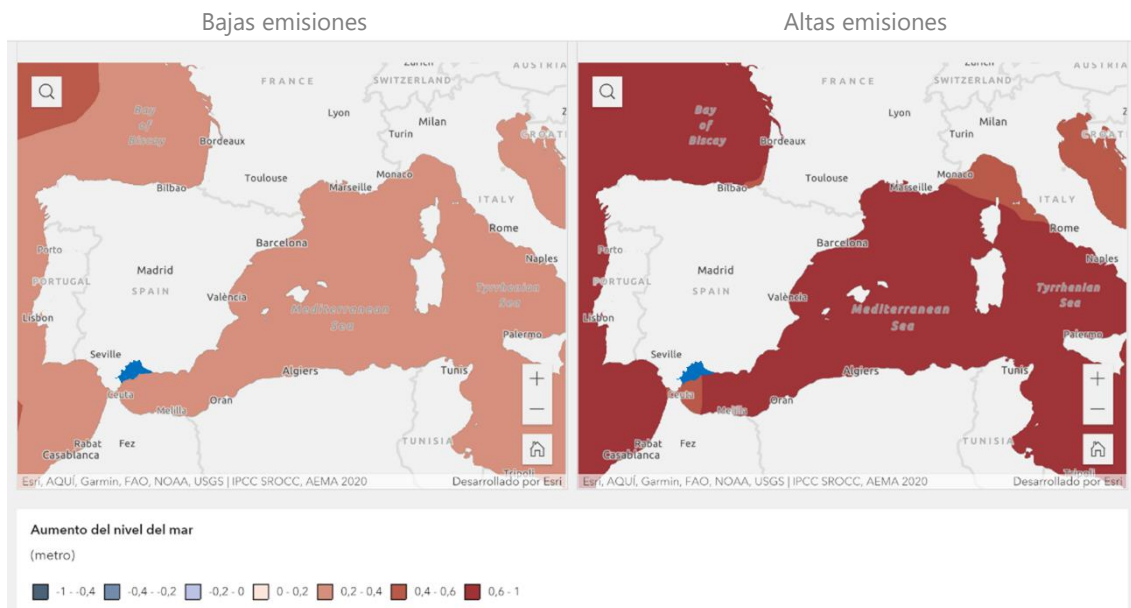
En general, las tres tienen su origen en fenómenos extremos de fuertes precipitaciones, bien por tormentas y borrascas en el interior, mayoritariamente ya analizadas en el epígrafe anterior, bien por episodios de temporales marinos costeros. En el caso de las inundaciones costeras el aumento del nivel del mar provoca que sean más o menos permanentes, ya que el mar va ganando terreno en las zonas litorales más bajas, sobre todo línea de playa o zonas de desembocadura de ríos, por donde penetra el mar hacia el interior a mayores distancias.

La presencia de tormentas es algo habitual en el clima mediterráneo, caracterizado por este tipo de episodios. Se debe en parte a la mayor temperatura del agua, ya que el mar Mediterráneo es un mar bastante caliente. La subida de la temperatura del mar implica un fenómeno de expansión térmica del agua marina, causa predominante del aumento acelerado del nivel del mar tanto a nivel mundial como en los mares regionales europeos. No obstante, el derretimiento de los glaciares y la desintegración de las capas de hielo de la Antártida y Groenlandia han superado los efectos de la expansión térmica desde aproximadamente el año 2000 (Dangendorf et al., 2017; WCRP *Global Sea Level Budget Group*, 2018; Oppenheimer et al., 2019).

En el caso de las zonas costeras de la provincia de Málaga, la mayoría se verán afectadas por la subida del nivel del mar. Teniendo en cuenta el aumento proyectado para finales del siglo XXI en las costas mediterráneas, en el mejor de los escenarios, se espera una subida entre 0,2-0,4 m que afectaría a todo el frente litoral, implicando pérdida de recursos costeros, muy importantes para, no sólo el sector turístico, uno de los más importantes de la Costa del Sol, sino también la biodiversidad y la dinámica litoral.

En el caso del escenario de altas emisiones, la situación se complica mucho más, sobre todo para la vertiente litoral oriental, en la que se esperan subidas en torno a 1 m, lo que supone, no ya sólo pérdida de recursos de la primera zona de playas, sino que la inundación permanente se introduciría tierra adentro, sobre todo siguiendo el curso de la multitud de masas de agua que desembocan en el frente litoral malagueño.

Ilustración 10. Aumento proyectado del nivel relativo del mar para fines del siglo XXI para los dos escenarios de emisiones (comparativa con el período 1981-2010)



Fuente: IPCC SROCC, Capítulo 4: Aumento del nivel del mar e implicaciones para las islas, costas y comunidades de baja altitud. AEMA, 2021.

En cuanto a las inundaciones superficiales repentinas debido a lluvias intensas en corto plazo de tiempo que provocan grandes avenidas e inundaciones superficiales de las zonas más bajas, sí se ha observado en las últimas décadas, en la provincia de Málaga, un incremento en la frecuencia e intensidad de desarrollo de estos episodios de inundación repentina asociada a fuertes tormentas otoñales e invernales (impacto analizado en el epígrafe fuertes precipitaciones). En el sistema de meteoalertas de la AEMET son cada vez más frecuentes los avisos por tormentas (fuertes lluvias) en el litoral malagueño y algunas otras zonas de interior de la provincia, sobre todo debido a la presencia cada vez más habitual de DANAs en el litoral mediterráneo.

Sin embargo, no se ha observado ese mismo incremento en las inundaciones fluviales, aunque sí ha aumentado el riesgo ante este peligro natural, debido al aumento de la vulnerabilidad y exposición del territorio. Los extremos hidrológicos van a ser vehiculares del comportamiento climático en las próximas décadas. Los estudios afirman que la fachada mediterránea es la más castigada por las inundaciones provocadas por las lluvias intensas, no ya sólo sinópticas (borrascas) sino de tipo convectivas (tormentas primaverales y estivales).

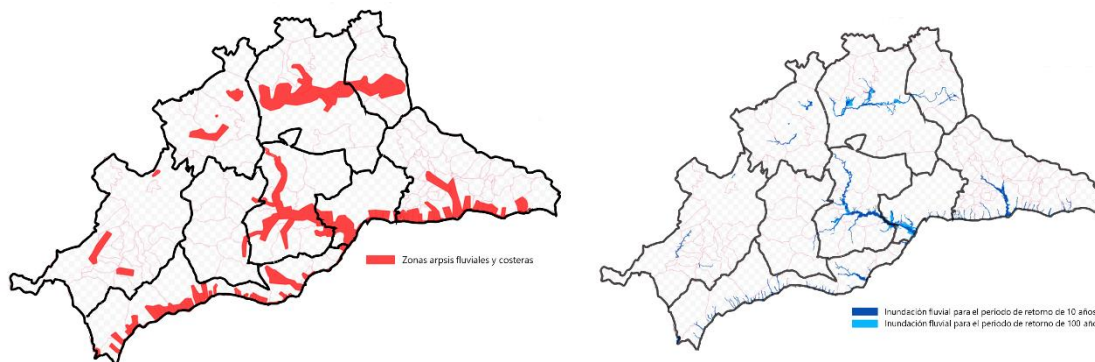
Las inundaciones son consideradas como un riesgo unido a la historia del litoral mediterráneo. Un estudio de la Generalitat Valenciana de 2019²¹ indica que este riesgo es percibido por la población como el riesgo natural más importante. El carácter torrencial de las precipitaciones es natural del ecosistema mediterráneo, con elevado volumen de lluvia en un corto período.

²¹ Generalitat Valenciana (2019) Las inundaciones <http://www.presidencia.gva.es/en/web/emergencias/inundaciones>

Hay que tener en cuenta que la población se encuentra expuesta a las inundaciones debido a que las zonas de mayor volumen poblacional se encuentran próximas a las zonas costeras y a los cursos fluviales para garantizar el aprovechamiento de los recursos, y especialmente en la desembocadura de los ríos para aprovechar esa posición estratégica. Estas modificaciones hacia fenómenos meteorológicos extremos pueden acarrear pérdidas económicas importantes y, en algunos casos, más extremos, vidas humanas.

Para un análisis más detallado en materia de inundaciones se ha realizado un estudio cartográfico, por un lado, sobre las zonas ARPSIS (Áreas con Riesgo Potencial Significativo de Inundación) de 2º ciclo (2018), obtenidas a partir de la evaluación preliminar del riesgo de inundación realizada por las autoridades competentes en materia de aguas, costas y protección civil que nos indican si existe riesgo de inundación en el municipio.

Ilustración 11. Zonas ARPSIS (fluviales y costeras) y peligrosidad por inundación fluvial



Fuente: elaboración propia a partir del Visor de inundabilidad de la Secretaría General de Medio Ambiente, Agua y Cambio Climático, 2021.

El litoral de Málaga presenta una elevada concentración de este tipo de zonas, tanto fluviales como zonas costeras. Caso todo el frente litoral está incluido como zona ARPSI en el catálogo de zonas inundables, además, en muchos casos, estas zonas se continúan con zonas fluviales asociadas a los ríos costeros malagueños. Destacan sobre el resto, la zona ARPSI asociada al río Guadalhorce, que no sólo afecta a los entornos urbanos del litoral (Málaga capital), sino a varios núcleos urbanos e infraestructuras del interior hasta el embalse de El Chorro (urbanizaciones de Málaga, Alhaurín de la Torre, Cártama, Álora, línea ferroviaria de alta velocidad o varias vías de comunicación por carretera).

También es importante el área ARPSI asociada al propio río Guadalhorce y alguno de sus afluentes aguas arriba del propio embalse, en el término municipal de Antequera. Discurre longitudinalmente de este a oeste y puede afectar al propio núcleo urbano de Antequera, así como al diseminado rural y otras infraestructuras de interés. Se observan otras zonas ARPSIS de interior de cierta importancia, pero como conclusión definitiva, las zonas costeras tienen un mayor potencial de inundación, máxime teniendo en cuenta que el litoral está muy urbanizado y que pueden afectar a una cantidad importante de población.

Por otro, como complemento de las zonas potencialmente inundables, un análisis del sobre el análisis de la peligrosidad por inundación al que se encuentra sometido el territorio, resultado de la combinación de la peligrosidad por inundación y de la vulnerabilidad del uso del suelo, basados fundamentalmente en la incorporación de factores económicos, sociales y medioambientales que fueran susceptibles de verse dañados debido a los efectos negativos de una inundación.

Este análisis cartográfico se ha realizado a partir del mapa de inundación fluvial para retornos a 10 y 100 años, corroboran los resultados de potencialidad, dando como resultado que las zonas con mayor peligrosidad de inundación con periodos de retorno muy corto están asociadas al río Guadalhorce a lo largo de casi todo su cauce, ampliándose notablemente en el caso de retorno a 100 años. También es importante destacar las zonas inundables a lo largo del río de Vélez, que puede afectar a núcleos urbanos y zonas agrícolas, así como a diferentes infraestructuras desde el municipio de Benamargosa hasta Torre del Mar (Vélez-Málaga).

Hay que tener en cuenta las importantes consecuencias para la población y las infraestructuras urbanas de este tipo de impactos, sobre todo para la residente en las zonas inundables, que en el caso de las inundaciones superficiales repentinas pueden tener consecuencias fatales. También para zonas de cultivo de alto nivel productivo asociadas a la costa tropical malagueña.

Según los datos del Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH)²² entre 1900 y 2021 se han registrado hasta 125 episodios de inundaciones que han afectado a alguna zona de las cuencas internas de Andalucía, entre las que se incluye la provincia de Málaga, de las que 78 han tenido lugar en los últimos 50 años y 43 desde el año 2000.

Estas inundaciones han tenido como principales datos significativos, en los últimos 20 años, nueve personas fallecidas, 230 evacuados, 53 viviendas afectadas y daños a otras infraestructuras (zonas agrícolas, vías de comunicación, infraestructuras hidráulicas y de servicios).

Tabla. 10 Inundaciones históricas provincia de Málaga 2000-2021.

Comarca	Episodios	Fallecidos	Evacuados	Infraestructuras
Antequera	4	1	1	3
Nororma	1	-	-	1
Costa del Sol Occidental	9	3	41	7
Guadalteba	2	-	-	3
La Axarquía	9	1	19	10
Málaga-Costa del Sol	6	-	-	6
Serranía de Ronda	2	-	-	2
Sierra de las Nieves	2	-	-	3
Valle del Guadalhorce	8	-	2	7
Provincia de Málaga	43	5	63	42

Los valores de infraestructuras corresponden con Industrias, zonas de cultivo, ganadería, vías de comunicación, hidráulica y servicios.

Fuente: Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas, 2021.

²² Dirección general de Protección Civil. Ministerio del Interior. <http://www.proteccioncivil.es/riesgos/inundaciones/cnih>

En cuanto a los valores proyectados a 2040 la situación tiende a empeorar, sobre todo en las variables relacionadas con las inundaciones (máxima en 24 h, acumulado en 5 días) o en las proyecciones de subida del nivel del mar.

Valoración del peligro.

A continuación, se detalla la matriz de peligro para la variable inundaciones y subida del nivel del mar.

Tabla. 11 Matriz de peligro para inundaciones y subida del nivel del mar en la provincia de Málaga

Comarca	Riesgo actual		Riesgo futuro		
	Probabilidad	Impacto	Cambio intensidad	Cambio frecuencia	Periodo
Antequera	Moderada	Alto	Aumento	Aumento	Corto
Nororma	Baja	Bajo	Sin cambios	Sin cambios	Desconocido
Costa del Sol Occidental	Alta	Alto	Aumento	Aumento	Corto
Guadalteba	Baja	Bajo	Sin cambios	Sin cambios	Desconocido
La Axarquía	Alta	Alto	Aumento	Aumento	Corto
Málaga-Costa del Sol	Alta	Alto	Aumento	Aumento	Corto
Serranía de Ronda	Baja	Bajo	Sin cambios	Sin cambios	Desconocido
Sierra de las Nieves	Baja	Bajo	Sin cambios	Sin cambios	Desconocido
Valle del Guadalhorce	Alta	Alto	Aumento	Aumento	Corto
Provincia de Málaga	Moderada	Moderado	Aumento	Aumento	Corto

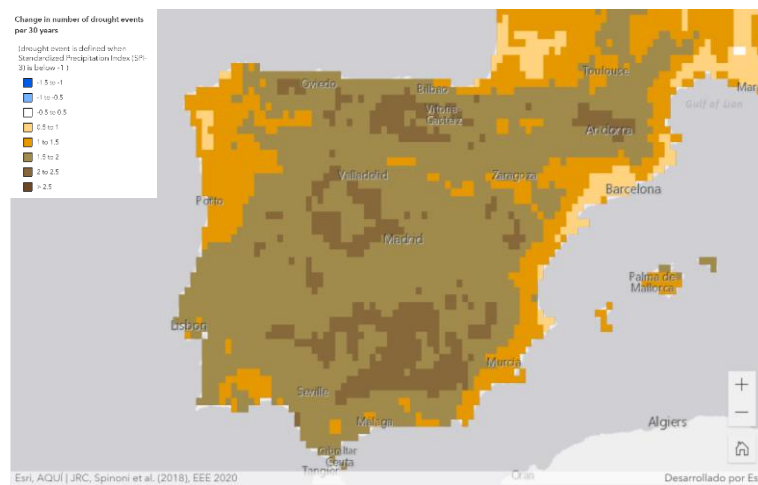
Fuente: elaboración propia.

1.1.5 SEQUÍAS Y ESCASEZ DE AGUA

Hablamos de sequía cuando se da una falta de agua inusual debido a la ausencia o escasez de lluvias en un largo periodo de tiempo. Es su carácter irregular y ocasional el que hace que la sequía pueda generar perjuicios. Las consecuencias de una sequía son la interrupción del abastecimiento de agua por falta de recursos.

A nivel europeo la Península Ibérica es el territorio para el que se proyecta el mayor número de eventos de sequía, que tendrá como consecuencia un aumento del riesgo de desertificación en todo el territorio peninsular, aumentando desde el sureste español, sobre todo hacia el norte (Murcia y Comunitat Valenciana) y, en menor medida, hacia el oeste andaluz.

Ilustración 12. Cambio proyectado en las sequías meteorológicas para un escenario de altas emisiones (período 2041-2070 en comparación con 1981-2010)



Fuente: Spinoni et al. (2018), AEMA, 2021.

Un reciente estudio sobre el impacto del Cambio Climático en las sequías²³ en la cuenca mediterránea muestra que los escenarios de Cambio Climático tienden a un aumento general de la severidad de los fenómenos meteorológicos y sequías hidrológicas, debido a los efectos combinados de las lluvias y el aumento de la evapotranspiración.

Este estudio muestra que las zonas donde se encuentran la mayor parte de los recursos hídricos de la cuenca son más propensas a sufrir un aumento en la severidad de las sequías que empeoraría a medio plazo. Este hecho puede jugar un papel importante en el diseño de los futuros planes y estrategias de adaptación.

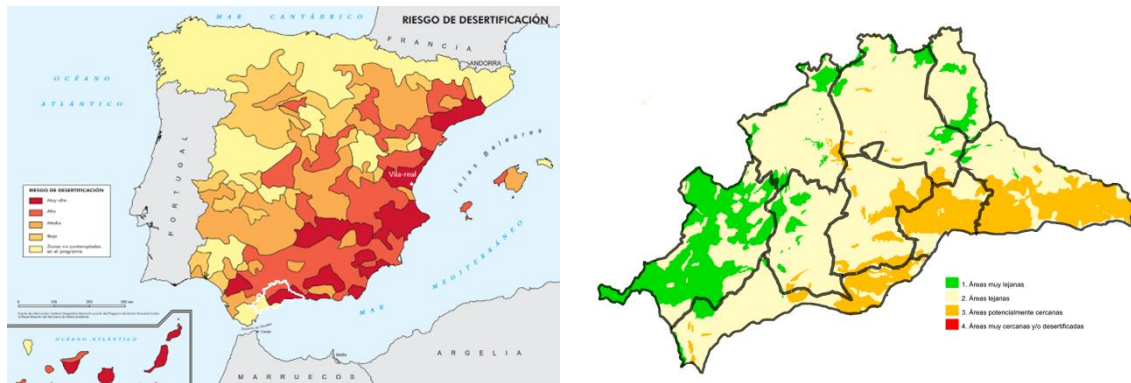
También en cuanto a estímulos e impactos frente al Cambio Climático, debemos tener presente el riesgo de desertificación que, según la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CLD), las zonas susceptibles de sufrir desertificación son las áreas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, es decir, aquellas zonas en las que la proporción entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial está comprendida entre 0,05 y 0,65.

La provincia de Málaga presenta "altos valores de riesgo de desertificación", debido a que la región mediterránea presenta un clima semiárido dominante con intensa sequía estacional, una fuerte concentración de las lluvias en periodos reducidos, y un relieve accidentado y unos suelos con un bajo contenido en materia orgánica. Esta desertificación es más acusada cuanto más al sureste de la provincia nos situemos.

Así, casi toda la zona litoral oriental, presenta valores muy altos de riesgo de sufrir desertificación, mientras que hacia el norte el riesgo se reduce, pasando a alto. La zona más occidental de Málaga (Costa del Sol Occidental y sur de la Serranía de Ronda) no se ha contemplado en el programa.

²³ Marcos García, López Nicolás, Pulido-Velázquez (2017), "Combined use of relative drought indices to analyze climate change impact on meteorological and hydrological droughts in a Mediterranean basin". *Journal of Hydrology* 554 (2017) 292-305

Ilustración 13. Riesgo de desertificación y desertificación heredada



Fuente: Instituto Geográfico Nacional y REDIAM, 2021.

En cuanto a la desertificación heredada (analizada para el periodo 1956-2100), referida a aquellas áreas donde históricamente han incidido los procesos causantes de la desertificación, provocando sobre el territorio una degradación de la capacidad productiva de las tierras de tal manera que para obtener producciones agrícolas es necesario emplear elementos tecnológicos e inputs de alto valor, además de tener que realizar actuaciones sobre el medio de fuerte impacto ambiental. Son tierras donde la desertificación es un proceso natural al que se han adaptado unas actuaciones humanas sobre el medio desde tiempos históricos.

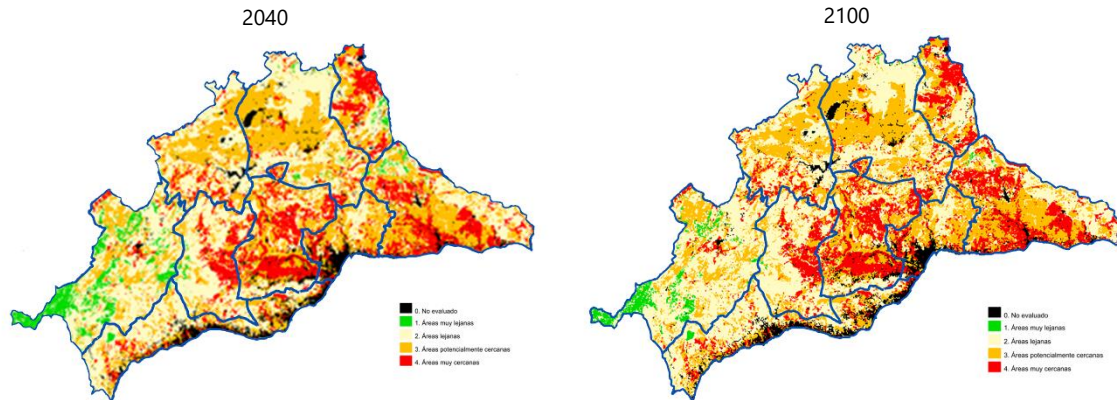
En este sentido, se demuestra que toda la Costa del Sol oriental, así como la comarca de Málaga y los municipios desde Torremolinos a Mijas, incluso el este de Marbella, son áreas potencialmente cercanas a la desertificación, mientras que el resto de la provincia se aleja considerablemente.

A esto se suman los impactos que se proyectan por efectos del Cambio Climático, que actuarán incrementando algunos de los factores que influyen en el aumento de la desertificación (aumento de temperatura, alteración de precipitaciones, aumento del riesgo de incendios, aumentos en la torrencialidad, etc.).

Unido a las afecciones de la sequía sobre el medio natural hay que tener en cuenta la escasez de recursos hídricos, sobre todo superficiales en un territorio con una alta presencia de actividad agrícola en régimen de regadío (cultivos tropicales), cultivos que van en aumento ya que se siguen roturando terrenos, sobre todo laderas de piedemonte. El índice de explotación de los recursos hídricos indica que el porcentaje de uso del agua con relación a los recursos renovables de agua dulce está por debajo de la capacidad de renovación del sistema (21,59%) para toda la Cuenca Mediterránea Andaluza. Sin embargo, en los últimos años se ha pasado del 9,7% de 2010 hasta llegar al 30,5% en octubre de 2015, muy cerca ya del límite del 40% que indica estrés severo y un uso claramente insostenible de los recursos (Raskin et al., 1997).

En un escenario de escasez de recursos, sequía intensas y prolongadas y reducción de las precipitaciones, la agricultura será un sector muy afectado. Los distintos escenarios de Cambio Climático prevén, además, que se agraven dichos problemas de forma generalizada y especialmente en las zonas de la provincia de clima mediterráneo más seco y cálido.

Ilustración 14. Desertificación actual a 2040 y 2100



Fuente: elaboración propia a partir del REDIAM, 2021.

Como se puede apreciar en los mapas anteriores la desertificación actual proyectada a 2040 y 2100 dan como resultado la presencia de cada vez más áreas muy cercanas a la desertificación, ampliándose por toda la provincia el riesgo de desertificación resultado de las sequías y la escasez de agua, asociada a otros factores desencadenantes.

Valoración del peligro.

A continuación, se detalla la matriz de peligro para la variable sequías y escasez de agua.

Tabla. 12 Matriz de peligro para sequías y escasez de agua en la provincia de Málaga

Comarca	Riesgo actual		Riesgo futuro		
	Probabilidad	Impacto	Cambio intensidad	Cambio frecuencia	Periodo
Antequera	Alta	Alto	Aumento	Aumento	Medio
Nororma	Alta	Alto	Aumento	Aumento	Largo
Costa del Sol Occidental	Moderada	Moderado	Aumento	Aumento	Medio
Guadalteba	Moderada	Moderado	Aumento	Aumento	Medio
La Axarquía	Alta	Alto	Aumento	Aumento	Medio
Málaga-Costa del Sol	Alta	Alto	Aumento	Aumento	Medio
Serranía de Ronda	Baja	Bajo	Aumento	Aumento	Largo
Sierra de las Nieves	Baja	Bajo	Aumento	Aumento	Largo
Valle del Guadalhorce	Moderada	Moderado	Aumento	Aumento	Medio
Provincia de Málaga	Moderada	Moderado	Aumento	Aumento	Medio

Fuente: elaboración propia.

1.1.6 TORMENTAS

Son fenómenos atmosféricos caracterizados por la coexistencia próxima de dos o más masas de aire de diferentes temperaturas. Este contraste asociado a los efectos físicos implicados desemboca en una inestabilidad caracterizada por lluvias, vientos, relámpagos, truenos y ocasionalmente granizos, entre otros fenómenos meteorológicos.

Mención especial merece el fenómeno de la gota fría, actualmente DANAs, que tiene lugar cuando una masa de aire caliente se eleva a gran altura y al coincidir con masas de aire muy frío origina grandes perturbaciones atmosféricas, lluvias muy intensas con numeroso rayos, granizo y vientos huracanados. El viento puede llegar a más de 140 km/h en la costa causando caídas de árboles pero que en el interior amaina de manera considerable.

Los estudios de cambios pasados en tormentas extra tropicales han utilizado una variedad de métodos, lo que dificulta comparar los resultados de diferentes estudios o evaluar si existe alguna tendencia subyacente en el Cambio Climático. La ubicación e intensidad de las tormentas en Europa ha mostrado una variación considerable durante el siglo pasado, pero la trayectoria y la intensidad de las tormentas en el hemisferio norte probablemente se hayan desplazado hacia el norte desde al menos 1970²⁴.

Los estudios de modelización muestran resultados divergentes sobre los cambios en el número de tormentas en Europa, pero en general coinciden en los aumentos de las tormentas más fuertes y dañinas en la mayoría de las regiones europeas. Sin embargo, la simulación de ciclones extra tropicales en modelos climáticos sigue siendo un desafío científico a pesar de los importantes avances recientes en las técnicas de modelización.

Como ya se ha indicado en los epígrafes fuertes precipitaciones e inundaciones, la provincia de Málaga se ha visto sometida a eventos extremos de tormentas otoñales relacionadas con DANAs y borrascas invernales que incluían fuertes precipitaciones acompañadas de fuertes vientos. A ello, hay que sumar la aparición de tormentas extra tropicales que han afectado a la Península Ibérica, como el caso de la tormenta Gloria, eventos que están adquiriendo mucha más relevancia en las últimas décadas, al menos, desde el punto de vista de las alertas climatológicas ante fenómenos extremos, así como la repercusión en los medios de comunicación, lo que puede distorsionar la posible relación con el Cambio Climático.

En cualquier caso, territorialmente, si bien, el análisis de los valores extremos de las estaciones de la AEMET muestra valores de precipitaciones muy abundantes registrada en 24 h en épocas muy recientes, el caso de mayor precipitación en la provincia registrada por las estaciones de Málaga data de la década de los 50.

Estas tormentas, además, de fuertes precipitaciones suelen ir acompañadas de fuertes vientos, cercanos a los 100 km/h, catalogado en la escala de los vientos de Beaufort como temporal duro que implica daños mayores en objetos a la intemperie como árboles arrancados y daños en la estructura de las construcciones. Incluso en algunas estaciones se ha llegado a sobrepasar estas rachas, como en el caso del aeropuerto de Málaga que registró un récord de cerca de 130 km/h, aunque en fechas no recientes.

Valoración del peligro.

A continuación, se detalla la matriz de peligro para la variable tormentas.

²⁴ U. Ulbrich, GC Leckebusch y JG Pinto, "Ciclones extratropicales en el clima presente y futuro: una revisión", *Climatología teórica y aplicada* 96 (2009): 117–31, doi: 10.1007 / s00704-008 -0083-8; Øystein Hov et al., "Fenómenos meteorológicos extremos en Europa: preparación para la adaptación al cambio climático" (Oslo: Instituto Meteorológico de Noruega, 2013), <http://www.dnva.no/binfil/download.php?tid=58783>.

Tabla. 13 Matriz de peligro para tormentas en la provincia de Málaga

Comarca	Riesgo actual		Riesgo futuro		
	Probabilidad	Impacto	Cambio intensidad	Cambio frecuencia	Periodo
Antequera	Baja	Bajo	Desconocida	Desconocida	Desconocido
Nororma	Baja	Bajo	Desconocida	Desconocida	Desconocido
Costa del Sol Occidental	Moderada	Moderado	Aumento	Aumento	Medio
Guadalteba	Baja	Bajo	Desconocida	Desconocida	Desconocido
La Axarquía	Moderada	Moderado	Aumento	Aumento	Medio
Málaga-Costa del Sol	Alta	Moderado	Aumento	Aumento	Medio
Serranía de Ronda	Baja	Bajo	Desconocida	Desconocida	Desconocido
Sierra de las Nieves	Baja	Bajo	Desconocida	Desconocida	Desconocido
Valle del Guadalhorce	Moderada	Moderado	Aumento	Aumento	Medio
Provincia de Málaga	Moderada	Moderado	Desconocida	Desconocida	Desconocida

Fuente: elaboración propia.

1.1.7 INCENDIOS FORESTALES

El análisis de los incendios forestales en un momento como el actual viene muy marcado por el evento reciente ocurrido en Sierra Bermeja. Entre el 8 y el 14 de septiembre tuvo lugar el incendio forestal más importante de la temporada en Andalucía que arrasó más de 10.000 hectáreas. Se inició en Jubrique con rachas de viento del noroeste muy fuertes (50 km/h) que unido a la disponibilidad del combustible generó velocidades de propagación muy altas (10 km en 6h) afectando a la Interfaz Urbano-Forestal, lo que obligó al desalojo de más de 2.600 personas y lo que es más grave, se produjo un fallecido entre los miembros del Plan INFOCA.

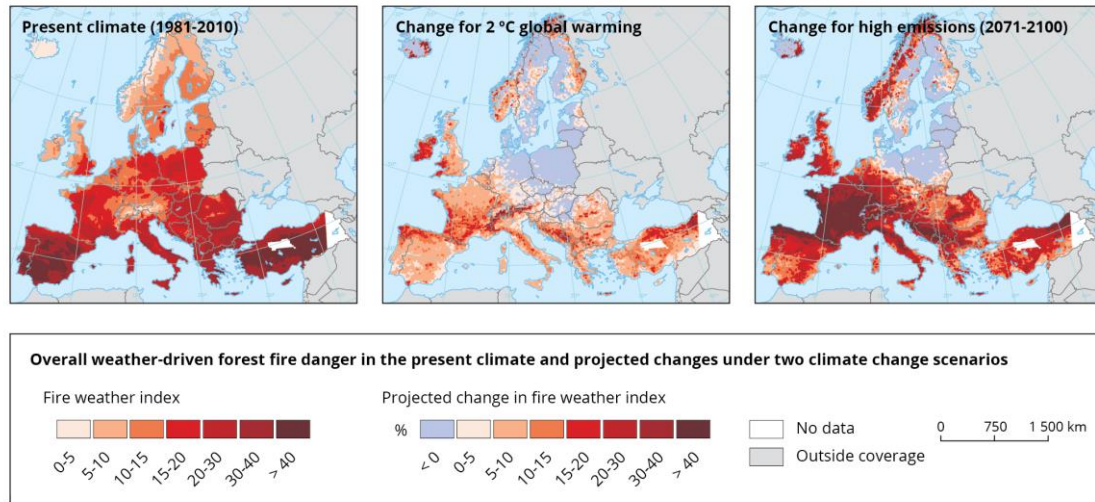
Catalogado como Gran Incendio Forestal (GIF), al superar las 500 h incendiadas, ha supuesto un daño catastrófico; económico, social y ecológico para zona una de especial relevancia ambiental, que acababa de solicitar su inclusión en el Parque Natural de Sierra de las Nieves. Además, ha sido de los primeros incendios declarados en España dentro del grupo de sexta generación, término hace referencia su virulencia, dificultad de extinción, rapidez de propagación y la formación de pirocúmulos con cenizas en suspensión con la posibilidad de ocasionar fenómenos meteorológicos internos como tormentas, al margen de las condiciones externas.

Independientemente, el análisis del indicador *Incendios forestales* de la AEMA indica que, si bien la superficie quemada en la región mediterránea ha mostrado una tendencia ligeramente decreciente desde 1980, aunque con una alta variabilidad interanual; el peligro de incendio meteorológico ha aumentado durante el mismo período como resultado del Cambio Climático global. Estas tendencias opuestas sugieren que los esfuerzos para mejorar el manejo del fuego en general están siendo muy exitosos.

Las proyecciones de Cambio Climático sugieren un calentamiento sustancial y un aumento del número de olas de calor, sequías y rachas de viento en la mayor parte del área mediterránea y, más en general, en el sur de Europa, lo que aumentaría la duración y la gravedad de la temporada de incendios, la zona de riesgo y la probabilidad de grandes incendios, que posiblemente aumenten la desertificación²⁵.

²⁵ AEMA, 'Cambio climático, impactos y vulnerabilidad en Europa 2016 - Informe basado en indicadores', Informe de la AEMA (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2017), <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impactos-y-vulnerabilidad-2016>

Ilustración 15. Peligro de incendio forestal en el clima presente y cambios proyectados bajo dos escenarios de Cambio Climático



Fuente: Proyecciones del índice meteorológico de incendios (PESETA III) proporcionado por el Centro Común de Investigación (JRC)

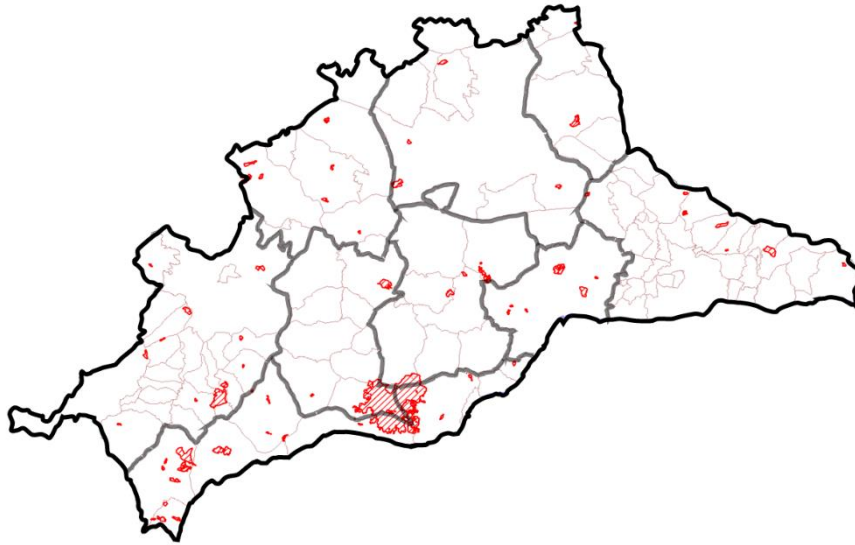
El estudio del riesgo de incendios forestales se determina de acuerdo con factores históricos, tanto por ocurrencia como por factores antrópicos, en los que además se tienen en cuenta los riesgos estructurales, pendiente, influencia de los vientos dominantes y déficit hídrico.

Para la valoración del impacto de incendios forestales se ha tenido en cuenta el riesgo de incendios en toda la provincia, lo que permite un cálculo de la vulnerabilidad frente a estos. En la serie histórica entre 1989-2019²⁶, sin contabilizar aún, ni los incendios de 2020 y el último de Sierra Bermeja, en Málaga se han registrado un total de 1.491 incendios y 2.560 conatos, siendo el peor año 1990 con un total, entre ambas tipologías, de 387 de los que el 44,5% fueron incendios declarados que quemaron más de una hectárea. De los últimos años, 2017 y 2019 fueron especialmente virulentos, con más de 110 incendios y conatos declarados, sobre todo el primero de los años, en el que se registraron 32 incendios forestales en la provincia.

En 2020, según los datos estadísticos del Plan INFOCA se han registrado en la provincia un total de 57 conatos y 21 incendios que han afectado a más de 575,5 h de terrenos forestales, además de zonas cultivadas y otros espacios. Según los datos del SIMA-IECA, los 110 incendios y conatos declarados en la provincia quemaron un total de 454 h de las que 345 eran de matorral y 110 de superficies forestales arboladas.

²⁶ Datos estadísticos del Informe de Medio Ambiente 2019

Ilustración 16. Perímetros de Incendios Forestales en Málaga (2008-2020)²⁷



Fuente: REDIAM, 2021.

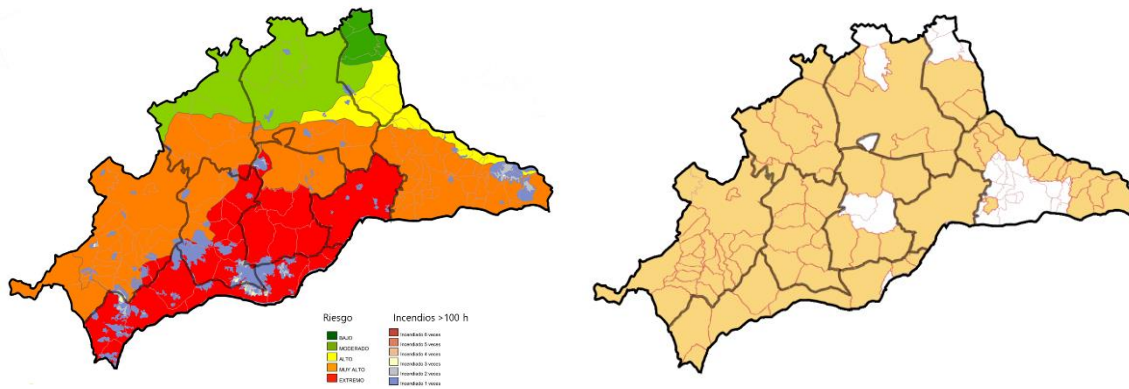
En general, es preciso indicar que, independiente de la escasa magnitud de los incendios, el hecho de que la mayoría hayan tenido lugar en zonas muy próximas a zonas urbanizadas; núcleos urbanos o polígonos, interfaz urbano-forestal, lo que aumenta el riesgo al poderse ver afectadas infraestructuras urbanas e incluso la población residente. Los incendios en zonas agrícolas también tienen un efecto secundario de pérdida directa de recursos económicos para los propietarios afectados.

En las dos últimas décadas, los incendios de cierta entidad han sido recurrentes, sobre todo, tanto en tamaño como en número en las comarcas más occidentales. Así, en el municipio de Coín se declaró un incendio en 2012 que calcinó cerca de 7.500 h, entre las que más de 1.600 eran arboladas y 5.400 de matorral. Ese mismo año se produjo otro incendio importante en el municipio de Pujarra, que destruyó casi 800 h, entre arbolado (232 h), matorral (522) y otras superficies. Entre Estepona y Casares se incendió en 2009 más de 470 h de matorral.

Por otro lado, se ha realizado el estudio cartográfico de otros dos impactos relevantes ante el Cambio Climático como son el peligro y riesgo de incendios tanto a nivel de Unidades de Seguimiento de Incendios (USIF) a escala de paisajes asociado a la ocurrencia de incendios históricos mayores de 100 h y a la recurrencia de este tipo de incendios a escala local entre 1975-2014, como las zonas de peligro de incendio en la provincia de Málaga.

²⁷ Mayores de 10 h

Ilustración 17. Riesgo por USIF y zonas de peligro de incendios



Fuente: REDIAM, 2021.

Casi toda la provincia de Málaga está incluida en las zonas de peligro por incendios forestales. Tan sólo algunos municipios del norte de las comarcas de Antequera (Alameda y Mollina), Nororma (Cuevas de San Marcos, Cuevas Bajas, Villanueva de Algaidas y Villanueva de Tapia), Valle del Guadalhorce (Pizarra, Cártama y Valle de Abdalajís) y casi todo el frente noroccidental de La Axarquía, excepto Moclinejo. Por paisajes, toda la zona occidental del litoral malagueño, desde Manilva hasta el municipio de Málaga y avanzando hacia el interior por el Valle del Guadalhorce presenta un riesgo extremo de incendios. El resto de la provincia presenta valores altos y moderados a medida que ascendemos hacia el norte y hacia los extremos oriental y occidental, donde el terreno es más escarpado.

Hay que tener en cuenta que, tanto el peligro como el riesgo de incendios forestales tenderán al aumento por los efectos futuros del Cambio Climático.

Valoración del peligro.

A continuación, se detalla la matriz de peligro para la variable incendios forestales.

Tabla. 14 Matriz de peligro para incendios forestales en la provincia de Málaga

Comarca	Riesgo actual		Riesgo futuro		
	Probabilidad	Impacto	Cambio intensidad	Cambio frecuencia	Periodo
Antequera	Moderada	Moderado	Aumento	Aumento	Corto
Nororma	Moderada	Moderado	Aumento	Aumento	Corto
Costa del Sol Occidental	Alta	Alto	Aumento	Aumento	Corto
Guadalteba	Moderada	Moderado	Aumento	Aumento	Corto
La Axarquía	Alta	Alto	Aumento	Aumento	Corto
Málaga-Costa del Sol	Alta	Alto	Aumento	Aumento	Corto
Serranía de Ronda	Alta	Alto	Aumento	Aumento	Corto
Sierra de las Nieves	Alta	Alto	Aumento	Aumento	Corto
Valle del Guadalhorce	Alta	Alto	Aumento	Aumento	Corto
Provincia de Málaga	Alta	Alto	Aumento	Aumento	Corto

Fuente: elaboración propia.

1.1.8 CAMBIO QUÍMICO

El efecto más significativo del Cambio Climático está relacionado con el ozono, al tener un efecto recíproco. La OMS ha realizado hallazgos sobre los riesgos de la salud derivados de partículas en suspensión (PM) y ozono (O₃). La temperatura, viento y humedad influyen en la formación y niveles de ozono. Se calculan 947 muertes debido al ozono. El ozono en el aire puede perjudicar a la salud, especialmente en las épocas calurosas de verano. Las personas con mayor riesgo por respirar aire con ozono son personas con asma, niños, ancianos y personas que presentan alguna patología respiratoria.

El ozono es un potente agente oxidante que se forma mediante una compleja serie de reacciones fotoquímicas en las que participa la radiación solar, el dióxido de nitrógeno (NO₂) y compuestos orgánicos volátiles. Las fuentes de emisión de este gas son tanto vehículos como fotooxidación NO_x y compuestos orgánicos volátiles. La exposición provoca dificultades, como llevar a cabo una respiración profunda y vigorosa; también tos y/o dolor e irritación en la garganta; agrava los síntomas de asma y bronquitis crónica; genera una susceptibilidad de los pulmones a la irritación; y, en último lugar, causaría una obstrucción crónica de los pulmones. A largo plazo está relacionado con el agravamiento del asma y el daño pulmonar permanente, incluso afectando de forma anormal a los niños²⁸.

Algunos estudios han estimado que las concentraciones de ozono troposférico son en la actualidad entre tres y cuatro veces superiores a las de la época preindustrial, como resultado del incremento de emisiones de óxidos de nitrógeno por causa del tráfico rodado y la industria.

En latitudes medias, como es el caso del área mediterránea y la Comunidad Valenciana, las mayores concentraciones de ozono tienen lugar durante la época cálida del año, es decir, aquella que transcurre entre mayo y septiembre. Esto se debe a un escenario meteorológico dominado por una circulación anticiclónica, condiciones de estabilidad atmosférica, escasez de nubosidad, elevada fracción de insolación y mayores niveles de radiación UV, temperaturas elevadas y circulaciones locales en régimen de brisas marinas, elementos atmosféricos que son proclives a una elevada reacción fotoquímica y, por ende, a la concentración del ozono troposférico. A ello se une un alto nivel de industrialización y una fuerte presión automovilística.

En el Informe de Calidad del Aire Ambiente (2020) de la Red de Vigilancia y Control de la Calidad del Aire en Andalucía de la Junta de Andalucía se indica que en la provincia de Málaga se han producido superaciones del valor objetivo para la protección de la salud humana.²⁹ En concreto, en la zona de Málaga y Costa del Sol (estación El Atabal) con 27 días promedio y en zonas rurales (Campillos) con 35 días promedio.

No se considera un impacto relevante para la provincia de Málaga.

²⁸ United States Environmental Protection Agency (2019) Health effects of ozone pollution
<https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/health-effects-ozone-pollution>

²⁹ 120 µg/m³ como máxima media octohoraria del día, que no deberá superarse más de 25 días por cada año civil de promedio en un periodo de 3 años

1.1.9 PELIGRO BIOLÓGICO

El Cambio Climático, no puede considerarse un fenómeno exclusivamente ambiental, sino que han de contemplarse también las profundas consecuencias económicas y sociales, y en especial sobre la salud pública. La comunidad internacional no ha sido ajena a este tema y en 2008, en la 61ª Asamblea Mundial de la OMS, 193 países asumieron la urgencia de desarrollar medidas en salud integradas en los planes de adaptación al Cambio Climático, reconociendo así su impacto en la salud pública.

Los efectos sobre la salud pueden venir derivados, no ya sólo de los efectos directos de las temperaturas extremas (olas de calor) o de las inundaciones (lluvias torrenciales), sino que la modificación de los hábitats terrestres provoca la presencia de especies exóticas invasoras que en muchos casos pueden ser vectores de transmisión de nuevas enfermedades (mosquitos, por ejemplo). Pero también, los efectos sobre los recursos hídricos afectarán de forma indirecta sobre todo a la competencia por los recursos de agua potable de calidad.

Por tanto, el Cambio Climático puede afectar a la salud de la población malagueña a través de sus efectos directos (olas de calor y otros eventos extremos, como inundaciones y sequías), pero también a través de efectos indirectos (aumento de la contaminación atmosférica y aeroalérgenos, cambio en la distribución de vectores transmisores de enfermedades, pérdida de la calidad del agua o de los alimentos).

La pandemia por COVID-19 ha incrementado la conciencia sobre las estrechas interrelaciones entre la transformación del medio ambiente y la emergencia de nuevas enfermedades. La Organización Mundial de la Salud viene advirtiendo desde hace tiempo que el Cambio Climático puede provocar la aparición de nuevas enfermedades epidémicas o incrementar su transmisión, lo que evidencia la necesidad de contemplar amenazas a la salud humana aún no conocidas con precisión.

Centrado en los efectos biológicos, por lo general asociados al aumento de las enfermedades transmitidas por vectores, el Observatorio de Salud y Cambio Climático, instrumento de análisis, diagnóstico, evaluación y seguimiento de los efectos del Cambio Climático en la salud pública y en el Sistema Nacional de Salud, informa de la presencia de diferentes enfermedades de transmisión vectorial que mediante el acceso a VectorNet³⁰ que permite conocer la distribución de los diferentes vectores.

Así tienen una presencia más o menos relevante en la provincia de Málaga, con un estado *establecido*³¹ o *presente*³², los mosquitos invasores del género *Aedes* capaces de transmitir el virus del Nilo Occidental, así como las garrapatas que pueden producir encefalitis y meningitis vírica o transmitir el virus de la fiebre hemorrágica de Crimea-Congo y, sobre todo, por su elevada presencia, algunos flebotomos (*Phlebotomus sergenti* o *P. papatasi*) que puede transmitir la leishmaniasis.

³⁰ Gap analysis – vector probability of presence model

³¹ Se ha observado una población establecida (evidencia de reproducción e hibernación) de la especie en al menos un municipio dentro de la unidad administrativa.

³² Se ha observado que la especie está presente en al menos un municipio dentro de la unidad administrativa.

El Cambio Climático, al predecir un aumento en la temperatura global, puede facilitar la presencia de vectores en todo el territorio peninsular, ampliar su periodo de actividad y provocar un aumento considerable de la densidad de sus poblaciones en zonas donde ya están establecidos.

Al no disponer de mapas de distribución local de especies invasoras se analiza el impacto de forma global. Como resultado se considera que tanto la probabilidad, como las consecuencias del impacto actual son altas, y se estima una evolución futura de crecimiento, tanto en la intensidad como en la frecuencia, por lo que debe ser tenida en cuenta en las medidas de adaptación.

1.2 ELECCIÓN DE LOS SECTORES MÁS SIGNIFICATIVOS

El desarrollo de políticas de adaptación debe basarse en evidencias e información sólida. Al comenzar a planificar el proceso adaptativo, se debe realizar una recopilación de información relevante. Esto incluye identificar el trabajo existente sobre los efectos actuales y potenciales relacionados con el Cambio Climático.

El *Covenant of Mayors* establece una serie básica de sectores y campos de actividad de interés a los que es necesario prestar atención por su potencial vulnerabilidad, que incluyen desde el sector industrial, hasta la protección ambiental y la biodiversidad, pasando por la salud pública, la energía, el transporte, el agua, los edificios, la planificación urbana y el turismo, entre otros.

En este sentido, previamente a este Análisis de riesgos y Vulnerabilidades, la Diputación de Málaga abordó en el contexto de la *Guía básica para la elaboración de PACES en la provincia de Málaga* un análisis exhaustivo de la documentación sectorial disponible en el documento *Informe de la Situación de partida en materia de Estudios de Riesgos y Vulnerabilidades (ERYV) ante el Cambio Climático en la provincia de Málaga*.

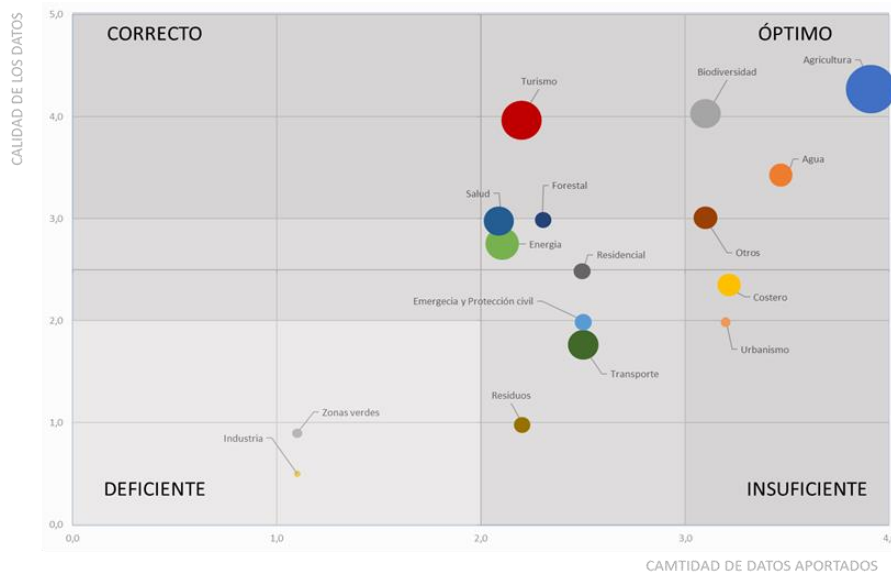
Se analizaron un total de 37 informes y estudios generales o sectoriales de ámbito local, provincial, regional, nacional o europeo, incluyendo visores cartográficos sobre vulnerabilidad y Cambio Climático y se han valorado la cantidad y calidad de los datos disponibles en materia de impactos y vulnerabilidades de los sectores afectados.

Para determinar el nivel de representatividad de la información recopilada y determinar qué sectores presentan niveles óptimos de información y cuáles requieren de un esfuerzo para rellenar los vacíos de conocimiento existentes, se abordó una análisis cualitativo y cuantitativo de los datos disponibles en los estudios.

Los resultados reflejados en una matriz de calidad y cantidad dieron como resultado que los sectores para los que se dispone mayor cantidad de información y de más calidad en relación con los riesgos y vulnerabilidad frente al Cambio Climático son Agricultura, Turismo, y Agua. Otros sectores como el Forestal, Salud, Biodiversidad, y Energía, se han tratado, aunque de forma más genérica, no disponiendo de datos muy concretos a nivel provincial.

Por último, se han identificado sectores como el Transporte, Residuos, Urbanismo y Residencial, Costas y Emergencias con una deficiente relevancia para la provincia ya que, bien no se han realizado estudios o los existentes precisan de actualización.

Ilustración 18. Matriz de materialidad



Fuente: elaboración propia.

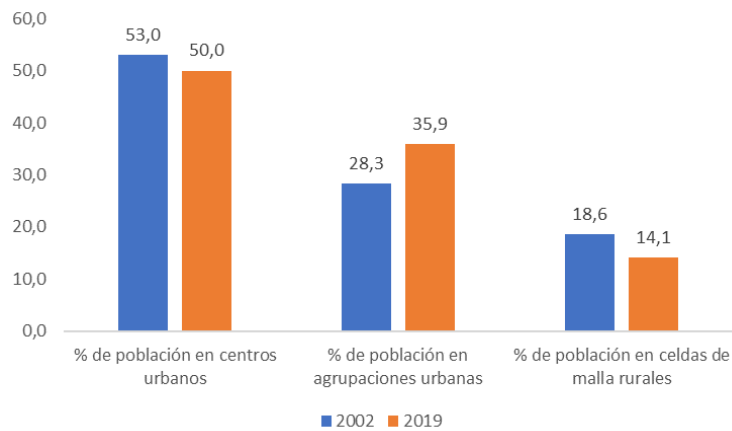
1.2.1 EDIFICIOS

La provincia de Málaga es eminentemente urbana. La inmensa mayoría de la población vive en núcleos urbanos. En 2019, cerca del 86% vivía, bien en los propios núcleos urbanos, bien en sus diferentes agrupaciones urbanas diseminadas por el territorio. Si bien la mayoría de los municipios están catalogados como zonas rurales por su grado de urbanización, en Málaga hay cinco municipios catalogados como ciudades en las que entre el 75-100% de la población vive en zonas urbanizadas y otras 19 están incluidas en la categoría de zonas de densidad de urbanización intermedia. La inmensa mayoría de estos 24 municipios están localizados en el litoral.

En las últimas décadas esta situación se ha acentuado. Si bien los núcleos urbanos principales (centros urbanos) han sufrido cierta despoblación, en muchos casos asociada a la gentrificación, proceso de rehabilitación urbanística y social de una zona urbana deprimida o deteriorada, que provoca un desplazamiento paulatino de los vecinos empobrecidos del barrio por otros de un nivel social y económico más alto e, incluso, por viviendas destinadas a usos turísticos, se ha observado un despoblamiento aún mayor de las zonas rurales, que han perdido casi 3,5 puntos de población con relación al año 2002.

Toda esta población se ha trasladado a las diferentes agrupaciones locales de, generalmente, los núcleos urbanos de la costa, donde el grado de urbanización es muy elevado y existe una importante concentración de edificios y viviendas.

Ilustración 19. Comparativa de la población urbana de Málaga (2002-2019)

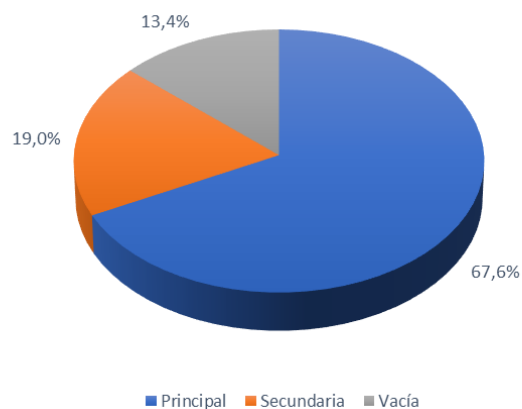


Fuente: SIMA-IECA, 2021.

Los edificios incluyen, tanto todas las viviendas destinadas al sector residencial como a los establecimientos del sector terciario. En referencia a las viviendas en la provincia de Málaga son varios los organismos e iniciativas que promueven la implantación de criterios sostenibles en la edificación y rehabilitación de estas, teniendo en cuenta el impacto sobre recursos como el agua, la energía, el suelo, los materiales de construcción, los residuos, y la generación de emisiones producidas indirectamente por las actividades cotidianas llevadas a cabo en los hogares.

La provincia de Málaga, según los datos del *Censo de Población y Vivienda, 2011* cuenta con un total de 306.384 edificios destinados a las 897.400 viviendas censadas, la mayoría dedicadas a 1ª vivienda, si bien existen más de 170.000 viviendas como 2ª residencia. Destaca también la importante cantidad de viviendas vacías existentes, más de 120.000. Del total de los edificios, al menos el 28,4% tiene más de 50 años. La década de mayor boom urbanístico en la provincia fue la de los 80, de la que actualmente hay más de 67.362 edificios residenciales.

Ilustración 20. Viviendas familiares principales y no principales



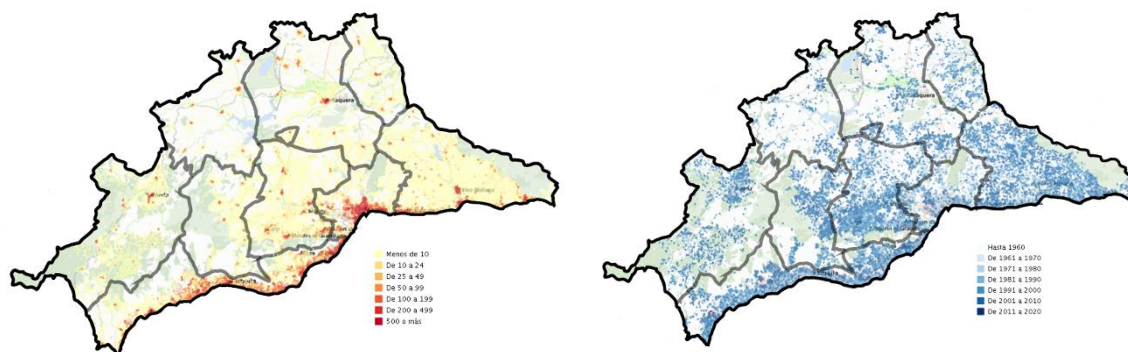
Fuente: Censo de Población y Viviendas 2011, IECA.

Evidentemente, estas edificaciones, tanto las más antiguas como las recientes, en su mayoría, exceptuando contadas ocasiones, no se han construido con criterios de sostenibilidad ni, mucho menos, con criterios de adaptación al Cambio Climático, es decir, carecen de criterios de edificación sostenible y, por lo tanto, además de contribuir al mayor gasto de energía y aumento de las emisiones de CO₂ acrecientan la situación de riesgo de los residentes frente a eventos extremos.

Málaga es una provincia urbana de costa. En el interior la densidad de viviendas es muy baja, mayoritariamente, por debajo de 10 viviendas, muy relacionado con su orografía, si bien en las zonas elevadas del prelitoral, se observa también un elevado grado de urbanización de tipología aislada, que suele localizarse en entornos de elevado valor ambiental y paisajístico, pero que presenta un elevado peligro ante riesgos naturales, caso de los incendios forestales.

Sin embargo, a lo largo del litoral, en un continuo casi urbano, la concentración de viviendas es muy elevada, sobre todo en torno a la capital y a otros centros urbanos, más acusado en la Costa del Sol Occidental. En el litoral oriental, la distribución urbana es algo menor, organizada alrededor de los principales núcleos turísticos (Vélez-Málaga, Rincón de la Victoria o Nerja).

Ilustración 21. Distribución de viviendas por número y antigüedad



Fuente: Caracterización y distribución del espacio construido en Andalucía. Viviendas, IECA 2021.

En el interior, sólo los grandes núcleos urbanos como Ronda o Antequera presentan densidades elevadas de viviendas.

1.2.2 TRANSPORTE

El transporte en el ámbito local se considera en su modalidad terrestre, ya sea privada, pública y destinada al transporte de personas o mercancías. En cuanto a los riesgos a los que puede verse sometido este sector destacan, por un lado, la importancia del parque móvil provincial que define el grado de motorización y la necesidad de habilitar sistemas ambientalmente más sostenibles de transporte y, por otro, las infraestructuras del transporte y la red de comunicaciones puede estar expuesta a diferentes impactos derivados del Cambio Climático, sobre todo tormentas, lluvias extremas e inundaciones.

El parque móvil de la provincia de Málaga a 31 de diciembre de 2020 supera la cantidad de 1.340.000 vehículos con un reparto casi paritario entre los vehículos diésel, el más contaminante y gasolina (48,7 y 50,1%, respectivamente). El índice de motorización es de 727 vehículos por cada 1.000 habitantes, muy por encima de la media andaluza (493). La presencia de vehículos eléctricos, ambientalmente más sostenibles es aún muy residual ya que los vehículos con otros tipos de carburantes, que suman un conjunto superior a los únicamente eléctricos sólo suponen el 1,2% del total.

Entre la tipología de vehículos destaca la presencia de turismo, algo lógico partiendo del carácter más urbano de la provincia. Los turismos superan el 63,7% del total del parque móvil, seguido de los vehículos comerciales (camiones, furgonetas y autobuses) con el 13,2%.

Según los datos de la Dirección General de Tráfico, en 2017, último año disponible para todas las tipologías de carburantes, sólo se contabilizan 956 vehículos eléctricos, sobre todo turismos (348) y motocicletas y ciclomotores (455). También destaca la presencia de vehículos comerciales, sobre todo camiones y furgonetas, que suponen el 4,5% de toda la flota eléctrica provincial. La presencia de autobuses es muy reducida.

Por comarcas, la mayor parte de los vehículos están matriculados en el litoral; Costa del Sol Occidental y Málaga-Costa del Sol tienen el 64% de todos los vehículos de la provincia. El resto se reparte de forma desigual por el resto de las comarcas, destacando Valle del Guadalhorce, con varios municipios en el entorno de la aglomeración urbana de Málaga, que tiene el 8,7% o La Axarquía con el 13,9%, debido, fundamentalmente a ser la comarca con mayor número de municipios de la provincia.

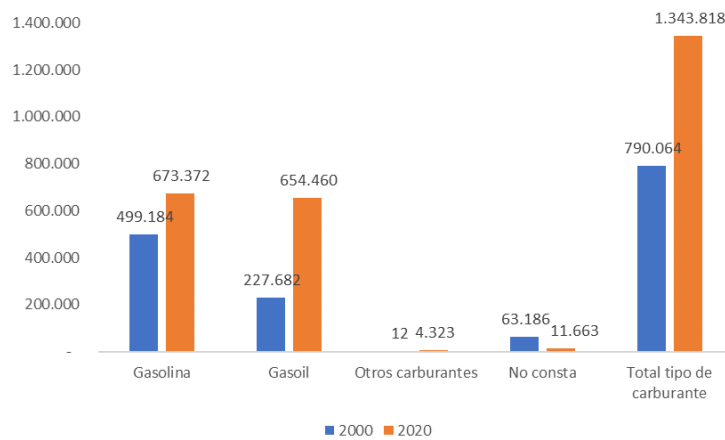
Tabla. 15 Parque móvil de la provincia de Málaga

Comarca	Turismos	Motocicletas	Camiones y furgonetas	Autobuses	Tractores industriales	Otros	Total
Comarca de Antequera	34.030	4.939	7.986	55	1.364	8.535	56.909
Nororma	15.514	1.766	5.151	39	167	3.421	26.058
Costa del Sol Occidental	293.342	57.019	52.596	428	393	35.505	439.283
Guadalteba	12.713	1.526	3.782	23	231	3.370	21.645
La Axarquía	110.920	25.060	28.550	233	723	21.929	187.415
Málaga-Costa del Sol	271.979	64.719	43.908	837	1.253	37.435	420.131
Serranía de Ronda	34.438	4.140	11.192	76	351	4.933	55.130
Sierra de las Nieves	11.199	1.814	4.136	4	41	2.466	19.660
Valle del Guadalhorce	72.414	12.696	18.303	100	467	13.574	117.554
Provincia de Málaga	856.549	173.679	175.604	1.795	4.990	131.168	1.343.785

Fuente: SIMA-IECA, 2021.

El parque móvil ha crecido considerablemente en los últimos 20 años, de una cantidad inferior a los 800.000 vehículos en el año 2000 al 1.346.818 del 2020. Por combustibles se ha disparado la compra del diésel en estas dos décadas, la gasolina se ha mantenido en los mismos porcentajes y para el resto de los carburantes, entre los que se encuentran los eléctricos, si han empezado a tener cierta presencia, aunque aún muy baja.

Ilustración 22. Comparativa del parque móvil provincial (2000-2020)

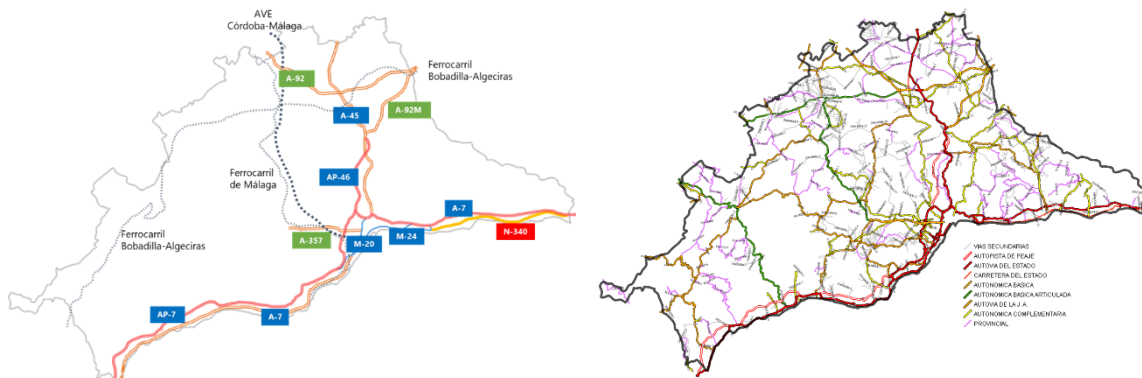


Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SIMA-IECA, 2021.

Por otra parte, el parque móvil es considerablemente antiguo, ya que más del 50,5% de los vehículos existentes en 2017 tienen una antigüedad superior a los diez años y sólo el 16% de este parque móvil está por debajo de los cuatro años. Aún existe una cantidad importante de vehículos excesivamente antiguos (>20 años de matriculación) que supera los 177.000 vehículos (14,0%).

En cuanto a las principales vías de comunicación destacan dos ejes de comunicaciones por carretera; uno que une Málaga con Sevilla y Granada a través de la A-92 (Sevilla-Almería), que discurre de este a oeste por el norte de la provincia a la altura de Antequera, donde se conecta con la autovía de Málaga (A-45), eje de alta capacidad norte-sur hasta Málaga capital y conexión con Córdoba. Existe una variante por la autopista de las Pedrizas (AP-46 o autopista de Málaga o Guadalmedina) que conecta en el sur con el otro eje estructurante, la autovía y autopista del Mediterráneo (A-7 y AP-7)

Ilustración 23. Principales vías de comunicación y red de carreteras de la provincia de Málaga



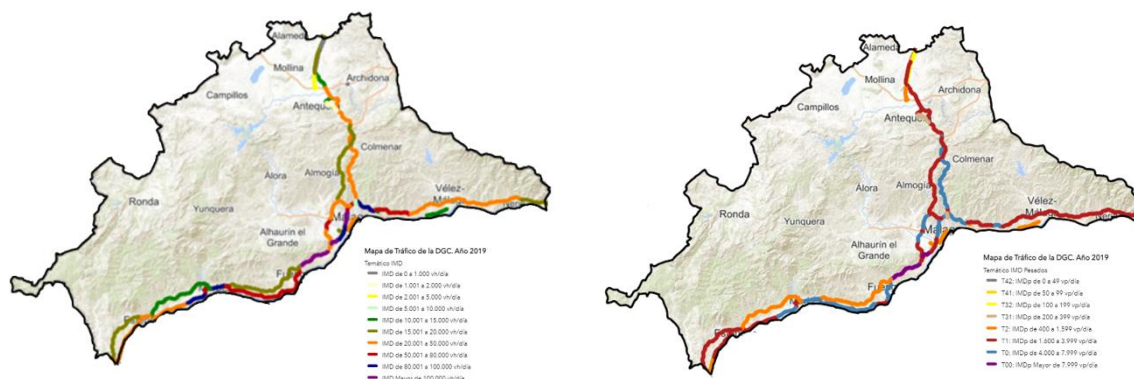
Fuente: elaboración propia e IDEMAP, visor genérico de la diputación de Málaga, 2021

Este segundo eje discurre de este a oeste por toda la costa malagueña, desdoblado en la parte occidental desde Manilva a Málaga capital en una autovía y una autopista, que discurre paralela, aunque algo más por el exterior. Ambas se unen antes de Málaga capital, circunvalando la ciudad por el norte y continuando hacia el levante español.

En la parte oriental del litoral de la Costa del Sol, la A-7 discurre paralela a la antigua carretera del Mediterráneo (N-340) que une Puerto Real (Cádiz) con Barcelona. A la altura de Málaga capital la autovía se convierte en rondas urbanas de gran capacidad (M-20, M-21 y M-24) que discurren paralelamente a la costa conectando la ciudad con las vías externas.

Todas estas vías principales soportan una elevada intensidad de tráfico en algunos de sus tramos, tanto para todo tipo de vehículos, con tramos que superan los 100.000 vehículos/día sobre todo en la A-7 entre Fuengirola-Torremolinos y en las vías urbanas de Málaga capital. Esta intensidad se ve favorecida por un tráfico de vehículos pesados, en una gran mayoría de tramos alcanzó valores entre 1.6600-4.000 vehículos/día, llegando a superar los 8.000 en tramos muy similares a los ya definidos anteriormente.

Ilustración 24. Intensidad Media de Tráfico (IMD) en las principales vías malagueñas



Fuente: Mapas de tráfico, DGT, 2021.

Desde el punto de vista de los impactos del Cambio Climático, las principales vías sometidas a riesgo son las que discurren por el litoral, al estar la mayoría de ellas en zonas de potencial significativo de inundación (ARPSIs), bien de zonas costeras, bien de los cauces fluviales sobre los que discurren. La zona del valle del río Guadalhorce es la que presenta mayor potencial de riesgo, al encontrarse en una zona de peligro de inundación en un periodo de retorno de 10 años.

Las inundaciones también pueden afectar a las líneas de RENFE de la Red ferroviaria española que atraviesan la provincia por diferentes puntos. La línea de ferrocarril Algeciras-Bobadilla discurre paralelamente al límite administrativo provincial occidental hasta Cañete la Real donde cambia de dirección hacia el oeste, recorriendo longitudinalmente todo el norte de Málaga por las comarcas de Guadalteba, Antequera y Nororma.

En Antequera hay un nodo de conexión ferroviaria que conecta esta línea con el ferrocarril de Málaga que discurre de norte a sur casi paralelo a A-45, si bien no por el valle del Guadalmedina, sino por el del Guadalhorce. Junto a la vía de ferrocarril, también discurre la línea de alta velocidad, AVE Córdoba-Málaga. Ambas vías se encuentran en la zona ARPSIs fluvial de este río, con un peligro potencial de inundación a corto plazo.

Málaga dispone de aeropuerto internacional y de un puerto de importancia en el Mediterráneo, tanto para el tráfico de mercancías como de pasajeros. Ambos elementos se localizan en zonas potencialmente inundables. Además, el puerto está sometido a los temporales marinos que, dependiendo de la magnitud puede provocar diferentes impactos y daños físicos y económicos.

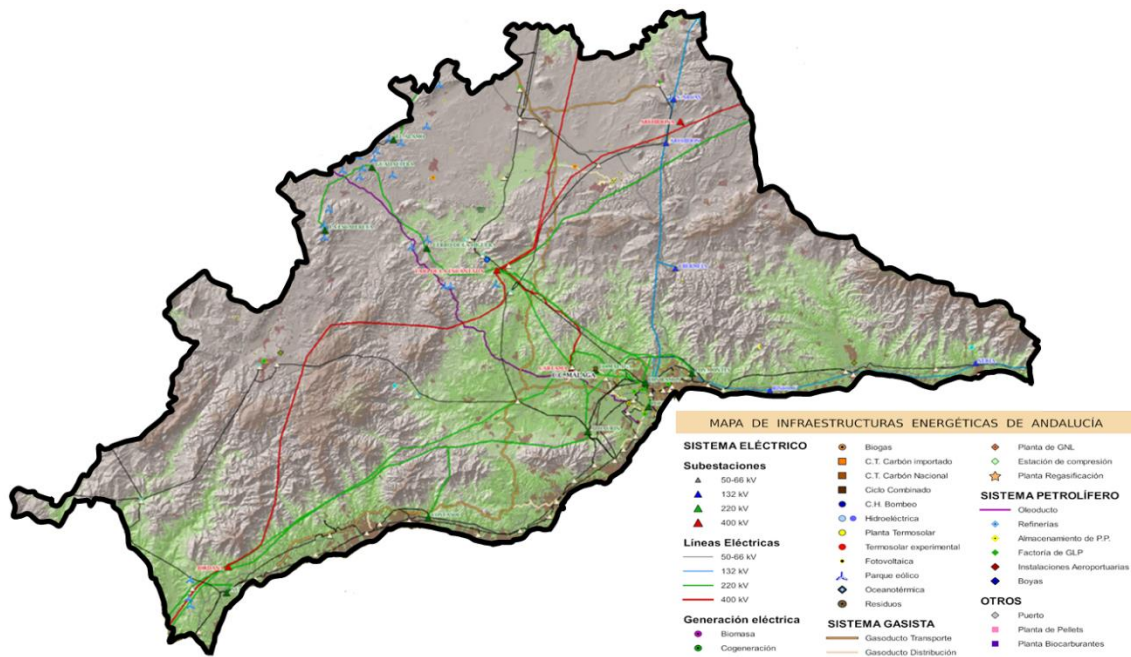
1.2.3 ENERGÍA

En lo que respecta a la red de transporte de energía, el Cambio Climático puede provocar un escenario de ineficacia, ya que las instalaciones se exponen a eventos climáticos extremos. Además, el uso de fuentes de energías renovables como la hidráulica se verá limitado, debido a la escasez de recursos hidráulicos en largos periodos de sequía.

Málaga ha experimentado en los últimos años un gran crecimiento en su parque de generación eléctrica con energías renovables. En particular la energía eólica ha multiplicado por más de 13 su potencia desde 2005.

La provincia se caracteriza por disponer de un parque de producción de electricidad apoyado de forma importante en las energías renovables; el 49,5% de la energía eléctrica generada se hace con fuentes renovables, con 952,17 MW de potencia total instalada, lo que supone un incremento del 40% en la última década³³.

Ilustración 25. Infraestructuras energéticas de la provincia de Málaga



Fuente: Agencia Andaluza de la Energía, 2021.

En la provincia hay 25 parques eólicos con 628,00 MW de potencia instalada, localizados en su mayoría en la comarca de Guadalteba, aunque también hay instalaciones eólicas en el Valle del Guadalhorce, Nororma, Ronda e, incluso, un par de instalaciones cerca del litoral, principalmente en Casares. También hay dos parques fotovoltaicos de nueva instalación que han entrado en producción en 2020, ambos en el municipio de Teba.

³³ Informe de infraestructuras energéticas de la provincia de Málaga. Agencia Andaluza de la Energía. Actualización: 30 de junio de 2021

Al resto de las instalaciones de energías renovables se suma a las infraestructuras de generación eléctrica con fuentes no renovables; una central de ciclo combinado y grupos de bombeo de Tajo de la Encantada. Por último, Málaga dispone de nueve instalaciones de cogeneración con una potencia total instalada de 54,52 MW. La mayor parte de ellas usan gas natural como combustible (8), y tan solo una emplea el gasóleo. La mayoría de estas instalaciones están situadas en edificios públicos y privados de Málaga capital (hospitales, EDAR Guadalhorce y centro de la diputación).

Ilustración 26. Instalaciones de generación con renovables

Biomasa

PLANTA	MUNICIPIO	POTENCIA (MW)
Biomasa Fuente de Piedra	Fuente de Piedra	8,04
Extragol	Villanueva de Algaidas	9,15
TOTAL		17,19

Biogás

PLANTA	MUNICIPIO	POTENCIA (MW)
Vertedero de Valsequillo	Antequera	2,55
RSU Limasa III	Málaga	3,16
EDAR del Guadalhorce	Málaga	1,44
Agroenergía de Campillos	Campillos	0,30
TOTAL		7,45

Eólica conectada a red

PARQUE EÓLICO	MUNICIPIO	POTENCIA (MW)
Altamira	Almargen	49,30
Arcos (Los)	Almargen	34,65
Madroñales (Los)	Almargen	34,00
Sierra de Aguas	Álora	13,20
Sierra de Aguas	Álora	1,70
Cámara (La)	Ardales	18,00
Puerto de Málaga	Ardales	12,00
Puerto de Málaga (Ampl.)	Ardales	12,85
Álamo (El)	Campillos	36,00
Barrancos (Los)	Campillos	20,00
Cerro Gavira	Campillos	41,65
Cortijo la Linera	Campillos	28,00
Cuesta (La)	Campillos	27,20
Menaute	Campillos	37,40
Escalereta (La)	Cañete la Real	5,80
Escalereta (La) II	Cañete la Real	23,63
Nava (La)	Cañete la Real	27,20
Ignacio Molina	Casares	5,60
Llanos (Los)	Casares	19,80
Llanos (Ampl.)	Casares	13,60
Puntal (El)	Sierra de Yegüas	26,40
Angosturas (Las)	Teba	36,00
Cerro de la Higuera	Teba	44,00
Llano del Espino	Teba	38,00
Sierra de Arcas	Villanueva de Algaidas	22,00
TOTAL		627,98

Hidroeléctrica

CENTRAL	MUNICIPIO	POTENCIA (MW)
Nuevo Chorro	Álora	12,80
Paredones	Álora	3,12
Gobantes	Ardales	3,34
Guadalhorce-Guadalteba	Campillos	5,20
Buitreras	Cortes de la Fra.	7,20
Iznájar	Cuevas de S. Marcos	76,80
Corchado (Hidroeléctrica del Guadiaro)	Gaucín	11,56
Chillar	Nerja	0,72
Ronda	Ronda	2,32
San Augusto	Tolox	2,60
San Pascual	Yunquera	1,00
TOTAL		126,66

Fotovoltaica (> 10 MW)

NOMBRE	MUNICIPIO	PROVINCIA	POTENCIA (MW)
HSF La Vega I	Teba	Málaga	43,24
HSF La Vega II	Teba	Málaga	43,24
TOTAL MW			86,48

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía³⁴, 2021.

³⁴ Actualización a 30/06/2021

En cuanto a infraestructuras energéticas de distribución, Málaga está atravesada por varias líneas de transporte en alta y multitud de líneas de distribución en baja, así como por infraestructura gasista de abastecimiento de gas natural a los núcleos urbanos, sobre todo del litoral. Málaga cuenta en extensión con el 12% de la red de 400 kV, el 18% de la de 220 kV y el 11,3% de la red de distribución. En cuanto a la red de distribución de gas natural en los últimos años ha experimentado un crecimiento muy importante, en la actualidad cuenta con una red de 1.389 km que ha representado un crecimiento del 45% respecto a la situación de finales de 2010. Esta red posibilita el acceso al gas natural a 22 municipios de la provincia, donde se concentra el 88% de la población.

En general, las infraestructuras aéreas están más sometidas a impactos que las soterradas, ya que la tipología de impactos analizados para el municipio que presentan mayor riesgo son eventos climáticos extremos (tormentas, lluvias extremas, inundaciones, temporales, rachas de fuertes vientos, etc.), sobre todo aquellos que puedan afectar al corrimiento o deslizamiento de tierras, si bien en determinadas zonas si pueden verse afectadas algunas de estas infraestructuras dependiendo de la magnitud de las inundaciones.

También existe un riesgo asociado a la necesidad de cubrir picos de demanda en caso de eventos extremos como las olas de calor o las olas de frío. En este caso, y no ya sólo en el caso de los picos de demanda, sino de forma más generalizada, existen colectivos vulnerables que no pueden hacer frente al coste de la electricidad, provocando grandes desigualdades entre la población que en muchos casos deriva en pobreza energética.

1.2.4 AGUA

La situación del agua frente al Cambio Climático en la provincia puede valorarse desde el ámbito de la gestión y el consumo, como desde el ámbito del recurso natural. Concretamente, la disponibilidad y la calidad del recurso hidrológico se prevé crítica, teniendo en cuenta factores climáticos como el aumento de la sequía y las olas de calor, provocando la disminución del balance hídrico y, por lo tanto, perjudicando su explotación. En este sentido, la población se expone a situaciones de conflicto en su uso y periodos de escasez en los que se dé una insuficiencia del recurso a la hora de abastecer, tanto a la población como a las actividades económicas, entre las que se remarcan la agricultura o el turismo.

La provincia de Málaga pertenece a la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas (DHCMA) que discurre por casi todo el litoral mediterráneo andaluz, al sur del valle del Guadalquivir desde el Campo de Gibraltar hasta el Levante almeriense. Es una demarcación tradicionalmente deficitaria ya que dispone de unos recursos hídricos medios en torno a los 1.093 hm³/año, para unas demandas totales de 1.393 hm³/año, lo que significa un balance final negativo de -296 hm³/año.

De estos recursos disponibles el 30,4% proviene de recursos superficiales, mientras que la mayor parte, un 36,7% son recursos subterráneos. El 4% proviene de la desalación y el 2,5% de la reutilización de las aguas residuales.

En los documentos previos de la planificación hidrológica de 3º ciclo (2022-2027) estos recursos internos de la demarcación disponibles pueden aumentar hasta 1.137,0 hm³/año, bien por las fuentes convencionales (superficiales reguladas o no y subterráneas), bien procedentes de otras tecnologías de producción (desalación o reutilización de aguas residuales urbanas regeneradas). Además, la demarcación dispone de recursos externos procedentes de transferencia de otras demarcaciones hidrográficas (trasvases y manantial de Bujeo).

En la provincia de Málaga los recursos disponibles vienen determinados por la zonificación de los sistemas y subsistemas (Serranía de Ronda -SI- y Sierra de Tejada-Almijara -SII-) y los recursos hídricos no convencionales, desaladora de Marbella y las EDAR del Guadalmanza y Guadalhorce, además de la parte proporcional de los recursos externos.

La DHCMA³⁵ presenta una distribución media de las demandas de agua con un uso mayoritario agrícola. La agricultura consume el 71% de los recursos hídricos disponibles en la cuenca, mientras que el resto de los usos se reparten el 29% restante; 25% para usos urbanos, 2% industrial y otro 2% destinados a otros usos.

Hay que tener en cuenta que de los usos urbanos el sector servicios, sobre todo el turismo, principal actividad económica de la franja litoral, sería el más afectado por una reducción de los recursos hídricos disponibles, con la consiguiente necesidad de búsqueda de recursos alternativos, principalmente basados en la tecnología (desalación, reutilización, etc.) lo que implica un aumento de los costes de producción con el consiguiente perjuicio económico a los sectores económicos locales.

En relación con la planificación de 3º ciclo se detallan las demandas por sistemas y subsistemas tanto para la situación actual (2021) como las previstas para 2027. En este sentido, la demanda urbana en la provincia de Málaga supone el 38,1% del total de las demandas. Mientras la demanda del sector primario, sobre todo agrícola, sigue siendo la más elevada alcanzando el 54,4% de las demandas de los recursos principales.

A 2027 estas demandas se reducirán en valores absolutos, siendo la demanda total de 560 hm³/año. No obstante, las demandas relativas siguen manteniendo una proyección similar; el sector primario demandará el 51,3% del total y los usos urbanos alcanzarán el 40%.

En los documentos de planificación hidrológica de 2º ciclo (2015-2021) para las Cuencas Mediterráneas Andaluzas, en el apartado de evaluación de los efectos del Cambio Climático sobre los recursos hídricos disponibles, se exponen los resultados de una serie de informes realizados por el CEDEX, que estudian los impactos del Cambio Climático en los recursos hídricos y las masas de agua.

³⁵ Anuario estadístico de Andalucía, datos 2016.

Ilustración 27. Variación de escorrentía y recursos disponibles (CEDEX, 2012)

		Escenario de emisiones A2						Escenario de emisiones B2							
		MR1	MR2	MR3	MR4	MR5	MR6	Promedio	MR1	MR2	MR3	MR4	MR5	MR6	Promedio
Variación de la escorrentía respecto al modelo control (1961-1990)															
España	2011-2040	-3	-22		-2			-8	-6	-18		1			-8
	2041-2070	-9	-34		-8			-16	-5	-21		-8			-11
	2071-2100	-24	-37	0	-34	-28	-40	-28	-7	-28	-8	-1	-18	-22	-14
Cuencas internas de Andalucía	2011-2040	-1	-33		-1			-12	-16	-35		6			-16
	2041-2070	-15	-50		-24			-30	-2	-26		-17			-15
	2071-2100	-43	-44	-27	-50	-42	-25	-41	-23	-40	-25	-14	-29	-30	-27
Variación del recurso disponible respecto al modelo control (1961-1990). Demanda uniforme															
España	2011-2040	-13	-28		-7			-16	-10	-26		-28			-21
	2041-2070	-12	-36		-20			-23	-11	-30		-16			-19
	2071-2100	-25	-40	-13	-39	-38	-46	-34	-9	-33	-20	-7	-29	-20	-20
Cuencas mediterráneas andaluzas	2011-2040	-4	-26		-9			-13	-12	-33		-28			-24
	2041-2070	-13	-41		-36			-30	-4	-31		-23			-19
	2071-2100	-29	-47	-33	-59	-32	-48	-41	-14	-31	-30	-27	-23	-15	-23
Variación del recurso disponible respecto al modelo control (1961-1990). Demanda variable															
España	2011-2040	-10	-20		-5			-12	-11	-24		-8			-14
	2041-2070	-11	-32		-19			-21	-12	-25		-16			-18
	2071-2100	-25	-35	-10	-38	-30	-41	-30	-7	-28	-16	-8	-30	-19	-18
Cuencas mediterráneas andaluzas	2011-2040	-4	-20		-10			-11	-13	-30		-11			-18
	2041-2070	-6	-39		-34			-26	-7	-28		-24			-20
	2071-2100	-32	-45	-31	-57	-33	-52	-42	-11	-29	-30	-29	-23	-17	-23

Fuente: Anejo II. Inventario de recursos hídricos. Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas. Ciclo de Planificación Hidrológica 2015/2021.

Si bien estos estudios están algo anticuados y se realizaron bajo la metodología de escenarios de Cambio Climático según el 4º Informe de evaluación del IPCC, los resultados ya indicaban pérdidas de recursos, tanto en la variación de la escorrentía superficial como en los recursos disponibles de cuenca, bien con modulación intra anual constante (demanda uniforme) asimilable al abastecimiento urbano, bien con modulación variable (demanda variable), asimilable al regadío.

En el marco de la planificación de 3º ciclo, este estudio del CEDEX se ha actualizado en el informe *Evaluación del Impacto del Cambio Climático en los Recursos Hídricos y Sequías en España (2017)* utilizando la metodología de proyecciones climáticas del 5º Informe de Evaluación del IPCC. Se ha realizado el estudio para la variable de escorrentía superficial que determina de forma importante los recursos disponibles, tanto superficiales como subterráneos.

La principal conclusión es que la media de los resultados obtenidos en el estudio para la escorrentía total de las distintas proyecciones (escenarios RCP y períodos) muestra que la reducción se va generalizando en el corto y medio plazo y se acentúa en el largo y es mayor en el escenario de altas emisiones. En definitiva, los cambios en la escorrentía anual estimada para la DHMA durante el periodo 2010-2100 revelan una tendencia decreciente según todas las proyecciones, si bien, la incertidumbre de resultados se hace patente por la anchura de la banda de cambios según las diferentes proyecciones.

Ilustración 28. Porcentaje de incremento anual de la escorrentía y periodo de impacto según cada proyección

ESC Δ Anual (%)		RCP 4.5								RCP 8.5								
		F4A	M4A	N4A	Q4A	R4A	U4A	Mx	Med	Mn	F8A	M8A	N8A	Q8A	R8A	U8A	Mx	Med
Cuencas Mediterráneas Andaluzas	2010-2040	6	-4	-33	-6	-25	43	43	-33	12	-11	-25	-18	-23	-1	12	-11	-25
	2040-2070	-4	-3	-15	-2	-36	11	11	-8	-36	-5	-25	-47	-17	-46	20	20	-20
	2070-2100	0	-21	-39	-16	-49	6	6	-20	-49	-29	-25	-29	-42	-65	4	4	-31

Fuente: Informe CEDEX, 2017.

En el marco del ciclo integral del agua, el saneamiento y depuración es otro elemento de vital importancia para la adaptación al Cambio Climático. Disponer de buenas redes de saneamiento e infraestructuras de depuración a ser posible con las mejores técnicas disponibles, caso de tratamientos terciarios, que aumenten la reutilización de las aguas residuales es una garantía de aumento de los recursos hídricos disponibles, además de evitar problemas de contaminación de las aguas receptoras de los vertidos.

Además, las propias infraestructuras de saneamiento y depuración pueden verse afectadas por los efectos de los fenómenos adversos del clima. La definición de infraestructuras en zonas menos sensibles a los efectos del Cambio Climático debería ser una constante en la planificación de los equipamientos, así como la reparación y mejora de las redes de abastecimiento, que en muchos municipios están en el límite de su vida útil y, posiblemente, en muchos casos, se hayan sobrepasado con creces.

La estructura urbana de Málaga con un parque de edificios y viviendas en las que la antigüedad superior a 50 años es bastante importante es un buen indicador de unas redes de saneamiento obsoletas en muchas zonas, en las que los materiales utilizados, como el fibrocemento, están provocando graves problemas en las redes, que se ven multiplicados en situaciones extremas y que son incapaces de dar respuesta a fenómenos de precipitaciones fuertes o inundaciones.

En cuanto a las infraestructuras de depuración, la provincia dispone de 69 EDAR de interior que dan cobertura a más de 275.000 personas. Por otra parte, en el litoral hay otras 14 EDAR que dan cobertura a más de 1.112.000 personas. Estas EDAR de litoral también están expuestas a los riesgos típicos de las zonas costeras; temporales, subida del nivel del mar, lluvias torrenciales, inundaciones, fuertes vientos.

1.2.5 RESIDUOS

La generación y gestión de los residuos tiene una implicación directa sobre los procesos de mitigación frente al Cambio Climático. Tanto residuos urbanos, agrícolas o industriales provocan impactos perjudiciales sobre los espacios en los que se acumulan. Además, la ineficacia en el proceso de reutilización y reciclado provoca indirectamente un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, al no evitar la nueva generación de productos.

Según los datos de generación de residuos de competencia municipal aportado por el informe de Medio Ambiente de Andalucía en la provincia se recogieron un total de 910.020 t de residuos, en su inmensa mayoría residuos mezclados. Estos residuos se gestionan en las tres instalaciones de tratamiento existentes en la provincia; la planta de clasificación y planta recuperación y compostaje Costa del Sol-Casares perteneciente a la Mancomunidad de Municipios Costa del Sol, la planta de clasificación y planta recuperación y compostaje Los Ruíces-Málaga, de titularidad privada (Limasa - Servicios de Limpieza Integral de Málaga III S.A.) y la planta de clasificación y vertedero controlado de Antequera que pertenece al Consorcio Provincial de Residuos Sólidos Urbanos de Málaga.

En cuanto a los materiales reciclados, el reciclaje de envases ligeros alcanzó las 17.909 t, mientras que el vidrio supuso 26.821 t y el papel y cartón 25.454 t. En total en la provincia se recogieron de forma selectiva más de 75.943 t de residuos.

Tabla. 16 Reducción de emisiones por reciclaje

Residuos	Material reciclado (t)	Emisiones ahorradas (kg CO ₂)	Emisiones evitadas (tCO ₂)
Envases ligeros	17.909	1,5	26.864
Vidrio	26.821	0,3	8.046
Papel y cartón	25.454	0,9	22.909
Total			57.819

Fuente. Elaboración propia a partir de los datos de la Comisión Europea³⁶.

Tomando como referencia los datos de reciclaje, sólo de las 3 fracciones principales, y considerando que en su totalidad se destinan a reciclaje, por lo tanto, sin tener en cuenta el rechazo de tratamiento, los datos mínimos de ahorro de emisiones de CO₂ derivados de la recogida selectiva de residuos estarían en torno a 57.800 tCO₂.

Los beneficios del reciclaje de residuos no sólo se aprecian en una reducción de las emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero, además incluye la reducción del consumo de energía en la producción de nuevos materiales y productos (de donde derivan las emisiones) y también el ahorro de agua, esencial como ya hemos podido comprobar anteriormente.

No obstante, la separación de residuos sigue siendo una asignatura pendiente. La elevada tasa de recogida de residuos mezclados provoca que la tasa de rechazo en plantas de tratamiento sea muy elevada, sobre todo de los residuos orgánicos, lo que conlleva un elevado destino final a vertedero. Estos vertederos generan por descomposición de esta materia orgánica gases de efecto invernadero, sobre todo metano, con un poder de calentamiento mucho mayor que el CO₂.

La tendencia es a la recogida de este metano como biogás, pero las políticas, sobre todo europeas en materia de economía circular y residuos determinan la necesidad de reducir los depósitos finales en vertedero, con la idea de que a futuro sólo una mínima parte de los residuos tengan este destino y lleguen a desaparecer a mitad de siglo.

De ahí es importante el despliegue generalizado del 5º contenedor para la recogida selectiva de materia orgánica y su tratamiento separado en las plantas destino para convertir estos residuos en compost de calidad que puede ser utilizado como enmiendas agrícolas y en jardinería, recuperando así parte del suelo perdido por la erosión y recuperando la fertilidad de estos suelos. Además, reduce la necesidad de abonos artificiales, causantes en muchos casos de contaminación de las aguas subterráneas.

1.2.6 URBANISMO Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO E INFRAESTRUCTURAS

En lo referente a las áreas consideradas como de mayor riesgo climático en Andalucía y en relación con las áreas estratégicas para la adaptación recogidas en la Ley 8/2018 de medidas frente al Cambio Climático y para la transición hacia un nuevo modelo energético en Andalucía, sobresale con un valor alto de afectación el urbanismo y ordenación del territorio.

³⁶ http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/control/recycle_es.htm

La ordenación del territorio no es un factor que dependa exclusivamente del ámbito local. A nivel provincial, las diputaciones apoyan a las administraciones locales en los proyectos de planificación urbanística, sobre todo de ámbito supramunicipal y los entes regionales tienen las competencias en ordenación del territorio, tanto de ámbito de la comunidad autónoma, como de ámbito subregional.

En este sentido, la diputación de Málaga a través de la Fundación MADECA Málaga, Desarrollo y Calidad ha elaborado el Plan Estratégico de la Provincia de Málaga *META, Málaga Estrategia Territorial Avanzada* donde el urbanismo se considera fundamental para la consecución de la META Sostenible destinada a *"conseguir una provincia sostenible, instaurando un modelo de Economía Baja en Carbono donde se haga el uso más eficiente de los recursos, y donde el crecimiento urbanístico y las infraestructuras se hagan para el beneficio de la sociedad y del desarrollo económico, pero de forma respetuosa con el entorno ambiental y sin comprometer un futuro saludable para los ciudadanos del futuro"*.

A nivel regional, el documento de planificación general andaluz es el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA), instrumento de planificación y ordenación integral que establece los elementos básicos para la organización y estructura del territorio andaluz. Actúa como el marco de referencia territorial para los planes de ámbito subregional y para las actuaciones que influyan en la ordenación del territorio, así como para la acción pública en general.

En cuanto a la planificación de ámbito subregional, cuatro son los planes que afectan a la provincia de Málaga, de los que dos están ya aprobados; Aglomeración urbana de Málaga y Litoral Oriental-Axarquía, y dos están ya formulados y en fase de redacción; Serranía de Ronda y Costa del Sol Occidental. El resto de la provincia no está sometido a este tipo de planificación supramunicipal.

En el ámbito del urbanismo, los municipios cuentan con instrumentos locales de planificación territorial que permiten el crecimiento e intervención sobre la trama urbana acorde a un diagnóstico previo que debe vincularse con criterios de actuación sostenibles.

Actualmente, la planificación urbanística de la provincia de Málaga se encuentra en diferentes fases de aprobación y vigencia de los diferentes tipos de planeamiento existente. Del total de municipios de la provincia, 84 tiene figuras de planeamiento urbanístico vigentes o aprobadas³⁷.

Así, un total de 35 municipios han abordado su Plan General de Ordenación Urbanística (PGOU), de los que dos municipios lo tienen aprobado por procesos de revisión o *ex novo* en fechas más recientes (2017/2019) y el resto en vigencia con una antigüedad máxima de 1986 en el caso del PGOU de Marbella y más reciente en los casos de Ardales o Jimena de Líbar.

El resto de los municipios tiene otras figuras de planeamiento; bien Normas Subsidiarias (NNSS) en 38 municipios, mayoritariamente con Procedimiento de Adaptación Parcial (PAP) a la legislación urbanística general de Andalucía vigente o aprobado (Sayalonga y Villanueva del Rosario), bien otras figuras de Delimitación de Suelo Urbano (5 municipios).

³⁷ SITU@ Difusión. Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio.

La Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible en el marco de la Ley 8/2018 y el Plan Andaluz de Acción por el Clima en el marco de la Estrategia Andaluza ante el Cambio Climático ha elaborado recientemente una *Guía para la incorporación del Cambio Climático en el procedimiento de Evaluación Ambiental de los instrumentos de Planeamiento Urbanístico de Andalucía* en la que se concluye que *"la tendencia hoy es la coordinación de esfuerzos para una lucha más eficiente y la integración de la adaptación y la mitigación con políticas públicas más maduras como son la planificación territorial y urbanística, por su clara vocación de articular en cada territorio el despliegue coordinado de otras políticas sectoriales y la actuación de agentes privados (CE, 2018³⁸) para avanzar hacia un modelo territorial adaptado y resiliente"*.

1.2.7 AGRICULTURA Y FORESTAL

Junto con el turismo, la agricultura se ha asentado históricamente como una de las principales actividades económicas de casi toda la provincia de Málaga, gracias a un clima muy benigno, sobre todo en la zona litoral (clima subtropical), la disponibilidad tradicional de recursos hídricos superficiales y subterráneos y un suelo fértil en los valles y vegas de las cuencas de los ríos de la extensa red hidrográfica y zonas de campiña del valle del Guadalquivir, en el norte.

La ocupación del suelo en la provincia destaca por la presencia casi paritaria de superficies agrícolas (46,7%) y superficies forestales y naturales (45,7%)³⁹. La agricultura malagueña destaca por la diversificación entre cultivos de regadío con frutales tropicales en el sur y los cultivos en secano de la campiña al norte. El resto de las superficies se distribuyen entre superficies construidas y alteradas (6,3%) y zonas húmedas y superficies de agua (1,3%).

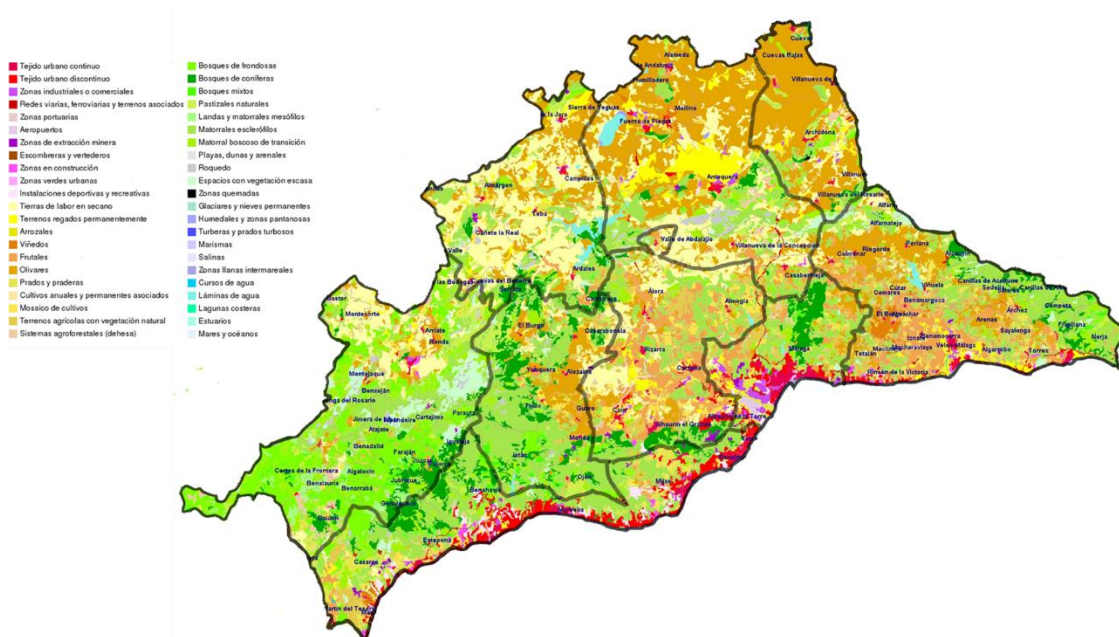
Así, según los datos de coberturas del suelo CORINE-Land Cover 2018, se observa como el norte provincial, comarcas de Antequera y casi toda Nororma, está cubierta por una sucesión de olivares, si bien, el centro comarcal de Antequera en el valle del río Guadalhorce dispone de una gran vega de terrenos permanentemente regados. Descendiendo hacia el sur y este en las comarcas de Antequera y casi toda Guadalteba, los cultivos son sustituidos por las tierras de labor en secano, en las que se intercalan otros cultivos leñosos, sobre todo olivar.

Las zonas más elevadas de estas comarcas ya presentan una vegetación más natural, formando un mosaico de ecosistemas forestales de pastizales, matorrales y bosques arbolados de frondosas y coníferas. Estas formaciones forestales son más evidentes, ocupando grandes extensiones del territorio en las comarcas de la Serranía de Ronda, Sierra de las Nieves y frente montañoso de La Axarquía (Sierra de Alhama, Tejeda y Almijara). En las zonas de cumbre la vegetación forestal va siendo sustituida por vegetación de roquedos o espacios con escasa vegetación y en las laderas de piedemonte por cultivos de olivar.

³⁸ https://ec.europa.eu/clima/consultations/evaluation-eus-strategy-adaptation-climate-change_es

³⁹ Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA, 2007).

Ilustración 29. Usos del suelo y coberturas vegetales



Fuente: CLC 2018 CC-BY 4.0 scne.es

A medida que avanzamos por el interior de la provincia en dirección este, los olivares que tapizan el suelo agrícola son desplazados por frutales y viñedos. Es característico de Málaga la presencia cada vez mayor de cultivos tropicales de gran rendimiento, pero con unas necesidades hídricas muy elevadas.

Tabla. 17 Usos del suelo y coberturas vegetales. Superficies agrícolas y forestales

Territorio	Andalucía	%	Málaga	%
Superficies en secano	2.694.809,6	32,7%	227.169,3	33,6%
Superficies en regadío	613.089,1	7,4%	36.208,4	5,4%
Áreas agrícolas heterogéneas	558.317,0	6,8%	77.857,3	11,5%
Formaciones arboladas densas	628.376,2	7,6%	42.807,7	6,3%
Formaciones de matorral con arbolado	1.404.686,3	17,1%	118.320,5	17,5%
Formaciones de pastizal con arbolado	603.484,4	7,3%	13.522,2	2,0%
Formaciones arbustivas y herbáceas sin arbolado	1.194.560,6	14,5%	116.173,9	17,2%
Espacios abiertos con escasa cobertura vegetal	534.997,1	6,5%	43.304,2	6,4%
Total	8.232.320,3		675.363,3	

Fuente: SIMA_IECA, 2021.

Por último, casi todo el frente litoral de la Costa del Sol está cubierto por zonas alteradas y construidas; tejido urbano, zonas comerciales e industriales, infraestructuras de transporte y otras instalaciones y equipamientos. La mayor concentración de este tipo de zonas se da entre el municipio de Estepona y Rincón de la Victoria, aunque en el resto del litoral se localizan zonas puntuales muy urbanizadas como Vélez-Málaga o Nerja.

El Cambio Climático es considerado un factor clave para tener en cuenta en la actividad económica relacionada con la agricultura y los servicios forestales, ya que los datos del Consorcio de Compensación de Seguros y el Instituto Geológico Minero muestran cómo la región andaluza se encuentra entre las regiones más afectadas por episodios extremos, produciéndose numerosas pérdidas económicas en este sector. Concretamente, a través del análisis de impactos se estiman como riesgos climáticos más relevantes en la provincia las lluvias torrenciales, sequías y reducción de recursos hídricos o las olas de calor que acrecientan el riesgo de incendios.

1.2.8 MEDIO AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD

Los espacios naturales, ya sean protegidos o con valores relevantes sobre el territorio, y su biodiversidad son sistemas enormemente afectados por las consecuencias de los riesgos climáticos, teniendo en cuenta la dificultad de adaptación de las especies frente a cambios acelerados del clima. Por otro lado, los eventos extremos pueden dar lugar a la aparición de especies invasoras que tengan un impacto directo sobre la biodiversidad natural de la provincia y, por lo tanto, sobre sectores económicos que basen sus recursos en los valores ambientales del territorio.

Una importante presencia de espacios naturales con alguna figura de protección actúan como elementos atenuadores del Cambio Climático, al ser espacios en los que existen una normas reguladoras especiales, tanto de ordenación de los recursos naturales, como de uso y gestión y de desarrollo sostenible, que implican una mayor rigidez a la hora de la explotación de sus recursos y de adecuación del uso público, primando las zonas de conservación, relacionadas generalmente con las de mayor valor ecológico. También la existencia de espacios forestales o, incluso agroforestales, aunque no estén amparados por alguna figura de protección aumentan la resiliencia del espacio en materia de Cambio Climático.

Además, los espacios naturales protegidos y otros espacios forestales de interés son importantes captadores de carbono, con una capacidad de absorción y de adaptación que generan elevados beneficios ecosistémicos difícilmente cuantificables, pero sin duda de suma importancia dentro de las capacidades adaptativas frente al Cambio Climático para la estimación de la vulnerabilidad del municipio.

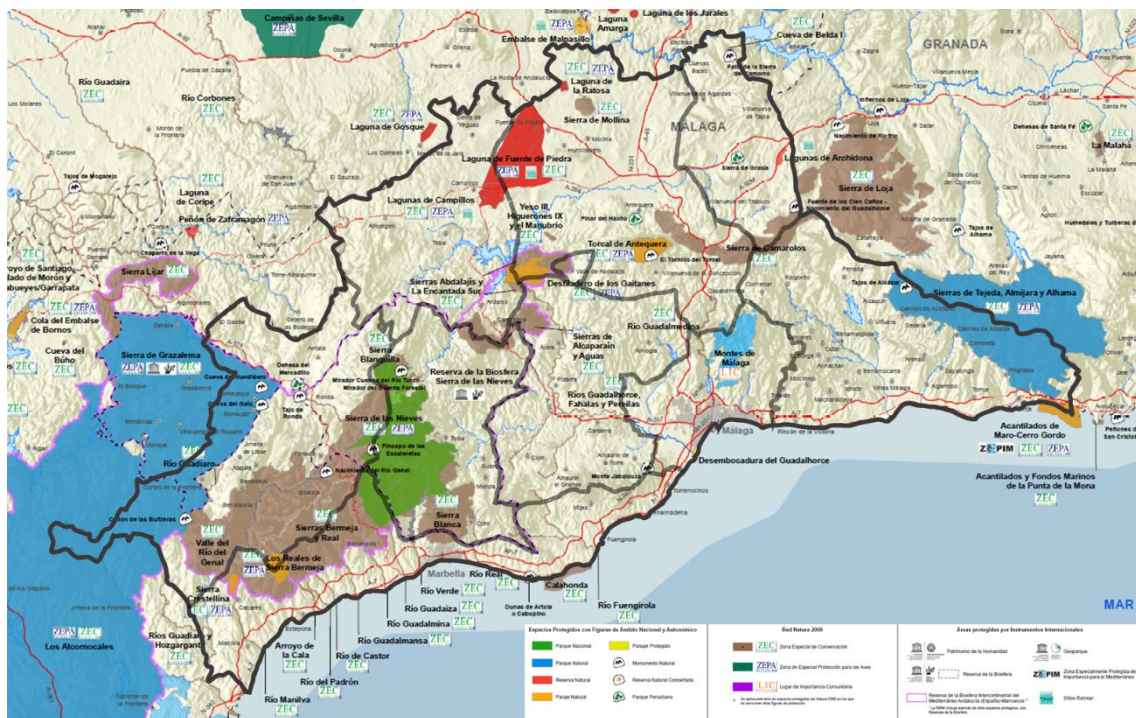
Esta dualidad de adaptación al Cambio Climático debe ser tenida en cuenta a la hora de determinar las posibles afecciones futuras en un escenario de aumento de las temperaturas, disminución de la disponibilidad de agua y presencia de perturbaciones (incendios, inundaciones, plagas, etc.).

Por otra parte, los bosques son el hogar de más del 80% de la biodiversidad terrestre del planeta y ayudan a proteger cuencas hidrográficas fundamentales para suministrar agua limpia a gran parte de la humanidad. Sin embargo, el Cambio Climático plantea desafíos enormes para los bosques y para las personas.

En materia de EENNPP y biodiversidad, Málaga es una de las provincias andaluzas más relevantes. Considerada como un reflejo andaluz a escala provincial dispone de todos los atributos esenciales de un territorio donde la biodiversidad y el medio natural. Su orografía eminentemente serrana, la presencia de una red hídrica muy importante con importantes masas de agua superficial, ser una de las provincias andaluzas como mayor superficie litoral, la elevada presencia de vegetación natural, etc., son los principales reclamos para la existencia de una flora y fauna representativa del monte mediterráneo, así como de muchos hábitats de interés comunitario, con especial presencia de hábitats prioritarios.

Málaga según los datos actualizados de la RENPA a 2021 dispone del 34,4% de su superficie protegida con alguna figura nacional, regional o internacional (Parques Nacionales, RENPA, Red Natura 2000, ZEPIM o Reservas de la Biosfera). En total, 251.222,8 hectáreas de terrenos protegidos, tanto de superficie terrestre, la inmensa mayoría, como marina, que en el caso de la provincia sólo contribuyen el Paraje Natural Acantilados de Maro-Cerro Gordo (ZEPIM) y la ZEC Calahonda (Red Natura 2000).

Ilustración 30. Espacios naturales protegidos de la provincia de Málaga



Fuente: RENPA, 2021.

Por tipos de figuras en la provincia hay un parque nacional, Sierra de las Nieves, el último declarado a nivel andaluz el pasado julio de 2021; cinco parques naturales, el citado Sierra de las Nieves, Los Alcornocales, Sierra de Grazalema, Montes de Málaga y Sierras de Tejeda, Almijara y Alhama; cuatro reservas naturales Lagunas de Campillos, Laguna de Fuente de Piedra, Laguna de la Ratosa y Lagunas de Archidona; seis parajes naturales Sierra Crestellina, Desfiladero de los Gaitanes, Los Reales de Sierra Bermeja, Torcal de Antequera y Desembocadura del río Guadalhorce, además, del ya citado Acantilados Maro-Cerro Gordo, y, por último, tres parques periurbanos Sierra de Gracia, Dehesa del Mercadillo y Pinar del Hacho.

En cuanto a figuras de protección internacional hay 34 LIC, de los que 33 están declarados como ZEC y ocho como ZEPA. Además, hay dos reservas de la biosfera, Sierra de las Nieves y la Reserva de la Biosfera Intercontinental del Mediterráneo Andalucía (España-Marruecos).

Tabla. 18 Distribución comarcal de los EENNPP de la RENPA⁴⁰

Comarcas	PNAC	PNAT	PARJN	RNAT	PPER	MNAT	Total
Comarca de Antequera	-	198,2	3.341,5	8.047,2	84,8	0,2	11.671,9
Nororma	-	-	-	204,5	40,1	-	244,6
Costa del Sol Occidental	-	-	1.113,0	-	-	19,2	1.132,2
Guadalteba	-	-	549,3	2.370,0	-	108,6	3.027,8
La Axarquía	-	19.389,0	221,0	-	-	10,7	19.620,7
Málaga-Costa del Sol	-	4.787,6	82,8	-	-	-	4.870,4
Serranía de Ronda	22.976,8	34.654,1	570,8	-	137,6	23,0	35.385,6
Sierra de las Nieves	-	12.517,2	-	-	-	1,6	12.518,8
Valle del Guadalhorce	-	-	470,9	-	-	-	470,9
Provincia de Málaga	22.976,8	71.546,1	6.349,4	10.621,7	262,4	163,4	88.942,9

PNAC, Parques nacionales | PNAT, Parques naturales | PRJN, Parajes naturales | RNAT, Reservas naturales | PPER, Parques periurbanos | MNAT, Monumentos naturales

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del SIMA-IECA, 2017 (incluido el Parque Nacional Sierra de las Nieves, 2021)

Por comarcas, la Serranía de Ronda destaca por la superficie protegida, casi 35.400 h, lo que supone casi el doble de la que está en 2ª lugar, La Axarquía con algo más de 19.600 h casi todas en el ámbito de las Sierras de Almijara, Tejeda y Alhama. En el lado contrario se encuentran comarcas como Nororma o Valle del Guadalhorce que sólo disponen de 244,6 y casi 471 h, respectivamente.

Por tipos de EENNPP, la mayoría en extensión están catalogadas como parques naturales, rozando las 71.550 h de superficie incluidas en estas figuras de protección.

Cada espacio natural protegido destaca por la presencia de una flora y fauna únicas, ya que, por regla general, la declaración de estos espacios se realiza por sus valores orográficos, singular vegetación o riqueza faunística. Muchos de ellos incluyen ecosistemas únicos, como la presencia del *Abies pinsapo*, un abeto que crece en los espacios protegidos andaluces de Sierra de las Nieves, Sierra de Grazalema, Los Reales de Sierra Bermeja, Sierra Blanca y Sierras Bermeja y Real. Constituyen en su conjunto las únicas poblaciones mundiales de esta especie, que está estrechamente emparentada con los abetos existentes en el norte de Marruecos.

Además, muchos de ellos son refugio para especies endémicas que sólo se localizan en esos espacios, mayoritariamente especies vegetales, aunque es posible encontrar también algunas especies animales.

Otro de los aspectos importantes de la biodiversidad es la importancia de la presencia de especies de flora y fauna invasoras existentes en un territorio. Muchas de ellas proliferan rápidamente al verse libres de predadores naturales, desplazando de sus hábitats naturales a las especies locales.

⁴⁰ Incluye el Parque Nacional Sierra de las Nieves, aunque su superficie no se ha contabilizado al estar integrada en otras figuras de protección andaluzas. No se incluyen los espacios protegidos de la Red Natura 2000.

1.2.9 SALUD

El Cambio Climático no puede considerarse un fenómeno exclusivamente ambiental, sino que han de contemplarse también las profundas consecuencias económicas y sociales, y en especial sobre la salud pública. La comunidad internacional no ha sido ajena a este tema y en 2008, en la 61ª Asamblea Mundial de la OMS, 193 países asumieron la urgencia de desarrollar medidas integrales en materia de salud en los planes de adaptación al Cambio Climático, reconociendo así el impacto en la salud pública.

El sector de la salud, referido al conjunto de servicios dirigidos a mantener y proteger la integridad física de las personas, se trata de un sector que se encuentra directamente afectado por los impactos negativos y riesgos del Cambio Climático.

Los efectos sobre la salud pueden venir derivados, no ya sólo de los efectos directos; lesiones y enfermedades como consecuencia de las temperaturas extremas (olas de calor) o de las inundaciones (lluvias torrenciales) o por la frecuencia de enfermedades cardiorrespiratorias multiplicadas por la mala calidad del aire, sino que la modificación de los hábitats terrestres provocará la redistribución espacial y extensión de enfermedades transmisibles, así como, los efectos sobre los recursos hídricos afectarán de forma indirecta sobre todo a la competencia por los recursos de agua potable de calidad.

El Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, a través del Informe *Impactos del Cambio Climático en la Salud* relaciona el crecimiento de la frecuencia de eventos extremos y cambios de temperaturas con el aumento de patologías relacionadas con afecciones alérgicas y enfermedades cardiorrespiratorias, entre otras, teniendo en cuenta la afección directa entre los sectores de población más vulnerables (personas mayores y niños).

En el caso de Málaga la población <4 años y >65 años supone el 32,9% del total de la población provincial, destacando por una población más envejecida las comarcas de La Axarquía y Serranía de Ronda, por otro lado, entornos rurales de montaña con unas condiciones de vida muy difíciles y, en algunos casos, muy duras, sobre todo en las zonas más elevadas.

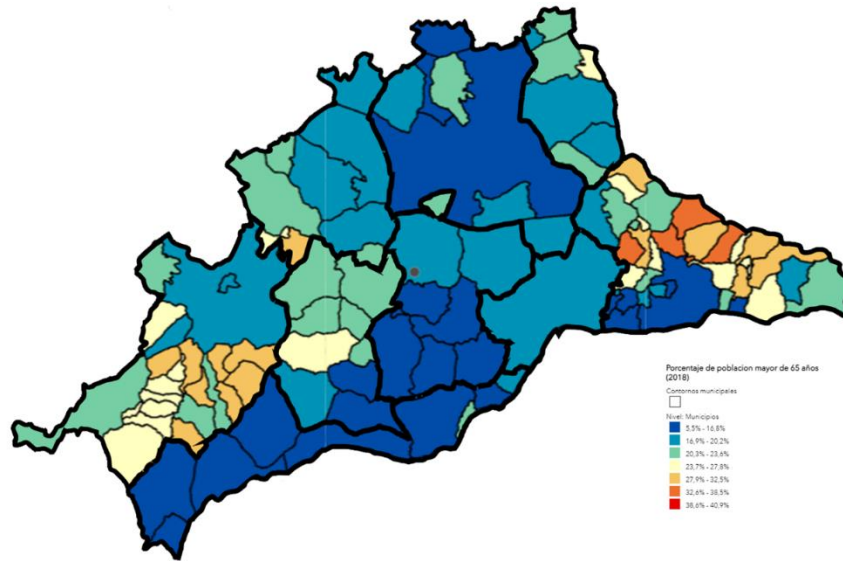
Tabla. 19 Distribución comarcal de los menores de 4 años y mayores de 65 años

Comarca	Población <4 años	Población >65 años
Comarca de Antequera	14,5%	18,4%
Comarca Nororiental de Málaga (Nororma)	13,1%	21,5%
Costa del Sol Occidental	16,3%	16,1%
Guadalteba	11,2%	22,2%
La Axarquía	11,9%	24,7%
Málaga-Costa del Sol	15,0%	17,9%
Serranía de Ronda	10,3%	25,6%
Sierra de las Nieves	13,2%	20,7%
Valle del Guadalhorce	15,5%	17,6%
Provincia de Málaga	15,4%	17,5%

Fuente; elaboración propia a partir de los datos del SIMA-IECA, 2020.

Al contrario, la que presenta mayor proporción de niños y niñas es la Costa del Sol Occidental (16,3%), seguida del Valle del Guadalhorce, que tiene varios municipios en la aglomeración urbana de Málaga, lo que da una muestra más del dinamismo de las poblaciones urbanas del litoral, con mejor capacidad de adaptación al Cambio Climático.

Ilustración 31. Población mayor de 65 años

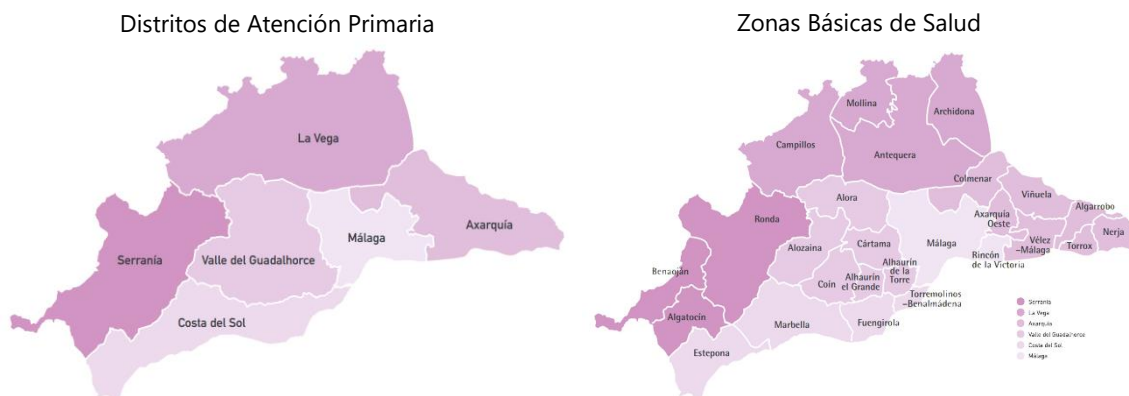


Fuente: Estadísticas experimentales del INE. Ine.es, 2018.

En el mapa se puede observar cómo en las poblaciones del litoral, mucho más urbanas que las del interior, existe una menor población envejecida. En el interior, el municipio de Antequera también tiene una población relativamente joven, con una proporción >65 años inferior al 17%. Por tanto, serán los municipios de interior, sobre todo de zonas montañosas los que tendrán más problemas de salud pública, y no, únicamente, por la presencia de mayor población envejecida.

A esta hay que sumar la falta de servicios públicos en estas zonas rurales y el drama del despoblamiento rural, que va en detrimento en la calidad de vida de estos sectores de población mayor, al tener mayores dificultades de acceso a los servicios asistenciales e, incluso, a farmacias para la obtención de sus medicinas.

Ilustración 32. Sistema sanitario de Málaga



Fuente: Mapa de Atención Primaria, Servicio Andaluz de Salud, 2021.

En cuanto a servicios asistenciales, el Servicio Andaluz de Salud dispone en la provincia de Málaga de 180 centros de atención primaria, entre centros de salud, consultorios locales y consultorías auxiliares, localizados en núcleos urbanos de menor entidad, repartidos por las 26 Zonas Básicas de Salud (ZBS) incluidas en los 6 Distritos de Atención Primaria (DAP). El litoral malagueño es el que dispone de un mayor número de centros de atención primaria, debido a su ámbito más urbano y a que concentra la mayoría de la población de Málaga.

Destaca Málaga-Costa del Sol con 27 centros de salud y dos consultorios. La comarca con menor asistencia primaria es Nororma con sólo un centro de salud y seis consultorios. Bien es cierto, que es una de las comarcas de menor extensión, número de municipios y población. Ocurre algo similar en Guadalteba y Sierra de las Nieves, aunque esta última si agrupa un número mayor de municipios.

En cuanto a atención especializada, los centros existentes se reducen considerablemente, ya que estos suelen estar en las zonas de cabecera de las ZBS y en las ciudades, sobre todo los hospitales privados. Sólo la Costa del Sol Occidental y Málaga disponen de centros periféricos de especialidades, dos cada comarca. Mientras los siete hospitales públicos se reparten más homogéneamente por todo el territorio, destacando los dos existentes en la Serranía de Ronda.

Tabla. 20 Servicios asistenciales de salud en la provincia de Málaga

Comarcas	Atención primaria*			Recursos de atención especializada**				
	CS	C local	C aux.	Espec.	H Pub.	H Priv.	Camas H Pub.	Camas H Priv.
Comarca de Antequera	3	6	5	-	1	-	46	-
Nororma	1	6	2	-	-	-	-	-
Costa del Sol Occidental	12	11	-	2	2	9	385	439
Guadalteba	1	7	3	-	-	-	-	-
La Axarquía	10	23	15	-	1	2	193	76
Málaga-Costa del Sol	27	2	-	2	2	11	1.655	1.402
Serranía de Ronda	5	9	13	-	1	-	149	-
Sierra de las Nieves	1	8	-	-	-	-	-	-
Valle del Guadalhorce	5	4	1	-	-	-	-	-
Provincia de Málaga	65	76	39	4	7	22	2.528	1.917

CS, Centro de salud | C local, Consultorio local | C aux., Consultorio auxiliar | Espec., Centros periféricos de especialidades | H Pub., Hospitales públicos | H Priv., Hospitales privados | Camas en hospitales públicos (H Pub.) y privados (H Priv.)
 * Datos 2020
 ** Datos 2016

Fuente: Consejería de Salud y Familias. Sistema de Información de Atención Primaria (SIAP), SIMA-IECA, 2020-2016.

En cuanto a los impactos del Cambio Climático sobre la salud, en el horizonte 2030, según los diferentes escenarios del IPCC, la media de la fracción atribuible a muertes por calor será de un 2%⁴¹, con mayor impacto en las ciudades mediterráneas. Otras investigaciones hablan de incrementos superiores. El grupo más afectado por el calor será el de personas mayores de 65 años y el impacto de las olas de calor aumentará debido a que, cada vez, la temperatura va a ser más elevada y el umbral de disparo de la mortalidad va a ser más bajo por el envejecimiento de la población.

⁴¹ Impactos del Cambio Climático en la Salud. Informes, estudios e investigación 2013. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible.

Este aumento de la mortalidad por calor se espera que sea muy superior a la ligera reducción que se puede esperar en la mortandad invernal. En la ola de calor que sufrió Europa en el verano de 2003, por ejemplo, se registró un exceso de mortalidad cifrado en 70.000 defunciones.⁴²

El informe PESETA (*Climate change impacts and adaptation in Europe -JRC PESETA IV final report-*) indica que el calentamiento global resultará en un fuerte aumento neto de la exposición y las muertes por temperaturas extremas, en escenarios en los que no se tenga en cuenta la adaptación. Con +1,5°C alrededor de 100 millones de europeos estarían expuestos cada año a una ola de calor intensa, correspondiente a una ola de calor extrema actual o diez veces en comparación con ahora dentro de 50 años o más. Con +2°C, crecería hasta 170 millones/año y casi 300 millones/año con un calentamiento global de +3°C. El aumento de la exposición al calor extremo es más grave en el sur de Europa.

Suponiendo la vulnerabilidad actual y sin adaptación adicional, las muertes anuales por calor extremo podrían aumentar de las actuales 2.700 muertes/año a, aproximadamente, 30.000 o 50.000 para 2050 con un calentamiento global de +1,5°C y +2°C, respectivamente. Con +3°C en 2100, cada año 90.000 europeos podrían morir a causa del calor extremo. El aumento de las muertes por el calor extremo es más agudo en los países del sur de Europa, con el mayor número de muertes que ocurren en Francia, Italia y España.

Por otra parte, la intensificación del Cambio Climático sobre el ciclo hidrológico impactará en la calidad y disponibilidad de agua potable en el futuro y, por tanto, en la salud de la población. Entre los efectos de la sequía se incluyen una mayor predisposición a enfermedades infecciosas y respiratorias, la expansión favorecida de ciertos vectores y el aumento de la carga patógena y química de los caudales fluviales, efectos que se verán aumentados por las temperaturas elevadas del agua: selección favorecida de las formas y especies mejor adaptadas, aumento de la presencia de cianobacterias con capacidad tóxica en el agua y potencial incremento en las toxiinfecciones alimentarias.

Se prevén modificaciones en la transmisión de enfermedades de transmisión vectorial como resultado de los cambios de distribución geográfica de los vectores, estacionalidad y tamaño poblacional, a los que se añaden como factores persistentes los cambios en los usos de la tierra y los factores socioeconómicos.

La pandemia por COVID-19 ha incrementado la conciencia sobre las estrechas interrelaciones entre la transformación del medio ambiente y la emergencia de nuevas enfermedades. La Organización Mundial de la Salud viene advirtiendo desde hace tiempo que el Cambio Climático puede provocar la aparición de nuevas enfermedades epidémicas o incrementar su transmisión, lo que evidencia la necesidad de contemplar amenazas a la salud humana aún no conocidas con precisión.

Otro efecto significativo del Cambio Climático está relacionado con el ozono, al tener un efecto recíproco. La OMS ha realizado hallazgos sobre los riesgos de la salud derivados de partículas en suspensión (PM) y ozono (O₃). La temperatura, viento y humedad influyen en la formación y niveles de ozono.

⁴² Robine JM et al. Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003. *Les Comptes Rendus/Série Biologies*, 2008, 331:171-78.

El ozono en el aire puede perjudicar a la salud, especialmente en las épocas calurosas de verano. Las personas con mayor riesgo por respirar aire con ozono son personas con asma, niños, ancianos y personas que presentan alguna patología respiratoria. Se calculan 947 muertes anuales debido al ozono.

El ozono es un potente agente oxidante que se forma mediante una compleja serie de reacciones fotoquímicas en las que participa la radiación solar, el dióxido de nitrógeno (NO₂) y compuestos orgánicos volátiles. Las fuentes de emisión de este gas son tanto vehículos como fotooxidación NO_x y compuestos orgánicos volátiles. La exposición provoca dificultades, como llevar a cabo una respiración profunda y vigorosa; también tos y/o dolor e irritación en la garganta; agrava los síntomas de asma y bronquitis crónica; genera una susceptibilidad de los pulmones a la irritación; y, en último lugar, causaría una obstrucción crónica de los pulmones. A largo plazo está relacionado con el agravamiento del asma y el daño pulmonar permanente, incluso afectando de forma anormal a las niñas y niños⁴³ más pequeños.

Algunos estudios han estimado que las concentraciones de ozono troposférico son en la actualidad entre tres y cuatro veces superiores a las de la época preindustrial, como resultado del incremento de emisiones de óxidos de nitrógeno por causa del tráfico rodado y la industria. En latitudes medias, como es el caso del área mediterránea, las mayores concentraciones de ozono tienen lugar durante la época cálida del año, es decir, aquella que transcurre entre mayo y septiembre.

Esto se debe a un escenario meteorológico dominado por una circulación anticiclónica, condiciones de estabilidad atmosférica, escasez de nubosidad, elevada fracción de insolación y mayores niveles de radiación UV, temperaturas elevadas y circulaciones locales en régimen de brisas marinas, elementos atmosféricos que son proclives a una elevada reacción fotoquímica y, por ende, a la concentración del ozono troposférico. A ello se une una fuerte presión automovilística.

Como ya se ha podido observar en el apartado de impactos actuales del Cambio Climático, también las inundaciones crean problemas asociados a la salud pública, en primer lugar de forma directa por los propios efectos de las inundaciones sobre la integridad física de las personas afectadas, que en casos más severos puede conllevar la pérdida de vidas humanas; segundo, por los problemas de pérdida de la calidad de agua al verse contaminada las zonas de captación e incluso de potabilización de los recursos de abastecimiento; y tercero, por la proliferación de vectores de enfermedades infecciosas asociadas a las láminas de agua persistentes, a los que habría que unir los problemas de salud ocasionados a las personas evacuadas y los aspectos psicológicos derivados de la pérdida de los bienes materiales personales.

Además, otros impactos también pueden tener consecuencias directas e indirectas en la salud pública, caso la modificación de los hábitats terrestres y la proliferación de especies exóticas, algunas de ellas vectores de enfermedades, sobre todo por la creciente "tropicalización" del clima mediterráneo, que provoca una migración de especies desde el sur hacia el norte.

⁴³ 1 United States Environmental Protection Agency (2019) Health effects of ozone pollution
<https://www.epa.gov/ground-level-ozone-pollution/health-effects-ozone-pollution>

1.2.10 EMERGENCIAS Y PROTECCIÓN CIVIL

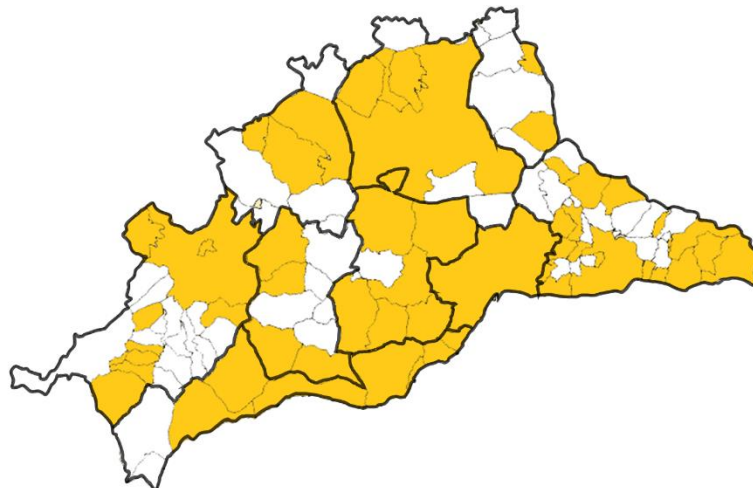
Independientemente de los cambios esperados en los patrones del clima, las proyecciones climáticas para la provincia de Málaga indican un aumento de los fenómenos extremos, eventos puntuales con mayor o menor grado de catástrofe, que requieren de una rápida actuación de los servicios de respuesta. En Andalucía esta actuación se coordina a través de Emergencias Andalucía que pone de manifiesto uno de los objetivos preferentes de la acción política regional, la seguridad de las personas, los bienes y el medio ambiente.

Emergencias Andalucía es un servicio multidisciplinar y plural encargado de la prevención, planificación, gestión y análisis de las emergencias en la comunidad autónoma andaluza, con el objetivo de minimizar los riesgos, mejorando el servicio al ciudadano y tomando medidas que puedan favorecer su seguridad, entre otros escenarios en aquellos que están relacionados con los eventos extremos del Cambio Climático.

La gestión de las emergencias se articula en los planes de emergencias; bien en la planificación regional y local (Plan Territorial de Emergencia de Andalucía -PTEAnd- y Planes de Emergencia Municipal -PEM-), bien en los planes especiales establecidos en el artículo 13 de la ley 2/2002 de Gestión de Emergencia en Andalucía, entre los que destacan; planes de inundaciones e incendios forestales. Además, se acompañan de otros planes específicos elaborados para hacer frente a emergencias generadas por riesgos de especial significación como la contaminación del litoral.

En la provincia de Málaga ya son 55 municipios con sus PEM homologados tras la incorporación a la lista de Benahavís y Benalauría que se han incorporado en julio de este año, más la 3ª edición del plan de Marbella.

Ilustración 33. Planes de Emergencia Municipal homologados



Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la Consejería de la Presidencia, Administración Pública e Interior, 2021.

A nivel provincial, Emergencias Andalucía se articula a través de los Servicios de Protección Civil, encargados de la ordenación general y organización de las actuaciones de emergencia. Se establece como sistema fundamental de prevención y actuación en el ámbito de la seguridad y la gestión de las emergencias, entre otros aspectos, de desarrollar líneas de actuación en la prevención y mitigación de los escenarios climáticos de riesgos que se pronostican para el conjunto del territorio.

El sistema de Protección Civil es un aparato determinante a nivel local en la lucha contra el Cambio Climático a la hora de preparar a la ciudadanía ante situaciones de riesgo como inundaciones, lluvias torrenciales y olas de calor.

1.2.11 TURISMO

El turismo es posiblemente uno de los sectores más vulnerables al Cambio Climático. Esto se explica por la afección directa sobre los mayores activos turísticos, los recursos endógenos que hacen de un territorio un destino turístico de primer orden. El Cambio Climático afectará a los recursos naturales, los recursos territoriales y paisajísticos, la pérdida de zonas costeras o el disfrute de un clima agradable durante gran parte del año. Todo esto puede verse afectado por eventos extremos (olas de calor, inundaciones, tormentas, temporales, etc.), aumento excesivo de las temperaturas, la presencia de vectores infecciosos y la aparición de periodos más largos de sequía que deterioren y condicionen el espacio y el disfrute de los visitantes.

Estos riesgos son especialmente intensos para el turismo ya que deterioran los servicios ambientales sobre los que se construye el atractivo del destino turístico Málaga y que son el soporte de las actividades y los servicios que consumen los turistas y residentes.

El sector turístico posee un protagonismo esencial en Andalucía debido a su potencial económico. La marca de destino turístico Málaga y sobre todo la Costa del Sol, sin olvidar otros destinos muy importantes como Ronda o los EENNPP de mayor interés de la provincia, Sierra de las Nieves, principalmente, se presentan como los de mayor relevancia dentro del sector andaluz.

Según los datos de *La economía del turismo en Andalucía, 2018*⁴⁴, el sector turístico andaluz aportaba 12,6% del PIB regional con más de 21.200 millones de euros estimados, si bien se seguía arrastrando la desaceleración de los últimos años. Por ejemplo, el crecimiento interanual en 2018 fue sólo del +1,2%, netamente inferior al registrado en 2017, estimado en un +5,5%. No obstante, los datos de aporte del turismo a la economía andaluza definen la importancia del turismo a nivel regional.

⁴⁴ Se toma como año base para el análisis ya que 2019 y 2020 están totalmente condicionados por la crisis sanitaria de la COVID-19. Fuente: Consejería de Turismo, Regeneración, Justicia y Administración Local

A efectos de empleo, en el mismo año se cifraba⁴⁵ en 399.200 personas la media⁴⁶ de población ocupada en actividades turísticas en Andalucía. Esta ocupación representaba el 13,2% de los 3,03 millones de ocupados y ocupadas de la región y el 17,3% de los 2,31 millones de ocupados y ocupadas en el sector servicios de Andalucía. La industria del turismo suponía unas 340.300 afiliaciones⁴⁷ a la Seguridad Social en alta laboral, que representan el 16,1% de las afiliaciones del sector servicios y el 11,0% del conjunto de la economía de Andalucía. La afiliación en turismo creció un +6,7% respecto al año anterior, un crecimiento mayor que el registrado en el sector servicios (+4,0%) y en el global de la economía (+3,7%), registrándose incrementos en todos los trimestres de 2018.

Málaga aporta a este pastel del empleo el 30,7% del total de afiliaciones del sector, lo que da una muestra de la importancia de la marca Málaga en el ámbito andaluz, ya que una única provincia de las ocho andaluzas tiene una cuota de altas en la Seguridad Social de casi el tercio del total de la región. Destaca dentro del sector, la actividad de restauración que supone una cuota de afiliaciones del 60,2%, algo por debajo de la media andaluza en esta actividad, que se ve compensada por el 19% de las afiliaciones que corresponden a los hoteles, casi cuatro puntos por encima de la media regional.

Sin embargo, esta relevante actividad verá condicionado su éxito continuado ante las previsiones de riesgos climáticos, tratándose de uno de los sectores más sensibles a los posibles cambios del clima. Como ejemplo, en el documento *Estrategia de Adaptación al Cambio Climático e impulso de la Economía Baja en Carbono* de Gran Canaria (2030) se estima que la inacción en adaptación al Cambio Climático, sólo en turismo, puede suponer pérdidas de casi 600 millones de euros en los 8 años de vigencia de la estrategia con una pérdida mínima anual del 1% de la actividad turística por motivos de los impactos esperados en el clima, lo que da una muestra de la importancia del binomio Turismo-Cambio Climático.

Esta situación ha tenido su reflejo en la enorme repercusión que la pandemia de la COVID-19 ha tenido en este sector, en toda España, en general y en la Andalucía, en particular, en la que el peso del sector en la economía local es muy importante. Baste indicar el impacto que la pandemia ha tenido sobre la economía global en los años 2019-2020, muy condicionada por los desarrollos en torno a la COVID-19. Gran parte del impacto de la crisis sanitaria en el PIB europeo y estatal se debió al turismo. En Andalucía se observa una retracción considerable de los flujos turísticos en 2020, provocando la caída del destino andaluz en más de la mitad de los turistas que han visitado Andalucía (-59,0%) y una pérdida de ingresos, estimadas en 8.500 millones de euros, el -63,0% de los ingresos, lo que ha supuesto pasar del casi el 13% de aporte al PIB andaluz a sólo el 5,4%.

Independientemente de que la pandemia no es atribuible al Cambio Climático, aunque ya se han publicado los primeros estudios que los relacionan, no es menos cierto que es un aviso a navegantes sobre lo que futuros eventos similares pueden generar en los sectores económicos más importantes de un territorio y como en el caso del turismo muy vulnerables a los impactos del Cambio Climático.

⁴⁵ Explotación y análisis específicos de los microdatos de la Encuesta de Población Activa (EPA), del Instituto Nacional de Estadística (INE).

⁴⁶ Cifras anuales obtenidas como media aritmética simple de los datos trimestrales.

⁴⁷ El número de afiliaciones no se corresponde necesariamente con el de trabajadores y trabajadoras, sino con el de situaciones que generan obligación de cotizar. Luego, una misma persona se contabiliza tantas veces como situaciones de cotización tenga, bien porque tenga varias actividades laborales en un mismo régimen o en varios.

Málaga es un destino turístico fundamental en el marco territorial andaluz y nacional. La marca Costa del Sol es reconocida internacionalmente y reclamo de, no ya sólo un turismo estacional de sol y playa, sino que es un polo de atracción de población que se fija, sobre todo en los entornos más urbanizados del litoral y urbanizaciones de la zona prelitoral.

Sólo en oferta de alojamientos, el sector turístico de la provincia dispone de 740 instalaciones, entre las que destacan los hoteles, que suponen casi el 52% del total de la oferta de estos servicios y casi el 78% de las 92.293 camas disponibles. Además, la oferta de alojamientos se completa con hoteles-apartamentos, hostales y pensiones que suman 356 instalaciones (36, 123 y 197, respectivamente).

Por comarcas, como es lógico, destacan las del litoral, sobre todo Costa del Sol Occidental con 320 instalaciones (43,2% de la oferta) y 72.287 camas turísticas disponibles, seguida de Málaga-Costa del Sol con 163 instalaciones y casi 12.600 camas. Por último, de las 109 instalaciones de La Axarquía, 99 se localizan en los municipios del litoral que aportan a la oferta malagueña un total de 6.755 camas turísticas.

Tabla. 21 Distribución de la oferta de alojamientos en la provincia de Málaga

Comarcas	Hoteles	Hoteles-apartamentos	Hostales	Pensiones	Total
Comarca de Antequera	21	1	5	5	32
Nororma	4	0	1	5	10
Costa del Sol Occidental	182	29	50	59	320
Guadalteba	1	0	1	3	5
La Axarquía	51	3	31	24	109
Málaga-Costa del Sol	74	0	21	68	163
Serranía de Ronda	42	1	4	14	61
Sierra de las Nieves	3	0	2	11	16
Valle del Guadalhorce	6	2	8	8	24
Provincia de Málaga	384	36	123	197	740
Camas disponibles					
Comarca de Antequera	1.458	22	148	74	1.702
Nororma	138	-	15	54	207
Costa del Sol Occidental	58.735	12.699	1.311	1.542	74.287
Guadalteba	91	-	135	199	425
La Axarquía	5.007	562	757	655	6.981
Málaga-Costa del Sol	9.717	-	877	1.999	12.593
Serranía de Ronda	1.881	12	128	209	2.230
Sierra de las Nieves	52	-	-	188	240
Valle del Guadalhorce	249	127	126	83	585
Provincia de Málaga	77.343	13.422	3.505	5.023	99.293

Fuente: SIMA_IECA, 2019.

Destaca la presencia de hoteles de 5* en la Costa del Sol Occidental que tiene 13 de los 15 hoteles de lujo de la provincia, siete de ellos en Marbella, sede fundamental de un turismo de alto poder adquisitivo.

En turismo de “interior”, teniendo en cuenta que muchos alojamientos de turismo rural pueden estar localizados en el litoral, caso de la Costa del Sol que dispone de 80 instalaciones destinadas a esta actividad, en la provincia de Málaga hay disponibles un total de 1.873 instalaciones registradas como turismo rural, de las que el 55,1% están en La Axarquía y el 11,7% en la Serranía de Ronda, lo que da un valor añadido a otros segmentos de turismo más relacionados con la naturaleza y el tiempo libre. En el lado contrario se encuentran Guadalteba con sólo cinco establecimientos de alojamiento a los que hay que añadir 38 de turismo rural y Nororma con sólo diez más otros 51 alojamientos rurales.

1.2.12 EDUCACIÓN Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TIC)

Para estos dos sectores aún no existen estudios a nivel regional, estatal o europeo que puedan ofrecer una referencia clara de cómo puede afectarles los efectos futuros del Cambio Climático.

No obstante, la educación se entiende como un pilar fundamental en las estrategias de adaptación, sobre todo la formación a nivel infantil y juvenil, ya que serán los actores fundamentales que sufrirán los efectos de los impactos esperados del Cambio Climático y se considera de vital importancia que su formación general les permita aumentar la resiliencia a estos efectos.

En cuanto a las TIC, presentan un doble enfoque. Por un lado, reducen ostensiblemente las emisiones, sobre todo al reducir la huella del transporte de los viajes evitados con las tramitaciones digitales, además de reducir el consumo de otros recursos naturales, sobre todo papelería y consumo eléctrico debido a la eficiencia energética de los equipos actuales. Por otro lado, las TIC permiten aumentar la respuesta de los grupos poblacionales vulnerables al hacerles llegar con mayor facilidad alertas tempranas ante eventos extremos del clima, así como el control de aspectos importantes de la adaptación como son la salud pública.

Sin embargo, las infraestructuras físicas necesarias para dar cobertura digital al territorio están sometidas a los mismos impactos que el resto de las infraestructuras vitales existentes en el territorio, por lo que es necesario tener en cuenta la dependencia adquirida de estos sistemas digitales de comunicación e información, arbitrando otros sistemas alternativos de respuesta en caso de eventos extremos que puedan afectarlos gravemente.

2 MATRIZ DE RIESGOS E IMPACTOS

Una vez definido los impactos significativos y la situación de los principales sectores de la provincia, se procede al cruce de ambas variables, con el objeto de definir el nivel de riesgo de los impactos del Cambio Climático sobre cada uno de los sectores.

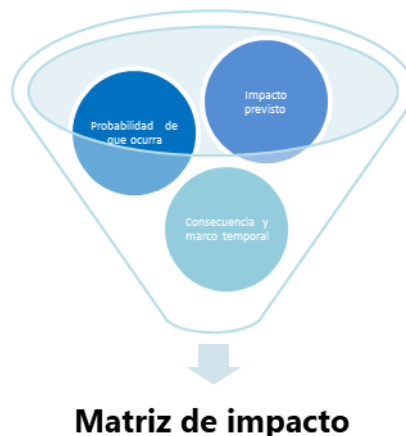
Se estima la probabilidad para cada uno de los sectores seleccionados en función de la frecuencia con la que actualmente se produce cada evento, así como la existencia o no de que dicho evento se produzca en el futuro. Este análisis se ve apoyado principalmente por dos fuentes de información:

- Evidencias actuales del Cambio Climático en el territorio para determinar la existencia de cada amenaza en la actualidad.
- Proyecciones climáticas para cada ámbito espacial y determinar la existencia de cada amenaza en el futuro (escenarios climáticos).

En la matriz de resultados se exponen todos los sectores identificados como relevantes para el territorio, así como los impactos significativos. Para obtener la matriz de impactos y de riesgos se ha realizado un análisis inicial del riesgo climático, que determina cuáles requieren una mayor atención en el futuro. Para ello, se aplica el esquema tradicional de evaluación de riesgo, que relaciona la frecuencia de la amenaza, asociado a la probabilidad, con la consecuencia. Así se definen criterios semicualitativos para valorar las consecuencias del impacto y la probabilidad del impacto. De esta forma se obtiene para cada una de las celdas de la matriz de impactos un valor de riesgo.

La metodología adoptada para la realización de la matriz de impactos se ha basado en un análisis tradicional de evaluación del impacto, que relaciona la probabilidad de que ocurra con el nivel del impacto y el marco temporal para el mismo.

Ilustración 34. Esquema de elementos valorados en la matriz de impactos



Fuente: elaboración propia.

A través del análisis de riesgos climáticos se facilitan las herramientas para la gestión futura de actuaciones a nivel sectorial. La metodología aplicada en la identificación de vulnerabilidad ante el Cambio Climático se basa en un modelo conceptual que relaciona los factores de estrés con los impactos y los sectores anteriormente caracterizados y potencialmente afectados, de forma similar a los modelos utilizados en las evaluaciones de riesgo e impacto ambiental.

Estas relaciones se han trabajado en forma de matrices (tablas) y se desarrollan con el fin de apoyar las dos etapas en la toma de decisiones relacionadas con el Cambio Climático:

- La priorización de riesgos climáticos.
- La selección de medidas de mitigación y adaptación al Cambio Climático.

Tabla. 22 Grado de probabilidad del impacto

Valor	Grado	Impactos recurrentes
3	Improbable	Suceso con ninguna probabilidad de ocurrencia
4	Muy poco probable	Escasa o muy baja probabilidad
5	Poco probable	Poca probabilidad de ocurrencia
7	Probable	Probabilidad intermedia de ocurrencia
8	Bastante probable	Alta probabilidad de ocurrencia
10	Muy Probable	Cuando es prácticamente seguro que ocurra

Fuente. Diputación de Valencia basada en la metodología del Covenant of Mayors.

Tabla. 23 Grado de consecuencia

Valor	Grado	Importancia
0	Despreciable	Sin daños físicos y sin repercusiones
3	Mínima	Repercusiones irrelevantes en las cuentas anuales del activo. Daños físicos irrelevantes
4	Asumible	Repercusiones en las cuentas anuales del activo asumibles sin dificultad. Daños físicos notables
5	Significativa	Repercusiones notables en las cuentas anuales del activo, pero asumibles. Daños físicos notables.
7	Importante	Importantes repercusiones en las cuentas anuales del activo, asumibles con mayor dificultad que en el grado de impacto anterior. Daños físicos importantes pero asumibles
9	Grave	Graves repercusiones en las cuentas anuales, llegándose a contemplar la posibilidad de cierre del activo. Daños físicos difíciles de asumir
10	Muy grave	Las repercusiones económicas exigen el cierre del activo

Fuente. Diputación de Valencia basada en la metodología del Covenant of Mayors.

A continuación, se realiza el cruce de las dos variables; la probabilidad por la consecuencia y nos da los índices del riesgo, en función de ello se obtiene esta tabla de puntuación siguiente. Cabe destacar que depende de cada organización la parametrización de consecuencias dependiendo de sus necesidades. Los riesgos son categorizados con valores desde 0 (impactos improbables con consecuencias despreciables) hasta 100 (impactos muy probables con graves consecuencias).

Tabla. 24 Índices de Riesgos (probabilidad x consecuencia)

Probabilidad	Valores	Improbable	Muy poco probable	Poco probable	Probable	Bastante probable	Muy probable
Consecuencia							
Valores		3	4	5	7	8	10
Inexistente	0	0	0	0	0	0	0
Mínima	3	9	12	15	21	27	30
Menor	4	12	16	20	28	36	40
Significativa	5	15	20	25	35	45	50
Muy importante	7	21	28	35	49	63	73
Grave	9	27	26	45	63	81	70
Muy grave	10	30	40	50	70	90	100

Fuente. Diputación de Valencia basada en la metodología del Covenant of Mayors.

Según la metodología los índices de riesgo se agrupan en cuatro tipologías diferenciadas, tal y como muestra la siguiente tabla:

Tabla. 25 Índices de Riesgos

Riesgo	Magnitud	Categoría	Tipología
Alto	>50-100	3	R3
Moderado	>25-50	2	R2
Bajo	0-25	1	R1
Despreciable	0	0	R0
Se desconoce			-

Fuente. Diputación de Valencia basada en la metodología del Covenant of Mayors.

Descripción:

- R3: Riesgo alto, porque es necesario y prioritario evaluar acciones
- R2: Riesgo moderado, por lo que es recomendable evaluar acciones
- R1: Riesgo bajo, por lo que es necesario el seguimiento, pero no tanto evaluar acciones
- R0: Riesgo despreciable

En la matriz de resultados se exponen todos los sectores identificados como relevantes para el municipio. Lo que da como resultado una matriz de impactos del Cambio Climático por sectores y riesgos climáticos con valoraciones que van desde despreciable hasta muy probable y muy grave. Es conveniente centrar los esfuerzos de adaptación en aquellos sectores significativamente más vulnerables, aquellos situados en la parte del espectro de la matriz más elevada.

ANTEQUERA

Tabla. 26 Matriz de impactos de la comarca de Antequera

Sectores	Calor extremo	Frío extremo	Fuertes precipitaciones	Inundaciones	Tormentas	Sequías y escasez de agua	Incendios forestales
Edificios	50	20	35	90	49	56	35
Transportes	50	9	25	70	63	40	28
Energía	70	36	25	50	70	56	49
Agua	90	20	25	50	49	80	63
Residuos	50	16	20	50	35	32	28
Urbanismo y ordenación del territorio	90	20	35	70	35	72	49
Agricultura y ecosistemas forestales	90	28	35	90	63	80	70
Medio ambiente y biodiversidad	90	20	35	70	49	80	70
Salud	100	28	45	90	63	72	49
Protección civil y emergencias	90	28	45	90	63	72	63
Turismo	70	20	25	50	35	40	35

Tabla. 27 Principales sectores afectados según grado de consecuencia

Sectores	Calor extremo	Inundaciones	Sequías y escasez de agua
Edificios		Grave	
Agua	Grave		Bastante grave
Urbanismo y ordenación del territorio	Grave		
Agricultura y ecosistemas forestales	Grave	Grave	Bastante grave
Medio ambiente y biodiversidad	Grave		Bastante grave
Salud	Muy grave	Grave	
Protección civil y emergencias	Grave	Grave	

NORORIENTAL DE MÁLAGA (NORORMA)

Tabla. 28 Matriz de impactos de la comarca de Nororma

Sectores	Calor extremo	Frío extremo	Fuertes precipitaciones	Inundaciones	Tormentas	Sequías y escasez de agua	Incendios forestales
Edificios	50	20	35	63	49	56	35
Transportes	50	16	25	49	35	32	28
Energía	70	36	25	49	35	56	49
Agua	90	20	25	49	49	80	63
Residuos	50	16	20	28	28	32	28
Urbanismo y ordenación del territorio	90	20	35	63	49	72	49
Agricultura y ecosistemas forestales	90	36	25	70	63	80	63
Medio ambiente y biodiversidad	90	36	25	63	49	80	70
Salud	100	36	35	70	63	72	49
Protección civil y emergencias	90	36	35	63	63	56	63
Turismo	70	28	20	28	35	56	49

Tabla. 29 Principales sectores afectados según grado de consecuencia

Sectores	Calor extremo	Sequías y escasez de agua
Agua	Grave	Bastante grave
Urbanismo y ordenación del territorio	Grave	
Agricultura y ecosistemas forestales	Grave	Bastante grave
Medio ambiente y biodiversidad	Grave	Bastante grave
Salud	Muy grave	
Protección civil y emergencias	Grave	

COSTA DEL SOL OCCIDENTAL

Tabla. 30 Matriz de impactos de la comarca Costa del Sol Occidental

Sectores	Calor extremo	Frío extremo	Fuertes precipitaciones	Inundaciones	Tormentas	Sequías y escasez de agua	Incendios forestales
Edificios	70	28	45	90	49	49	72
Transportes	70	20	35	70	49	28	56
Energía	50	36	35	70	35	49	56
Agua	100	28	35	50	49	70	72
Residuos	50	16	25	50	28	35	40
Urbanismo y ordenación del territorio	90	28	45	90	49	63	72
Agricultura y ecosistemas forestales	100	40	50	100	63	70	80
Medio ambiente y biodiversidad	90	36	35	90	49	70	80
Salud	100	40	45	100	70	70	72
Protección civil y emergencias	90	36	45	90	63	63	80
Turismo	90	36	50	100	63	70	80

Tabla. 31 Principales sectores afectados según grado de consecuencia

Sectores	Calor extremo	Inundaciones	Incendios forestales
Edificios		Grave	
Agua	Muy grave		
Urbanismo y ordenación del territorio	Grave	Grave	
Agricultura y ecosistemas forestales	Muy grave		Bastante grave
Medio ambiente y biodiversidad	Grave	Grave	Bastante grave
Salud	Muy grave	Muy grave	
Protección civil y emergencias	Grave	Grave	Bastante grave
Turismo	Grave	Muy grave	Bastante grave

GUADALTEBA

Tabla. 32 Matriz de impactos de la comarca de Guadalteba

Sectores	Calor extremo	Frío extremo	Fuertes precipitaciones	Inundaciones	Tormentas	Sequías y escasez de agua	Incendios forestales
Edificios	50	20	35	45	49	49	49
Transportes	40	16	25	25	35	28	49
Energía	40	36	35	35	35	49	49
Agua	90	28	25	35	35	70	63
Residuos	40	16	20	25	28	35	35
Urbanismo y ordenación del territorio	90	28	35	45	49	63	63
Agricultura y ecosistemas forestales	100	40	50	50	70	70	70
Medio ambiente y biodiversidad	90	28	35	45	63	70	70
Salud	90	36	45	50	70	70	63
Protección civil y emergencias	70	28	35	45	63	63	70
Turismo	50	20	35	35	49	35	49

Tabla. 33 Principales sectores afectados según grado de consecuencia

Sectores	Calor extremo
Agua	Grave
Urbanismo y ordenación del territorio	Grave
Agricultura y ecosistemas forestales	Muy grave
Medio ambiente y biodiversidad	Grave
Salud	Grave

LA AXARQUÍA

Tabla. 34 Matrices de impactos de la comarca de La Axarquía (litoral e interior)

Sectores	Calor extremo	Frío extremo	Fuertes precipitaciones	Inundaciones	Tormentas	Sequías y escasez de agua	Incendios forestales
Edificios	56	36	45	90	63	49	49
Transportes	56	28	35	70	63	49	49
Energía	72	40	35	70	49	49	49
Agua	80	28	35	70	63	70	63
Residuos	32	20	20	50	35	35	35
Urbanismo y ordenación del territorio	72	40	45	90	63	63	63
Agricultura y ecosistemas forestales	80	36	50	100	70	80	70
Medio ambiente y biodiversidad	72	40	45	90	63	80	70
Salud	80	40	45	100	63	80	63
Protección civil y emergencias	72	36	50	90	70	63	70
Turismo	72	40	50	100	70	70	70
Sectores	Calor extremo	Frío extremo	Fuertes precipitaciones	Inundaciones	Tormentas	Sequías y escasez de agua	Incendios forestales
Edificios	70	49	45	45	63	35	56
Transportes	40	28	35	25	35	35	56
Energía	40	63	25	25	35	35	56
Agua	40	35	35	35	28	50	72
Residuos	40	28	20	20	28	35	40
Urbanismo y ordenación del territorio	50	49	35	35	49	45	72
Agricultura y ecosistemas forestales	90	70	50	50	70	50	80
Medio ambiente y biodiversidad	90	63	45	45	63	50	80
Salud	70	63	45	50	70	50	72
Protección civil y emergencias	90	49	45	45	63	45	80
Turismo	50	63	35	35	49	35	56

Tabla. 35 Principales sectores afectados según grado de consecuencia

Sectores	Calor extremo	Inundaciones	Sequías y escasez de agua	Incendios forestales
Edificios		Grave		
Agua	Bastante grave			
Urbanismo y ordenación del territorio		Grave		
Agricultura y ecosistemas forestales	Bastante grave	Muy grave	Bastante grave	
Medio ambiente y biodiversidad		Grave	Bastante grave	
Salud	Bastante grave	Muy grave	Bastante grave	
Protección civil y emergencias		Grave		
Turismo		Muy grave		
Sectores	Calor extremo	Inundaciones	Sequías y escasez de agua	Incendios forestales
Agricultura y ecosistemas forestales	Grave			Bastante grave
Medio ambiente y biodiversidad	Grave			Bastante grave
Protección civil y emergencias	Grave			Bastante grave

MÁLAGA-COSTA DEL SOL

Tabla. 36 Matriz de impactos de la comarca Málaga-Costa del Sol

Sectores	Calor extremo	Frío extremo	Fuertes precipitaciones	Inundaciones	Tormentas	Sequías y escasez de agua	Incendios forestales
Edificios	56	28	45	90	63	56	56
Transportes	56	20	45	90	63	40	56
Energía	72	36	45	90	63	56	56
Agua	80	20	45	70	63	80	72
Residuos	40	16	35	50	35	40	40
Urbanismo y ordenación del territorio	72	36	45	70	49	72	56
Agricultura y ecosistemas forestales	80	40	45	100	70	80	80
Medio ambiente y biodiversidad	80	36	35	90	63	80	80
Salud	80	40	50	100	70	80	72
Protección civil y emergencias	72	28	45	90	63	72	80
Turismo	80	40	50	100	70	80	80

Tabla. 37 Principales sectores afectados según grado de consecuencia

Sectores	Calor extremo	Inundaciones	Sequías y escasez de agua	Incendios forestales
Edificios		Grave		
Transportes		Grave		
Energía		Grave		
Agua			Bastante grave	
Agricultura y ecosistemas forestales	Bastante grave	Muy grave	Bastante grave	Bastante grave
Medio ambiente y biodiversidad	Bastante grave	Grave	Bastante grave	Bastante grave
Salud	Bastante grave	Muy grave	Bastante grave	
Protección civil y emergencias		Grave		Bastante grave
Turismo	Bastante grave	Muy grave	Bastante grave	Bastante grave

SERRANÍA DE RONDA

Tabla. 38 Matriz de impactos de la comarca Serranía de Ronda

Sectores	Calor extremo	Frío extremo	Fuertes precipitaciones	Inundaciones	Tormentas	Sequías y escasez de agua	Incendios forestales
Edificios	40	35	35	45	49	35	70
Transportes	32	49	35	35	35	25	70
Energía	56	63	35	35	35	35	70
Agua	40	49	35	35	35	50	90
Residuos	32	28	20	20	28	25	50
Urbanismo y ordenación del territorio	56	63	35	35	49	45	70
Agricultura y ecosistemas forestales	72	70	45	50	70	50	100
Medio ambiente y biodiversidad	80	49	35	45	63	50	100
Salud	72	63	45	50	70	50	90
Protección civil y emergencias	56	63	50	45	63	45	100
Turismo	72	63	45	50	70	45	90

Tabla. 39 Principales sectores afectados según grado de consecuencia

Sectores	Calor extremo	Incendios forestales
Agua		Grave
Agricultura y ecosistemas forestales		Muy grave
Medio ambiente y biodiversidad	Bastante grave	Muy grave
Salud		Grave
Protección civil y emergencias		Muy grave
Turismo		Grave

SIERRA DE LAS NIEVES

Tabla. 40 Matriz de impactos de la comarca Sierra de las Nieves

Sectores	Calor extremo	Frío extremo	Fuertes precipitaciones	Inundaciones	Tormentas	Sequías y escasez de agua	Incendios forestales
Edificios	50	35	35	45	49	35	70
Transportes	40	35	35	35	35	25	70
Energía	70	63	35	35	35	35	70
Agua	90	49	35	35	35	50	90
Residuos	40	28	20	20	28	25	50
Urbanismo y ordenación del territorio	70	49	35	35	49	35	70
Agricultura y ecosistemas forestales	90	70	45	50	70	50	100
Medio ambiente y biodiversidad	100	63	35	45	63	50	100
Salud	90	63	45	50	70	50	90
Protección civil y emergencias	70	63	50	45	63	45	100
Turismo	90	49	45	35	49	35	70

Tabla. 41 Principales sectores afectados según grado de consecuencia

Sectores	Calor extremo	Incendios forestales
Agua	Grave	Grave
Agricultura y ecosistemas forestales	Grave	Muy grave
Medio ambiente y biodiversidad	Muy grave	Muy grave
Salud	Grave	Grave
Protección civil y emergencias		Muy grave
Turismo	Grave	

VALLE DEL GUADALHORCE

Tabla. 42 Matriz de impactos de la comarca Valle del Guadalhorce

Sectores	Calor extremo	Frío extremo	Fuertes precipitaciones	Inundaciones	Tormentas	Sequías y escasez de agua	Incendios forestales
Edificios	70	28	35	90	49	49	56
Transportes	70	20	25	70	49	49	56
Energía	70	36	35	70	49	63	56
Agua	90	36	35	70	49	70	72
Residuos	40	16	20	50	28	35	40
Urbanismo y ordenación del territorio	70	36	45	70	49	63	56
Agricultura y ecosistemas forestales	90	40	45	100	70	90	80
Medio ambiente y biodiversidad	100	36	45	90	63	90	80
Salud	100	36	45	100	70	90	72
Protección civil y emergencias	90	36	45	90	63	63	80
Turismo	70	28	35	70	49	49	56

Tabla. 43 Principales sectores afectados según grado de consecuencia

Sectores	Calor extremo	Inundaciones	Sequías y escasez de agua	Incendios forestales
Edificios		Grave		
Agua	Grave			
Agricultura y ecosistemas forestales	Grave	Muy grave	Grave	Bastante grave
Medio ambiente y biodiversidad	Muy grave	Grave	Grave	Bastante grave
Salud	Muy grave	Muy grave	Grave	
Protección civil y emergencias	Grave	Muy grave		Bastante grave

PROVINCIA DE MÁLAGA

Tabla. 44 Matriz de impactos de la provincia de Málaga

Sectores	Calor extremo	Frío extremo	Fuertes precipitaciones	Inundaciones	Tormentas	Sequías y escasez de agua	Incendios forestales
Edificios	70	49	45	90	63	56	72
Transportes	70	49	45	90	63	49	70
Energía	72	63	45	90	70	63	70
Agua	100	49	45	70	63	80	90
Residuos	50	28	35	50	35	40	50
Urbanismo y ordenación del territorio	90	63	45	90	63	72	72
Agricultura y ecosistemas forestales	100	70	50	100	70	90	100
Medio ambiente y biodiversidad	100	63	45	90	63	90	100
Salud	100	63	50	100	70	90	90
Protección civil y emergencias	90	63	50	90	70	72	100
Turismo	90	63	50	100	70	80	90

Esta tabla recoge los valores máximos para cada sector e impacto independientemente de la comarca. Así se recoge un resumen general de los principales impactos que afectan al menos en territorio cualquiera de la provincia de Málaga.

Tabla. 45 Ta sectores afectados según grado de consecuencia

Sectores	Calor extremo	Inundaciones	Sequías y escasez de agua	Incendios forestales
Edificios		Grave		
Transportes		Grave		
Energía		Grave		
Agua	Muy grave		Bastante grave	Grave
Urbanismo y ordenación del territorio	Grave	Grave		
Agricultura y ecosistemas forestales	Muy grave	Muy grave	Grave	Muy grave
Medio ambiente y biodiversidad	Muy grave	Grave	Grave	Muy grave
Salud	Muy grave	Muy grave	Grave	Grave
Protección civil y emergencias	Grave	Grave		Muy grave
Turismo	Grave	Muy grave	Bastante grave	Grave

Fuente: elaboración propia a partir de la metodología de la Diputación de Valencia, 2021.

2.1 VALORACIÓN DE IMPACTOS

Los principales impactos por grado de consecuencia observados en la provincia de Málaga son por este orden:

- **Calor extremo.** Es el impacto con proyecciones más claras y evidentes. Será una tónica habitual lidiar con altas temperaturas, sobre todo en el periodo estival. Serán mucho más acusadas en el interior y norte provincial que en el sur, donde la brisa marina amortigua un poco las temperaturas. Caso excepcional será Málaga capital y la aglomeración urbana que sufrirá intensos periodos de temperaturas altas debido sobre todo a las horas de insolación y al efecto de las islas de calor asociadas a los entornos muy urbanizados. Estas islas de calor también pueden presentarse en otros núcleos muy urbanizados del litoral, sobre todo en la Costa del Sol Occidental y en ciudades como Vélez-Málaga.

Este tipo de impacto tendrá graves o muy graves consecuencias en varios sectores de interés para la provincia, sobre todo en la disponibilidad de recursos hídricos (agua), tanto para abastecimiento urbano como para otros usos, especialmente el agrícola en una zona de una fuerte expansión de los regadíos (frutales tropicales).

También afectará muy gravemente a los propios sistemas agroforestales, provocando una elevada evapotranspiración vegetal y el consiguiente estrés hídrico que redundará en las producciones agrícolas y afectará a los sistemas forestales, reduciendo la vegetación menos adaptada a las temperaturas altas, originando, además, materia seca que actuará como combustible vegetal favoreciendo los incendios forestales.

Esta afectación a la vegetación natural adaptada a unas condiciones concretas de temperatura y precipitación provocará la pérdida de vegetación natural, procesos de desertificación, quedando el suelo desnudo expuesto a los efectos de la escorrentía superficial en caso de fuertes precipitaciones, provocando elevadas pérdidas de suelo por erosión.

La reducción de los ecosistemas forestales naturales tendrá un efecto directo sobre la biodiversidad y el medio natural, reduciéndose considerablemente. Los ecosistemas terrestres tenderán a la simplificación por pérdida de biodiversidad, al no poder competir con otras especies exóticas con estrategias oportunistas que las irán desplazando. Además, ya se está observando un desplazamiento de las especies naturales, tanto latitudinal hacia el norte como altitudinal en las zonas elevadas, asociado al aumento de las temperaturas que provoca la búsqueda de climas más húmedos y templados.

Por otra parte, los ecosistemas acuáticos se verán muy reducidos por la desecación de las masas de agua que no tengan un buen sistema de recarga, sobre todo las lagunas someras. Muchas especies, sobre todo de avifauna migrante o nidificante, dejarán de visitar estas zonas en su trayectoria habitual de migraciones, buscando territorios más aptos para sus necesidades biológicas.

El deterioro de los ecosistemas se traduce en una merma de la contribución de la naturaleza al bienestar humano a través de los denominados servicios ecosistémicos. Estos incluyen servicios de regulación (polinización, regulación del clima, regulación de la calidad del aire y de la cantidad y calidad del agua, protección frente a peligros o formación de suelos), bienes materiales (alimentos, energía, materiales diversos y recursos medicinales) y bienes inmateriales (aprendizaje e inspiración, bienestar psicológico o identidad).

Por último, tendrá graves afecciones a la salud humana, aumentando la mortalidad de los colectivos más vulnerables. Provocará mayores necesidades energéticas para mantener la situación de confort térmico, sobre todo en una tipología de viviendas poco o nada adaptadas a las nuevas condiciones climáticas. Se requerirá de un esfuerzo económico elevado en restauración, tanto de edificios y viviendas, como del espacio público, adaptándolo a los cambios esperados de los patrones climáticos de temperatura, lo que conllevará un coste económico muy importante, que será necesario financiar con fondos públicos.

- **Inundaciones y subida del nivel del mar.** Es el segundo impacto en importancia en la provincia de Málaga, el primero si se atiende únicamente a las zonas costeras. Las inundaciones recurrentes por lluvias intensas, tanto por efecto de tormentas como de borrascas, provocará la inundación frecuente de muchas zonas urbanas y agrícolas, sobre todo en los fondos de valle, hoyas, depresiones y zonas urbanas costeras.

Estas últimas son especialmente sensibles ya que todo el frente litoral es potencialmente inundable al ser el final de los cursos de agua de la red hídrica, que en el caso de la provincia de Málaga tiene unas especiales características, al coexistir algunos ríos de más largo recorrido; Guadalhorce, Guadalmedina o Vélez con una red de ríos de corto recorrido entre las sierras prelitorales y el mar Mediterráneo. A esto se añade la más que probable subida del nivel del mar que en las mejores previsiones ascenderá entre 0,4-0,6 m lo que implica la pérdida de casi todo el entorno costero del litoral malagueño.

Además, existen otras zonas de interior por una elevada potencialidad de inundación, sobre todo los terrenos cercanos al río Guadalhorce a lo largo de casi todo su cauce.

Estas inundaciones, bien repentinas (elevadas precipitaciones en un corto periodo de tiempo), bien por desbordamiento de cauces, bien por la subida del nivel del mar tendrán efectos muy negativos sobre la agricultura, al inundar zonas cultivables destruyendo producciones anuales, que repercutirán en problemas de abastecimiento, encarecimiento de los productos alimenticios, aumento de la huella de carbono del sector agroalimentario al tener que importar los productos básicos, etc., así como, la necesidad de habilitar recursos económicos públicos y de los consorcios de seguros para las poblaciones afectadas.

El sector más afectado será el turismo ya que se perderá el principal recurso endógeno del destino turístico malagueño, la costa. Las inundaciones, sobre todo si es por terreno ganado permanentemente por el mar, provocarán daños estructurales en muchas instalaciones, equipamientos e infraestructuras turísticas, lo que reducirá considerablemente el atractivo del destino Málaga.

- **Incendios forestales.** El tercer gran impacto por el grado de las consecuencias. En este caso el GIF de Jubrique (Sierra Bermeja) ha sido sólo un avance de los que puede ocurrir en el futuro, máxime siendo conscientes que el Cambio Climático va a favorecer notablemente la proliferación de incendios forestales, sobre todo de los grandes incendios.

Si se añade la presencia de mayor cantidad de combustible vegetal por los efectos de las temperaturas extremas, sumado a un aumento de la probabilidad de incendios originados por las propias temperaturas extremas (olas de calor) o de la proliferación de tormentas con una gran descarga eléctrica, así como la presencia de cada vez más zonas cultivadas en el entorno de espacios forestales con especies altamente inflamables (pastizales y matorrales) y espacios urbanizados en estos entornos, la peligrosidad de este tipo de impactos se multiplica, aumentando el peligro y sus consecuencias.

Es evidente que los espacios agrícolas y forestales, así como la biodiversidad y el medio natural serán los sectores más afectados por los incendios forestales. No obstante, hay que tener un especial cuidado con las zonas de contacto de la Interfaz Urbano-Forestal (IUF) ya que los incendios provocarán cada vez mayor número de desalojados y pérdidas de bienes materiales e infraestructuras asociadas.

También es importante reseñar los costes económicos y personales que los incendios forestales tiene para la actividad ganadera, ya que, sobre todo la ganadería en extensiva suele tener su nicho de actividad en zonas potenciales de ser afectadas por incendios forestales, con la consiguiente pérdida de, no ya sólo de los inmuebles y útiles ganaderos, sino de, y esto es lo más lamentable, pérdida del ganado, que muchas veces ha costado, no sólo recursos económicos sacarlos adelante.

Los incendios forestales tienen otro impacto directo añadido, la necesidad de recursos humanos y económicos en materia de emergencias. Con cada incendio forestal hay que habilitar equipos de extinción, protección civil, asistenciales, cuerpos y fuerzas de seguridad, etc., además, de todo el equipamiento necesario para poder controlar y extinguir los incendios y otras consecuencias derivadas. Pero los servicios no se quedan sólo en el momento del propio incendio, también son necesarios recursos artificiales de prevención (silvicultura) para mantener los ecosistemas forestales limpios de combustible vegetal, al haberse abandonado la ganadería extensiva, sobre todo ovejas y cabras, y de restauración de los espacios incendiados, mediante reforestación.

- **Sequía y escasez de recursos hídricos.** Por último, la persistencia de periodos largos de sequía redundará en una menor disponibilidad de recursos hídricos en una demarcación hidrográfica ya de por sí deficitaria. Esto obligará al uso de tecnologías no convencionales para aumentar los recursos disponibles, sobre todo para abastecimiento urbano (desalación) y usos agrícolas (reutilización). En el caso de la reutilización para usos agrícolas implica la necesidad de modificar y mejorar los sistemas de depuración actuales, introduciendo de manera amplia la depuración terciaria, algo de los que adolecen la mayoría de las EDAR existentes en la provincia.

En ambos casos, desalación y reutilización, será necesario habilitar muchos recursos económicos para hacer frente a las necesarias infraestructuras que permitan reponer los recursos perdidos por las sequías.

El hecho de poder disponer de tecnología avanzada para la recuperación de recursos hídricos, si bien inicialmente son muy costosos y afectarían con total seguridad a las tarifas finales, provoca que los impactos sobre el territorio no sean tan severos como en los casos anteriores, sobre todo en los sectores del agua y del turismo. Para la agricultura y los ecosistemas forestales, la biodiversidad y el medio ambiente y la salud, si se prevén impactos más graves.

3 ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES

3.1 INTRODUCCIÓN METODOLÓGICA

Una vez definidos los riesgos e impactos a los que está expuesto el territorio, se debe analizar las vulnerabilidades: ¿qué me hace vulnerable? Se ha de partir de la idea de que la vulnerabilidad no es una característica que pueda ser directamente medible, sino que es un concepto que puede entenderse como la medida en la que un sistema es sensible e incapaz de responder a los efectos adversos del Cambio Climático, incluyendo la variabilidad y los extremos del clima.

La estimación de vulnerabilidades frente al Cambio Climático parte de un doble enfoque: la dinámica de la naturaleza y la dinámica de la comunidad, de manera que se pueden analizar tanto los ecosistemas vulnerables como las comunidades vulnerables. Para ello, el análisis realizado se ha ceñido a las variables que puedan alterar y/o verse alterados por los efectos del Cambio Climático.

Esta metodología aborda la evaluación de la vulnerabilidad a nivel local, apostando por un enfoque conjunto, para tener en cuenta tanto la vulnerabilidad física como la social.

Los indicadores analizados se clasifican partiendo de la fórmula sugerida en la metodología establecida en los distintos informes de IPCC y otros estudios (IPCC 2014⁴⁸ & Oppenheimer et al. 2014⁴⁹; Chamizo & Hernández 2014; CIIFEN 2018; UKCIP, 2011).

$$\text{Vulnerabilidad} = \text{Riesgo} \times \text{Capacidad de adaptación}$$

3.2 CRITERIOS PARA ESTIMAR LA CAPACIDAD ADAPTATIVA

Según la Oficina del Pacto de las Alcaldías (CoMO), en esta sección se describe el tipo de vulnerabilidades a grandes rasgos. Las evaluaciones de vulnerabilidad enfatizan la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación de los sistemas, activos y poblaciones. Las evaluaciones integradas de riesgo y vulnerabilidad abordan tanto la vulnerabilidad como los riesgos climáticos.

Así el siguiente paso en la valoración de la vulnerabilidad es la determinación de la capacidad adaptativa de los sectores vulnerables en función de su capacidad de ajustarse/adaptarse más o menos a los posibles impactos del cambio. Esta sección es opcional, por lo que se pueden seleccionar qué factores de adaptación utilizar para cada uno de los sectores.

⁴⁸ IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri, and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

⁴⁹Oppenheimer, M., M. Campos, R. Warren, J. Birkmann, G. Luber, B. O'Neill, and K. Takahashi, 2014: *Emergent risks and key vulnerabilities. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1039-1099.

En este paso, a partir de los sectores previamente seleccionados como más vulnerables, es necesario ir determinando los factores de capacidad adaptativa relevantes y asignarles un valor (nivel).

Es importante tener en cuenta que cada factor de la capacidad de adaptación es positivo, es decir, define la capacidad actual para adaptarse a los impactos del Cambio Climático a nivel sectorial, no define el déficit de capacidad de adaptación.

Los factores de capacidad de adaptación son:

- **Acceso a los servicios** (*Access to services*): disponibilidad de y acceso a los servicios básicos (por ejemplo, sanidad, educación, etc.)
- **Socioeconómica** (*Socio-economic*): interacción entre la economía y la sociedad, influida por la disponibilidad de los bienes (por ejemplo, salud económica, empleo, pobreza, inmigración); niveles de conciencia y cohesión sociales
- **Gubernamental e institucional** (*Governmental & institutional*): existencia de un marco, reglamentos y políticas institucionales (por ejemplo, leyes de restricciones, medidas preventivas, políticas de desarrollo urbano); liderazgo y competencias del gobierno local; capacidad de personal y estructuras organizativas existentes (por ejemplo, conocimiento y destrezas del personal, nivel de interacción entre departamentos o cuerpos municipales); disponibilidad de presupuesto para la acción climática
- **Física y medioambiental** (*Physical & environmental*): disponibilidad de recursos (por ejemplo, agua, tierra, servicios medioambientales) y las prácticas para su gestión; disponibilidad de infraestructura física y condiciones para su uso y mantenimiento (por ejemplo, infraestructura verde-azul, instalaciones sanitarias y educativas, instalaciones de respuesta a las emergencias)
- **Conocimientos e innovación** (*Knowledge & innovation*): disponibilidad de datos y conocimientos (por ejemplo, metodologías, orientación, marcos de evaluación y seguimiento); disponibilidad de, y acceso a, la tecnología y las aplicaciones técnicas (por ejemplo, sistemas meteorológicos, sistemas de advertencia temprana, sistemas de control de las inundaciones) y las destrezas y capacidades que se requieren para su uso; posibilidad de innovación.

Tabla. 46 Capacidad adaptativa de los sectores relevantes en la provincia de Málaga

Sectores	Factores de capacidad de adaptación				
	AS	SE	GI	FA	CI
Edificios	Moderada	Baja	Moderada	Moderada	Moderada
Transportes	Baja	Moderada	Moderada	Baja	Moderada
Energía	Moderada	Moderada	Moderada	Baja	Alta
Agua	Alta	Moderada	Moderada	Baja	Alta
Urbanismo y ordenación del territorio	Moderada	Baja	Moderada	Moderada	Baja
Agricultura y ecosistemas forestales	Baja	Moderada	Baja	Alta	Baja
Medio ambiente y biodiversidad	Baja	Baja	Moderada	Alta	Baja
Salud	Moderada	Baja	Moderada	Baja	Alta
Protección civil y emergencias	Moderada	Baja	Baja	Moderada	Alta
Turismo	Alta	Alta	Moderada	Alta	Moderada

AC: Acceso a servicios / SE: Socioeconómica / GI: Gobierno e institucional / FA: Física y ambiental / CI: Conocimiento e innovación

Fuente: elaboración propia a partir de la metodología del Covenant of Mayors, 2020.

3.3 ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SECTORIAL

La vulnerabilidad se define como el nivel o grado en que un sistema es susceptible o capaz de soportar los efectos adversos del Cambio Climático, quedando implícito la variabilidad climática y fenómenos extremos que puedan venir derivados. La vulnerabilidad viene dada en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática al que se encuentra expuesto⁵⁰, el sistema y a las características de este, su sensibilidad y capacidad de adaptación.

La vulnerabilidad, por tanto, no es un concepto concreto, sino que debe entenderse según el sujeto de estudio, en el caso de los municipios malagueños, su población, entorno y modos de vida, por lo que en el concepto se incluyen las siguientes características⁵¹:

- **Interna:** Inherente a la naturaleza propia del sistema o sujeto.
- **Específica:** Es propia y concreta, distinguiéndose de otras vulnerabilidades. Ejemplo de ello es la diferencia entre vulnerabilidad socioeconómica y vulnerabilidad ambiental.
- **Dinámica:** Hace referencia a los factores cambiantes con relación a la vulnerabilidad. Los factores que influyen en la vulnerabilidad están continuamente moviéndose, no son estáticos.
- **Cambiante:** Que cambia o varía en el tiempo y el espacio. Estos factores a veces pueden ser más condicionantes que los propios efectos del clima.

La naturaleza interna de la vulnerabilidad permite gestionar o manejar todos los elementos que la constituyen para orientarse de una manera ordenada hacia una adaptación factible. Con el fin de identificar y representar de una manera óptima la vulnerabilidad y los factores individuales que la constituyen, se expresa la vulnerabilidad, sensibilidad y capacidad adaptativa con respecto a los rasgos, categorías o niveles máximos que se encuentran en el territorio.

⁵⁰ La exposición se rige por el componente climático y espacial, por lo que a la hora de definir las amenazas climáticas y elegir indicadores quedará implícita la exposición en la fórmula de vulnerabilidad.

⁵¹ Concepto matizado a partir del OIEWG (2016) -Grupo de trabajo intergubernamental de expertos de composición abierta sobre los indicadores y la terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres; CIIFEN 2018.

Es conveniente centrar los esfuerzos de adaptación en aquellos sectores significativamente más vulnerables, aquellos situados en la parte del espectro de la matriz más elevada, con consecuencias graves y muy graves.

A continuación, se expone la vulnerabilidad sectorial para los sectores más afectados por el Cambio Climático en la provincia de Málaga. Se han definido aquellos sectores que presentan una vulnerabilidad muy grave para algún impacto o al menos dos vulnerabilidades graves. Bajo estos criterios se han seleccionado; agua, agricultura y ecosistemas forestales, medio ambiente y biodiversidad, salud, protección civil y emergencias y turismo.

Para cada uno de ellos se ha analizado el nivel de vulnerabilidad actual y se ha dado un valor a cada tipo de vulnerabilidad; 3 alta, 2 moderada, 1 baja y 0 desconocida. Se ha generado una matriz de valoración para cada impacto, asignando un factor de corrección a cada impacto según sus consecuencias observadas; calor extremo +0,75%, inundaciones y subida del nivel del mar +0,5%, incendios forestales +0,25% y sequía y escasez de recursos hídricos sin corrección.

Se han calculado las medias aritméticas y se ha tabulado la vulnerabilidad para su representación cartográfica según el siguiente criterio:

Tabla. 47 Valoración cartográfica de la vulnerabilidad

Puntuación media	Valoración vulnerabilidad
≥3	V3: Vulnerabilidad alta, es necesario y urgente tomar decisiones
2-2,9	V2: Vulnerabilidad media, es recomendable tomar acciones
1-1,9	V1: Vulnerabilidad baja, es necesario el seguimiento, pero no tanto tomar acciones
0-0,9	V0: Vulnerabilidad despreciable

Fuente: elaboración propia.

Una vez cruzado todos los datos comarcales para cada sector e impacto y corregido con el factor de consecuencia de impacto, el resultado final es:

Tabla. 48 Vulnerabilidad sectorial de la provincia de Málaga

Comarcas	Agua	Agricultura y ecosistemas forestales	Medio ambiente y biodiversidad	Salud	Protección civil y emergencias	Turismo
Antequera	3,1	3,4	1,9	3,6	3,3	1,4
Nororma	3,1	2,6	1,9	2,8	2,5	1,4
Costa del Sol Occidental	3,8	3,7	3,5	3,3	4,1	3,8
Guadalteba	2,6	2,1	1,7	2,8	2,3	1,4
La Axarquía	2,9	3,1	3,0	3,0	3,3	3,0
Málaga-Costa del Sol	3,8	3,7	3,5	3,3	4,1	3,8
Serranía de Ronda	2,4	2,4	2,4	2,7	2,4	2,4
Sierra de las Nieves	2,4	2,4	2,4	2,7	2,4	2,4
Valle del Guadalhorce	3,6	4,1	2,8	3,9	3,9	2,8
Provincia de Málaga	3,1	3,1	2,6	3,1	3,1	2,5

Fuente: elaboración propia.

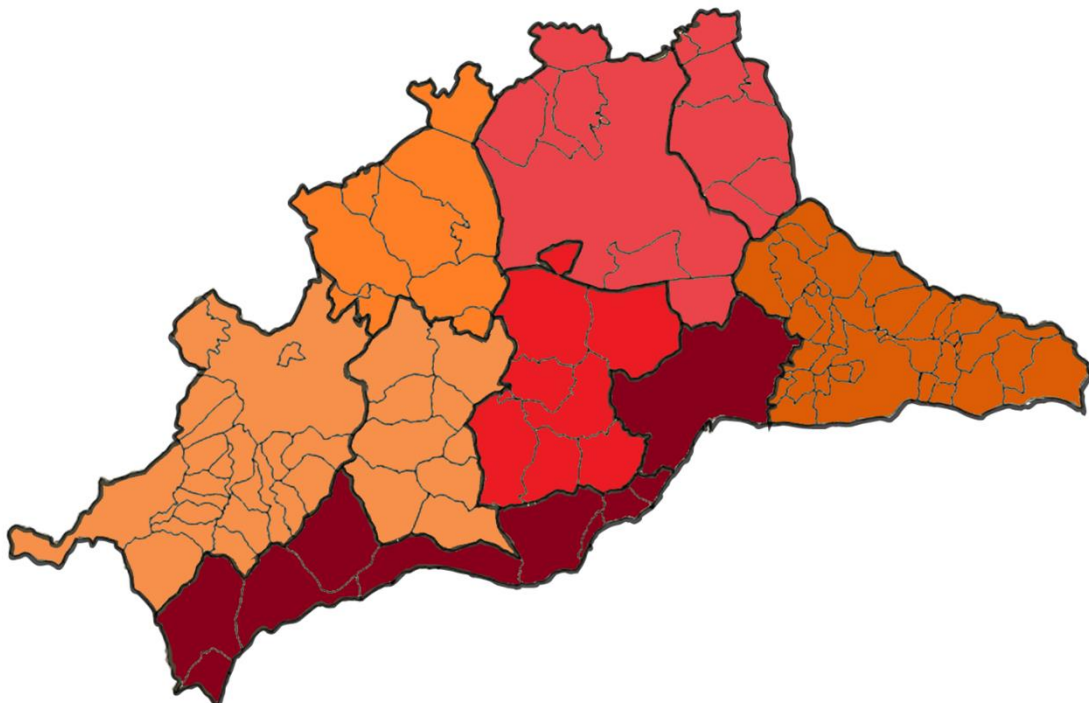
El siguiente paso ha sido cartografiar territorialmente las vulnerabilidades sectoriales. Si bien se ha realizado en base a los valores medios de vulnerabilidad; alta, media, baja o despreciable, se ha establecido un gradiente de vulnerabilidad en cada categoría en función sí un territorio comparado con otro en la misma escala de vulnerabilidad presenta un valor mayor o menor, definiendo de esa forma prioridades de actuación comarcales dentro de un mismo nivel de vulnerabilidad.

3.3.1 VULNERABILIDAD: AGUA

La vulnerabilidad sectorial del agua presenta un valor medio en la provincia de Málaga de 3,1 lo que supone un valor de vulnerabilidad alto. Dentro de la sectorización de la vulnerabilidad, el agua junto con agricultura y ecosistemas forestales, salud y protección civil y emergencias presentan la mayor vulnerabilidad.

Los valores oscilan entre 2,4 (vulnerabilidad media-baja) de la Serranía de Ronda y Sierra de las Nieves que presentan menos problemas de disponibilidad de recursos hídricos al ser las zonas de mayores precipitaciones anuales, incluso de las más altas de la Península Ibérica y 3,8 (vulnerabilidad muy alta) de la Costa del Sol, desde Manilva hasta Málaga. En este caso se trata de espacios altamente urbanizados, donde se tiene unos elevados requerimientos de agua potable para abastecimiento y con un importante sector agrícola en regadío en intensivo (cultivos de frutas tropicales) con unos grandes requerimientos de recursos hídricos, sobre todo superficiales y subterráneos.

Ilustración 35. Mapa de vulnerabilidad AGUA



Fuente: elaboración propia.

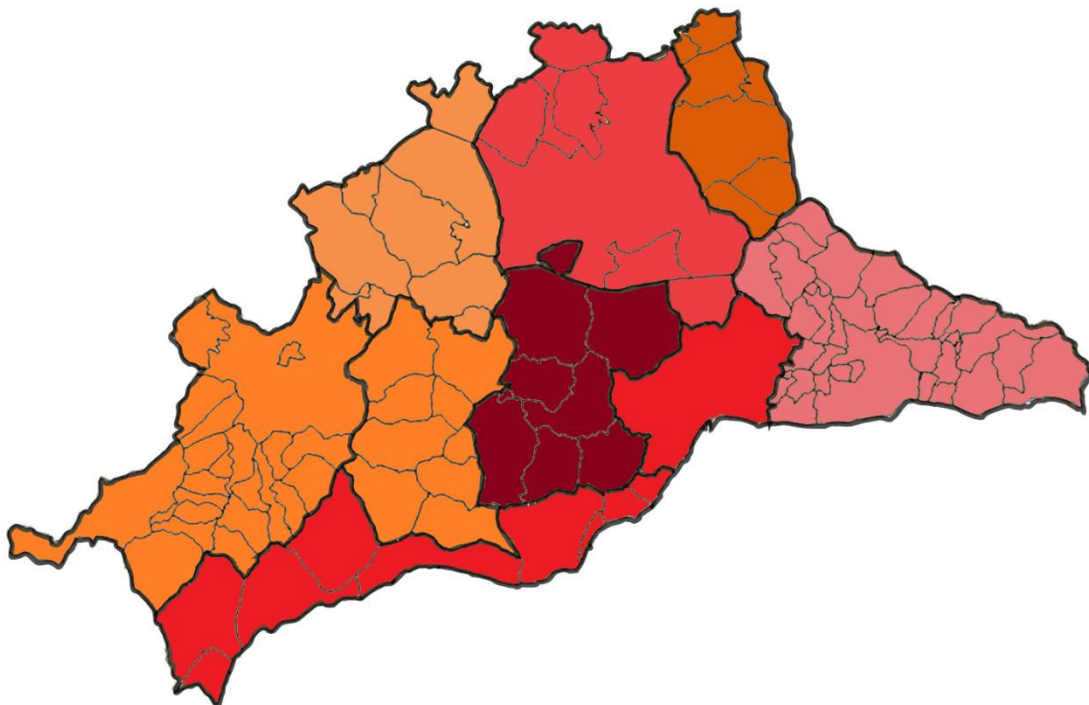
3.3.2 VULNERABILIDAD: AGRICULTURA Y ECOSISTEMAS FORESTALES

La vulnerabilidad sectorial de la agricultura y ecosistemas forestales presenta un valor medio en la provincia de Málaga de 3,1 lo que supone un valor de vulnerabilidad alto. Dentro de la sectorización de la vulnerabilidad, la agricultura y ecosistemas forestales junto con agua, salud y protección civil y emergencias presentan la mayor vulnerabilidad.

Los valores oscilan entre 2,1 (vulnerabilidad casi-baja) de Guadalteba debido a su baja recurrencia de incendios históricos y a la menor disponibilidad de combustible vegetal al ser una zona eminentemente agrícola, con preponderancia de secano y 4,1 (vulnerabilidad muy alta) del Valle del Guadalhorce, espacio que presenta un mayor mosaico de superficies agrícolas y forestales, presentando un típico paisaje agroforestal, con olivares, zonas arboladas y de matorral mediterráneo y hacia el sur una amplia vega en la Hoya de Málaga. Ha sufrido, sin contabilizar el incendio de Sierra Bermeja, importantes incendios forestales en las últimas décadas.

El Valle del Guadalhorce presenta uno de los mayores índices de vulnerabilidad sectorial en el cómputo general de la vulnerabilidad provincial.

Ilustración 36. Mapa de vulnerabilidad AGRICULTURA Y ECOSISTEMAS FORESTALES



Fuente: elaboración propia.

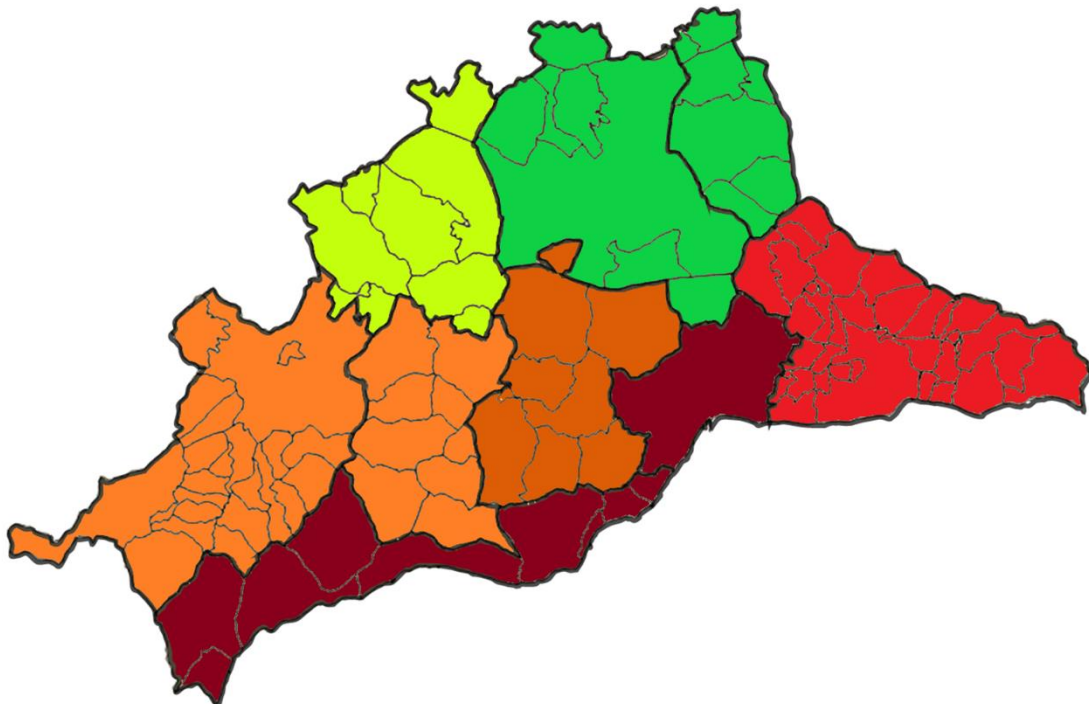
3.3.3 VULNERABILIDAD: MEDIO AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD

La vulnerabilidad sectorial del medio ambiente y biodiversidad presenta un valor medio en la provincia de Málaga de 2,6 lo que supone un valor de vulnerabilidad medio. Dentro de la sectorización de la vulnerabilidad, el medio ambiente y la biodiversidad es el que presenta mayor variabilidad comarcal.

Los valores oscilan entre 1,7 (vulnerabilidad baja-media) de Guadalteba debido, por un lado, a una presencia media de espacios con alguna figura de protección, sobre todo en el marco de la Red europea Natura 2000 que potencian la capacidad de adaptación de estos territorios y, por otro, a que el resto de la biodiversidad está adaptada a ambientes agroforestales, mayoritarios en la comarca, que en el caso de Guadalteba presentan una vulnerabilidad sectorial baja.

En el lado contrario está el valor 3,5 (vulnerabilidad alta-muy alta) de toda la Costa del Sol, tanto la comarca Occidental como Málaga, que corren riesgo graves y muy graves en los ecosistemas litorales; en los ecosistemas asociados a los cursos fluviales, que en entornos muy urbanizados suelen ser los de mayor variabilidad y riqueza natural; y en los ecosistemas de piedemonte de las primeras estribaciones serranas del prelitoral, muy adaptadas al clima actual favorecido por los vientos marinos y que verán aumentos importantes de las temperaturas y descenso en las precipitaciones. Además, deberán competir muy fuertemente con los sistemas agrícolas por los recursos hídricos.

Ilustración 37. Mapa de vulnerabilidad MEDIO AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD



Fuente: elaboración propia.

3.3.4 VULNERABILIDAD: SALUD

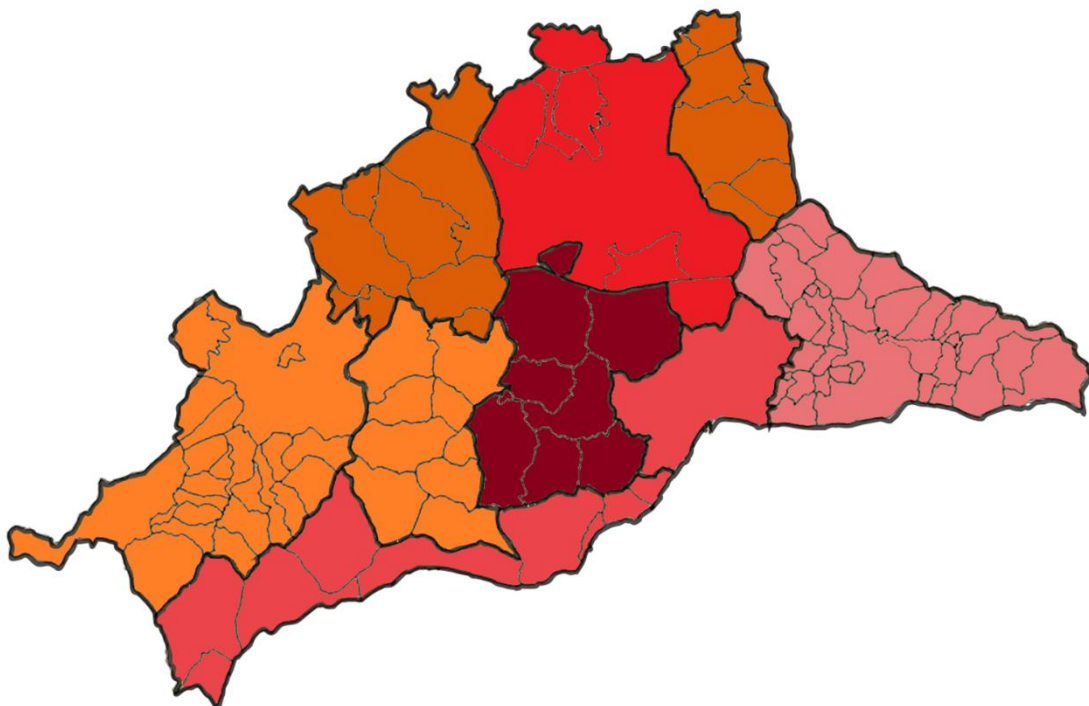
La vulnerabilidad sectorial de la salud presenta un valor medio en la provincia de Málaga de 3,1 lo que supone un valor de vulnerabilidad alto. Dentro de la sectorización de la vulnerabilidad, la salud junto con agua, agricultura y ecosistemas forestales y protección civil y emergencias presentan la mayor vulnerabilidad. En este caso, es especialmente importante prestar atención ya que afecta únicamente al sector población y, especialmente, a los grupos más vulnerables.

Los valores oscilan entre 2,7 (vulnerabilidad media-alta) de las comarcas serranas de Sierra de las Nieves y serranía de Ronda y 3,9 (vulnerabilidad muy alta) del Valle del Guadalhorce. En cualquier caso, es la vulnerabilidad sectorial que presenta valores más altos y con menor variabilidad intercomarcal ya que todas se encuentran en el segmento medio-alto a muy alto de vulnerabilidad. Incluso la comarca de La Axarquía con unas características similares en orografía y clima a las serranas del oeste provincial presenta una vulnerabilidad en el tramo alto arrastrada por los municipios costeros. Esta vulnerabilidad tiene que ver con la dotación de servicios y equipamientos sanitarios y asistenciales, el estado general de la salud de la población o la gestión de la salud pública.

La epidemia COVID-19 sólo ha sido un botón de muestra de lo que pueden llegar a ser los problemas del sistema sanitario o de la salud pública. El aumento de vectores infecciosos, la contaminación del aire, agua y tierra, la presencia de plagas y enfermedades o sólo el mero impacto directo de eventos extremos del clima deberían ser los acicates para promover políticas públicas sanitarias más eficientes y con mayor dotación presupuestaria. Es fundamental mejorar la atención primaria, la creación de sistemas de alerta temprana o la monitorización de los sectores de población más vulnerables.

Pero no sólo se debe velar por mejorar los sistemas de salud contra las enfermedades, también la prevención y formación se muestran como fundamentales para una vida más saludable y resiliente ante los efectos del Cambio Climático.

Ilustración 38. Mapa de vulnerabilidad SALUD



Fuente: elaboración propia.

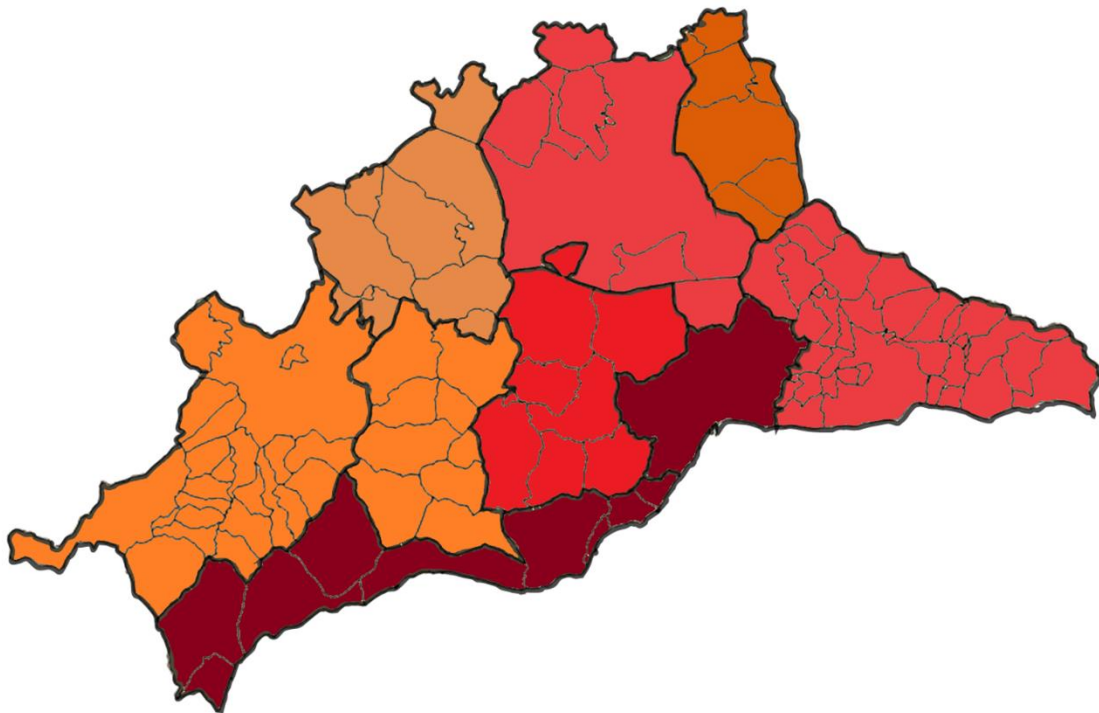
3.3.5 VULNERABILIDAD: PROTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS

Esta vulnerabilidad sectorial está íntimamente relacionada con la salud, de ahí que presente valores similares en cuanto a valoración general, 3,1 lo que supone un valor de vulnerabilidad alto, como en variabilidad intercomarcal, todas las comarcas están en el segmento superior de vulnerabilidad. El valor medio está al nivel del agua, agricultura y ecosistemas forestales y la salud en el extremo superior de vulnerabilidad sectorial.

Es evidente que los servicios de protección civil y emergencias provinciales y regionales han demostrado con creces su valía en cualquier evento reciente, no ya climático, sino de cualquier otra índole. Pero el hecho que sea necesaria su presencia ante cualquier evento extremo implica una necesidad de habilitar recursos humanos, técnicos y económicos que en algunas circunstancias se muestran insuficientes.

Los valores oscilan entre 2,3 (vulnerabilidad media-baja) de Guadalteba y 4,1 (vulnerabilidad muy alta) de las zonas costeras (Costa del Sol Occidental y Málaga-Costa del Sol). Esta vulnerabilidad está muy asociada a la presencia de planificación local y sectorial en materia de emergencias, la necesidad de habilitar recursos humanos y técnicos y la recurrencia histórica de eventos extremos relacionados con el clima que hayan obligado a la actuación de los servicios de emergencias.

Ilustración 39. Mapa de vulnerabilidad PROTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS



Fuente: elaboración propia.

3.3.6 VULNERABILIDAD: TURISMO

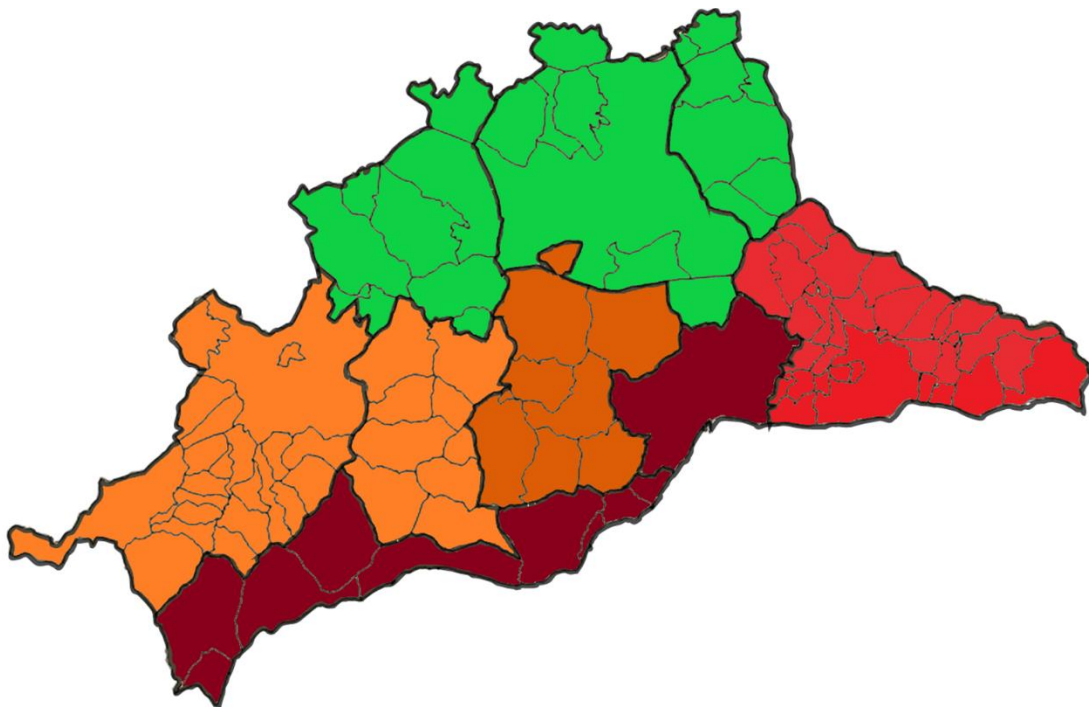
La vulnerabilidad sectorial del turismo presenta un valor medio en la provincia de Málaga de 2,5 lo que supone un valor de vulnerabilidad medio. Dentro de la sectorización de la vulnerabilidad, el turismo es el sector que menor vulnerabilidad presenta en la provincia de Málaga.

Es una vulnerabilidad asociada a la importancia de la actividad turística, reflejada en el empleo y la oferta turística existente. Málaga tiene una marca turística consolidada que ya ha sido capaz de adaptarse a períodos de crisis económicas en los que debió competir con otros destinos de menor calidad, pero más económicos y ha sido capaz de recuperarse con bastante éxito, de ahí su alta capacidad de adaptación que permite reducir la vulnerabilidad, aun siendo el sector más sensible a los cambios del clima.

Los valores oscilan entre 1,4 (vulnerabilidad baja) de las comarcas del norte provincial (Guadalteba, Antequera y Nororma) con una baja oferta turística en relación con otras comarcas y 3,8 (vulnerabilidad muy alta) de la Costa del Sol, desde Manilva hasta Málaga, e incluso los municipios del litoral de La Axarquía que arrastran a toda la comarca, aun estando en franca minoría territorial en relación con los del interior.

Todo el litoral malagueño depende del sector turismo. Existe una elevada oferta turística en alojamientos y otras actividades dentro del sector, incluso en materia de turismo rural, de ahí que presentan valores de vulnerabilidad máximos.

Ilustración 40. Mapa de vulnerabilidad TURISMO



Fuente: elaboración propia.

3.4 GRUPOS DE POBLACIÓN MÁS VULNERABLES

Sólo queda por determinar los grupos de población más vulnerables. También es una sección opcional que relaciona los grupos de población vulnerables más relevantes para cada peligro climático.

La metodología del *Covenant of Mayors* establece como posibles grupos de población vulnerable a los riesgos climáticos; mujeres y niñas, niños, juventud, ancianos, grupos marginados, discapacitados, personas afectadas por enfermedades crónicas, hogares de bajos ingresos, parados, personas que viven en viviendas de calidad de baja calidad (inferior al estándar), migrantes y desplazados y otros. Si algún riesgo climático puede afectar a todos los grupos vulnerables se puede listar como “todos los grupos de población”. Por último, cabe la opción de incluir grupos desconocidos si no se dispone de información para determinado riesgo climático.

Ilustración 41. Selección de los grupos de población vulnerables en la provincia de Málaga

Riesgo climático	Sectores más vulnerables
Calor extremo	Niñas y niños pequeños
	Personas mayores
	Personas con discapacidad
	Personas con enfermedades crónicas
	Hogares de bajos ingresos
	Parados
	Personas que viven en viviendas de calidad inferior
Inundaciones y subida del nivel del mar	Todos los grupos de población
Sequías y escasez de agua	Personas mayores
	Personas con discapacidad
	Personas con enfermedades crónicas
	Hogares de bajos ingresos
	Personas que viven en viviendas de calidad inferior
Incendios forestales	Niñas y niños pequeños
	Personas mayores
	Personas con discapacidad
	Personas con enfermedades crónicas
	Personas que viven en viviendas de calidad inferior

Fuente: elaboración propia a partir de la SECAP template | Working document (Covenant of Mayors – Europe).

4 CONCLUSIONES

Para valorar la vulnerabilidad global de la provincia de Málaga ante los efectos del Cambio Climático se ha realizado un análisis de los diferentes tipos de vulnerabilidades, sobre todo de los sectores más vulnerables a los efectos del Cambio Climático:

- **Agua.** En una DH deficitaria de recursos hídricos, el agua será un bien muy preciado, sobre todo en un escenario con aumento de las sequías y escasez de recursos hídricos, por lo que se adivinan tensiones entre los sectores económicos y el abastecimiento urbano. La búsqueda de nuevos recursos será a costa de nuevas tecnologías (desalación y reutilización) que, actualmente, mantienen una elevada huella de carbono e hídrica.
- **Agricultura y ecosistemas forestales.** En un entorno donde la agricultura intensiva en regadío (cultivos de frutales tropicales) está adquiriendo una importancia económica de primer orden para la provincia y en la que los ecosistemas forestales están cada vez en mayor riesgo ambiental (sequías, altas temperaturas, estrés hídrico, incendios forestales, etc.), los cambios esperados en los patrones del clima pueden provocar graves consecuencias para el sector, tanto económicas como sociales.
- **Medio ambiente y biodiversidad.** Málaga dispone de un medio natural y una biodiversidad únicas en Andalucía. De ahí la cantidad de zonas protegidas por legislación nacional, regional o internacional. Sin embargo, estos espacios están sometidos a fuertes presiones antrópicas y se espera que en el futuro sean aún mayores las derivadas de las condiciones climáticas reinantes, que pueden provocar, sobre todo, una simplificación de los ecosistemas naturales.
- **Salud.** Es el bien más preciado de las personas. Los impactos del Cambio Climático sobre la salud son más que evidentes, desde impactos directos que pueden provocar incluso la pérdida de vidas humanas de forma traumática, hasta otros efectos derivados que aumentarán las enfermedades y, lo que es peor, la mortalidad debida a causas ambientales. En este aspecto será necesario adoptar medidas de control y seguimiento de vectores infecciosos, ya que el peligro biológico se considera importante y se verá aumentado por los efectos del Cambio Climático.
- **Protección civil y emergencias.** Muy relacionado con el anterior, el Cambio Climático con sus eventos extremos obligará a habilitar muchos recursos económicos, humanos y materiales para hacer frente a fenómenos muchas veces catastróficos.
- **Turismo.** Es uno de los motores económicos de Málaga, si no el principal. Es un sector altamente vulnerable a los cambios del clima, ya que afecta a los principales recursos turísticos endógenos del territorio. Sin embargo, el destino turístico Málaga está muy consolidado, lo que le permite encarar el futuro climático con cierto optimismo.

Tabla. 49 Clasificación de la vulnerabilidad sectorial de la provincia de Málaga

TIPO DE VULNERABILIDAD	VALORACIÓN	TIPOLOGÍA
Agua	3,1	V3
Agricultura y ecosistemas forestales	3,1	V3
Medio ambiente y biodiversidad	2,6	V2
Salud	3,1	V3
Protección civil y emergencias	3,1	V3
Turismo	2,5	V2
Provincia de Málaga	2,9	V2

Fuente: adaptación propia de la metodología de la Diputación de Valencia.

Finalmente, y atendiendo a las diferentes tipologías de vulnerabilidades y el nivel de riesgo y capacidad de adaptación que posee la provincia de Málaga podemos concluir que posee un **nivel medio-alto de vulnerabilidad general** (2,9) ya que:

La vulnerabilidad **sociodemográfica** (salud y protección civil y emergencias) es **alta** (3,1) lo implica la necesidad de realizar acciones para su protección y conservación de manera urgente.

Mientras que las vulnerabilidades **física y ambiental** (agua y medio ambiente y biodiversidad) y **socioeconómica** (agricultura y ecosistemas forestales y turismo) son **media-alta** (2,9 y 2,8, respectivamente) por lo que es recomendable la puesta en marcha de actuaciones en el corto-medio plazo.

