



**ANÁLISIS DEL RIESGO
DE LAS OLAS DE CALOR
Y SU IMPACTO EN LOS GRUPOS
VULNERABLES DE HUERCAL-OVERA**

PROYECTO LUGIA

AGOSTO 2025



01	RESUMEN EJECUTIVO	5
02	INTRODUCCIÓN	7
03	ALCANCE DEL TRABAJO	9
04	INFORMACIÓN GENERAL DE HUÉRCAL-OVERA	10
	4.1. Contexto territorial	10
	4.2. Contexto natural	13
	4.3. Contexto sociodemográfico	15
	4.4. Contexto económico	17
	4.5. Contexto climático	18
05	USO DE HERRAMIENTAS CLIMAAX PARA LA PREDICCIÓN DEL CLIMA	24
	5.1. Workflow 1: Olas de calor. Definición sanitaria UE-EuroHEAT	24
	5.1.1. Descripción metodológica y proceso	24
	5.1.2. Implementación de mejoras	24
	5.1.3. Resultados	25
	5.1.4. Conclusiones	26
	5.2. Workflow 2: Olas de calor. Definición local	26
	5.2.1. Descripción metodológica y proceso	26
	5.2.2. Implementación de mejoras	27
	5.2.3. Resultados	27
	5.2.4. Conclusiones	33
06	LAS HERRAMIENTAS CLIMAAX PARA LA PREDICCIÓN DE RIESGO	35
	6.1. Workflow 3: Evaluación de riesgo con datos satelitales históricos	35
	6.1.1. Descripción metodológica y proceso	35
	6.1.2. Implementación de mejoras	37
	6.1.3. Resultados	38
	6.1.4. Conclusiones	47
	6.2. Workflow 4: Evaluación de riesgo con proyecciones climáticas	48
	6.2.1. Descripción metodológica y proceso	48
	6.2.2. Implementación de mejoras	50
	6.2.3. Resultados	50
	6.2.4. Conclusiones	57
07	GRUPOS DE INTERÉS	59
08	CONCLUSIONES GENERALES PARA HUÉRCAL OVERA	63
09	PRÓXIMOS PASOS	64
10	REFERENCIAS	65

Figura 4.1. Principales núcleos de población en el municipio de Huércal-Overa	10
Figura 4.2. Mapa topográfico del municipio de Huércal-Overa	11
Figura 4.3. Mapa de usos de suelo del municipio de Huércal-Overa	12
Figura 4.4. Mapa del entorno natural del municipio de Huércal-Overa	14
Figura 4.5. Pirámide poblacional por sexo y edad (grupos quinquenales) del municipio de Huércal-Overa	16
Figura 4.6. Censo poblacional de los núcleos de población del municipio de Huércal-Overa	16
Figura 4.7. Mapa de cultivos en el municipio de Huércal-Overa	18
Figura 4.8. Dinámica de vientos del municipio de Huércal-Overa	19
Figura 4.9. Tendencias climáticas durante los últimos 5 años (período 2019-2024) en el municipio de Huércal-Overa	20
Figura 4.10. Histórico de la temperatura media en el municipio de Huércal-Overa	21
Figura 4.11. Histórico de la temperatura media de las máximas en el municipio de Huércal-Overa	21
Figura 4.12. Histórico del número de días cálidos en el municipio de Huércal-Overa	22
Figura 4.13. Histórico del número de noches cálidas en el municipio de Huércal-Overa	22
Figura 4.14. Histórico de las precipitaciones en el municipio de Huércal-Overa	22
Figura 4.15. Histórico del número de días de lluvia en el municipio de Huércal-Overa	23
Figura 5.1. Días de ola de calor por año (RCP 4,5 vs RCP 8,5, definición UE)	25
Figura 5.2. Días de ola de calor por año con ajuste cuadrático (RCP 4,5 vs RCP 8,5)	28
Figura 5.3. Índice de calor de Rothfusz: tendencia anual (RCP 4,5 vs RCP 8,5). Dispersión anual y rectas de ajuste lineal	28
Figura 5.4. Índice de calor de Rothfusz: barras anuales (RCP 4,5 vs RCP 8,5)	28
Figura 5.5. Días totales en ola de calor: tendencia anual (RCP 4,5 vs RCP 8,5). Dispersión anual y rectas de ajuste lineal	29
Figura 5.6. Días totales en ola de calor: barras anuales (RCP 4,5 vs RCP 8,5)	29
Figura 5.7. Duración media por evento: tendencia anual (RCP 4,5 vs RCP 8,5). Dispersión anual y rectas de ajuste lineal	30
Figura 5.8. Duración media de las olas de calor: barras anuales (RCP 4,5 vs RCP 8,5)	30
Figura 5.9. Frecuencia anual de olas de calor: tendencia (RCP 4,5 vs RCP 8,5). Dispersión anual y rectas de ajuste lineal	31
Figura 5.10. Frecuencia de olas de calor: barras anuales (RCP 4,5 vs RCP 8,5)	31
Figura 5.11. Heat-Wave Index: tendencia anual (RCP 4,5 vs RCP 8,5). Dispersión anual y rectas de ajuste lineal	32
Figura 5.12. Heat-Wave Index: barras anuales (RCP 4,5 vs RCP 8,5)	32
Figura 6.1. Series Landsat-8 (verano 2016): LST media por fecha	35
Figura 6.2. Matriz de riesgo 10×10	36
Figura 6.3. Unidades de análisis	37
Figura 6.4. Densidad de población vulnerable (WorldPop 2025): urbano y municipal	38
Figura 6.5. Proporción de superficie por categoría de densidad de población vulnerable (municipio vs. área urbana)	39
Figura 6.6. Población total en los ámbitos urbano y municipal	40
Figura 6.7. Población total vulnerable 0–4 y ≥65 (municipio y área urbana)	40
Figura 6.8. Proporción de población vulnerable (urbano y municipal)	41
Figura 6.9. Superficie total por categoría de densidad de población vulnerable (INE)	41
Figura 6.10. Densidad de población vulnerable: comparación de fuentes	42
Figura 6.11. Proporción de población vulnerable (0–4 y ≥65 años)	42
Figura 6.12. Zonas sobrecalentadas (exposición) en ámbitos urbano y municipal	43
Figura 6.13. Reparto de superficie por categoría de sobrecalentamiento (LST 2016)	43
Figura 6.14. Ámbito municipal: Exposición (LST) y vulnerabilidad (densidad de población vulnerable) - Ámbito municipal	44
Figura 6.15. Ámbito Urbano: Exposición (LST) y vulnerabilidad (densidad de población vulnerable) - Ámbito municipal	44
Figura 6.16. Mapa de riesgo: Resultado de la matriz de riesgo (exposición × vulnerabilidad) reagrupado en cinco niveles	45
Figura 6.17. Mapa de riesgo: Resultado de la matriz de riesgo (exposición × vulnerabilidad) reagrupado en cinco niveles	46
Figura 6.18. Mapa de riesgo climático en relación con los elementos verdes y espacios estanciales urbanos de referencia	46
Figura 6.19. Matriz de riesgo 10×10 (exposición futura × vulnerabilidad)	49
Figura 6.20. Cambio relativo del número anual de días de ola de calor (%)	51
Figura 6.21. Magnitud del cambio reclasificada (1–10)	52
Figura 6.22. Riesgo futuro (municipio) usando vulnerabilidad WorldPop	53
Figura 6.23. Riesgo futuro (área urbana) usando vulnerabilidad WorldPop	54
Figura 6.24. Riesgo futuro (municipio) usando vulnerabilidad INE	55
Figura 6.25. Riesgo futuro (área urbana) usando vulnerabilidad INE	56
Tabla 4.1. Usos de Suelo del municipio de Huércal-Overa	12
Tabla 4.2. Superficies naturales del municipio	13
Tabla 4.3. Datos demográficos del municipio de Huércal-Overa	15
Tabla 4.4. Actividad económica y empleo del municipio de Huércal-Overa	17
Tabla 4.5. Distribución de cultivos	17
Tabla 7.1. Matriz de identificación y caracterización de grupos de interés	59

RESUMEN EJECUTIVO

Este documento recoge los resultados de la **primera fase del proyecto LUGIA**, desarrollado en el municipio de **Huércal-Overa (Almería)**, cuyo objetivo ha sido analizar el impacto del cambio climático, con especial atención a las olas de calor, y evaluar los riesgos asociados para la población, la economía y el entorno natural. El trabajo ha empleado las herramientas CLIMAAX, adaptadas a la escala local, y ha sido complementado con metodologías específicas que permiten una caracterización más precisa de la exposición y vulnerabilidad climática.

Contexto territorial, natural y socioeconómico

Huércal-Overa se localiza en el Levante almeriense, en un entorno caracterizado por un **clima semiárido mediterráneo**, veranos extremadamente cálidos y secos, y una fuerte dependencia de la **agricultura y la ganadería intensiva**. El municipio presenta una estructura territorial dispersa, con predominio del núcleo urbano central, donde se concentra más del 70 % de la población. El contexto natural está definido por las sierras de las Estancias y Almagro, el valle del Almanzora y **extensas superficies de matorral-pastizal** (38% del territorio), con una presencia reducida de masas arboladas (6%). Este déficit de cobertura vegetal limita la capacidad de regulación térmica y aumenta la exposición al calor extremo.

Desde el punto de vista demográfico, Huércal-Overa cuenta con **algo más de 20.000 habitantes**, con una población relativamente joven en comparación con la media nacional, aunque con una proporción creciente de personas mayores de 65 años (12%). La presencia de población extranjera alcanza el 20% del total, y **la economía local se sustenta en el sector primario y servicios**, con un peso notable de la agricultura, la ganadería porcina intensiva y el comercio. La renta bruta media se sitúa en torno a 22.300 €, con tasas de

desempleo superiores a la media nacional. Estos factores socioeconómicos influyen de manera directa en la vulnerabilidad climática, al condicionar la capacidad de respuesta de la población frente a eventos extremos.

Análisis climático: tendencias y proyecciones

El análisis histórico evidencia una **tendencia clara hacia el calentamiento** en Huércal-Overa. En los últimos 50 años, la temperatura media ha aumentado más de 1 °C, alcanzando 19,2 °C en 2024. Se ha duplicado el número de días cálidos (≥ 30 °C) y de noches tropicales, mientras que las precipitaciones han mostrado un descenso acusado y mayor irregularidad, con un nuevo mínimo histórico en 2024 (100,9 mm). Estos cambios se corresponden con las proyecciones climáticas globales y confirman que el municipio se encuentra en una **trayectoria acelerada de desertificación**.

Las proyecciones con herramientas CLIMAAX (Workflows 1 y 2) indican que **el número de días de ola de calor se incrementará entre un 100 % y un 600 % hacia 2075**, dependiendo del escenario de emisiones (RCP 4,5 vs. RCP 8,5). El índice de calor de Rothfusz refleja que, aunque no se alcanzarán umbrales críticos de estrés térmico, sí se consolidará un escenario generalizado de **bochorno y fatiga térmica en la población**. El Heat-Wave Index confirma esta tendencia, señalando que bajo el escenario RCP 8,5 Huércal-Overa superará de manera permanente las 20 jornadas de ola de calor anuales hacia 2040, con impactos graves sobre la salud, el consumo energético y la productividad económica.

Evaluación de riesgo climático

Los análisis basados en datos satelitales (Workflow 3) y proyecciones climáticas (Workflow 4)



muestran que el **riesgo climático se concentra en el núcleo urbano de Huércal-Overa**, especialmente en las **zonas norte, sur y centro-este del municipio**. Estas áreas combinan **alta densidad de población vulnerable** (niños y mayores) con **sobrecalentamiento superficial y baja cobertura vegetal**. Los mapas de riesgo obtenidos permiten identificar con precisión los “hotspots” donde deben priorizarse las actuaciones.

La integración de fuentes demográficas (WorldPop e INE) evidencia que, aunque ambas coinciden en señalar la localidad de Huércal-Overa como el principal foco de riesgo, los datos censales permiten refinar la estimación, mostrando un mayor peso de la vulnerabilidad en el eje norte-sur y en el entorno del Parque Municipal Adolfo Suárez, la oficina de empleo y el Hospital de la Inmaculada. La inclusión de la vegetación en el análisis confirma el **papel regulador de la infraestructura verde urbana**, señalando como prioritarias las zonas donde el riesgo climático coincide con una escasa cobertura vegetal.

Conclusiones generales

El proyecto confirma que **Huércal-Overa se enfrenta a un desafío inmediato frente al cambio climático**, con un riesgo creciente de olas de calor

que afectarán de forma directa a la salud pública, la habitabilidad urbana y la economía local. La concentración del riesgo en áreas urbanas densas, donde además la vegetación es escasa, refuerza la necesidad de diseñar e implementar **estrategias de adaptación basadas en la naturaleza**, integradas en la planificación territorial y urbana.

En este sentido, la mejora y expansión de la infraestructura verde, mediante el incremento de arbolado, superficies permeables y zonas de sombra, se presenta como una medida clave para reducir las temperaturas, mejorar el confort térmico y garantizar un futuro más resiliente. Asimismo, la incorporación de variables socioeconómicas y de salud en fases posteriores permitirá construir un índice de vulnerabilidad más completo y orientar con mayor precisión las políticas públicas.

El conocimiento generado en esta primera fase constituye una **base científica sólida para la acción climática local**, aportando evidencias claras sobre la urgencia de actuar y sobre las áreas concretas donde se debe priorizar la inversión. Huércal-Overa tiene, por tanto, la oportunidad de posicionarse como un **municipio referente en adaptación climática**, capaz de transformar la evidencia científica en soluciones prácticas y sostenibles que protejan a su población y refuercen su resiliencia frente al cambio climático.

INTRODUCCIÓN

Calor urbano: un riesgo global con efectos locales

Según datos de la NASA, **la temperatura media global del planeta ha aumentado** aproximadamente 2 grados Fahrenheit, lo que equivale a **alrededor de 1 °C, desde finales del siglo XIX**¹. Pero, lo más alarmante es que este calentamiento no ha sido uniforme ni gradual: la mayor parte del aumento se ha producido en las últimas décadas ya que los siete años más cálidos jamás registrados han ocurrido todos desde 2015, lo que subraya la aceleración del fenómeno. En concreto, **el año 2023 fue uno de los más cálidos hasta la fecha, y 2024 batió ese récord, situándose por encima del 1,5 °C de calentamiento respecto a los niveles preindustriales** durante varios meses consecutivos².

El aumento de las temperaturas globales no solo está respaldado por una sólida base científica, sino que también se refleja en la **creciente pre-ocupación de distintos sectores de la sociedad**. Instituciones, empresas y ciudadanos coinciden en identificar los fenómenos climáticos extremos como una de las principales amenazas para el futuro. Esta percepción compartida se intensifica especialmente al proyectar los riesgos a medio plazo, situando al cambio climático como el desafío más urgente en el horizonte de los próximos diez años³.

Las proyecciones científicas más recientes apuntan a que, hacia 2030, se superará el umbral crítico de **1,5 °C de calentamiento global** respecto a los niveles preindustriales. Este cambio no solo comprometerá ecosistemas vulnerables a escala global, sino que también tendrá un impacto directo y profundo en territorios ya tensionados por el clima, como el del **Levante almeriense**.

En municipios como **Huércal-Overa**, donde el clima semiárido y la escasez hídrica ya marcan las dinámicas territoriales y urbanas, este calentamiento

acelerado podría desencadenar una **regresión de los ecosistemas locales**, afectando tanto a las masas vegetales naturales como a los sistemas agrícolas que dependen de la estabilidad climática. La reducción de la biodiversidad, la pérdida de cobertura vegetal y la alteración del equilibrio hídrico son escenarios cada vez más probables.

Riesgos climáticos: efectos en la salud y en la economía

Además, esta inflexión climática podría desencadenar otros efectos socioambientales negativos, con consecuencias especialmente marcadas en las zonas urbanas. En Huércal-Overa, la combinación de altas temperaturas y una limitada presencia de vegetación urbana aumenta la exposición de la población a **olas de calor** y el deterioro del confort térmico. Todo ello intensifica los riesgos para la salud y el bienestar, especialmente en los grupos más vulnerables.

En este sentido, se estima que una de cada cuatro muertes puede atribuirse a causas ambientales prevenibles⁴, como el calor, tanto relacionadas con fenómenos climáticos extremos como por la propagación de enfermedades infecciosas o el agravamiento de enfermedades crónicas.

Las **olas de calor prolongadas tienen un efecto directo en la salud, con aumentos de las hospitalizaciones de entre un 3% y un 8%**. Las mayores asociaciones se observaron en enfermedades metabólicas y relacionadas con la obesidad. Además, otros factores ambientales asociados a los entornos urbanos, como la contaminación atmosférica, intensificaban los esos efectos del calor⁵. Otro estudio relacionado, infiere un aumento de fenómenos cardiovasculares relacionados con olas de calor con aumento promedio del **15,3 % en episodios cardiovasculares agudos** en adultos (4075 años), con mayor impacto en hombres y población más vulnerable concluyendo que hay evidencia emergente que sugiere



que las desigualdades sociales magnificarían adicionalmente los impactos proyectados en la salud de los centros urbanos⁶.

En el caso de la provincia de Almería, según el sistema **MoMo** (Monitorización de Mortalidad Diaria, Instituto de Salud Carlos III), en el periodo estival de 2024 (de 15 de mayo a 30 de septiembre) hubo un exceso de 40 defunciones atribuibles al exceso de temperatura, que afectaron principalmente a mayores de 65 años y mujeres⁷.

Con un escenario de calentamiento global de 2 grados, **1.400 millones de personas más se verán expuestas al estrés térmico⁸**, y la mayoría de ellas se enfrentarán a sus formas más graves. Por ello, la salud debe ser uno de los pilares de la agenda climática ya que, además, se estima que el **coste directo para la salud del calentamiento** (es decir, excluyendo los costes en otros sectores determinantes para la salud, como la agricultura, el agua y el saneamiento) será de entre **US\$ 2000 y US\$ 4000 millones al año de aquí a 2030⁹**.

No solo la calidad de vida y la salud se ven afectadas por el calentamiento global, el calor extremo también está afectando al crecimiento económico. Se calcula que el **impacto de las olas de calor en la economía a escala global** entre 1992 y 2013 supuso **pérdidas que oscilan entre US\$5 billones y US\$ 29,3 billones, llegando a 6,7% del PIB per cápita en las economías más pobres, y a 1,5% en las regiones con mayores ingresos¹⁰** y que estos costes seguirán aumentando a medida que aumenta la temperatura global con una previsión de pérdidas económicas debido al estrés por calor de 2,4 billones de dólares (2.400 mil millones) para el año 2030¹¹. Un evento climático extremo estándar puede reducir el nivel del PIB en apro-

ximadamente un 0,2%¹², lo que sugiere que este tipo de fenómenos tienen un efecto más acusado en la economía que los cambios promedio y que los impactos se mantienen a largo plazo, aunque no necesariamente afectan la tasa de crecimiento económico

Además, en los escenarios más optimistas (el planeta no superará los 1,5 °C y el trabajo de agricultura y construcción se realiza en sombra), se estima que **para 2030 se habrá perdido un 2,2% de las horas de trabajo debido al calentamiento**. Si se consideran actividades como la agricultura o la ganadería, principal actividad económica de Huércal-Overa, tareas que realizan a pleno sol, en 2030 la pérdida prevista de horas de trabajo en todo el mundo aumentará a un 3,8%, el equivalente a 136 millones de puestos de trabajo¹³.

Huércal-Overa ante el reto climático

En definitiva, el caso de Huércal-Overa ejemplifica con claridad cómo el cambio climático está dejando de ser una amenaza abstracta para convertirse en un **desafío tangible que afecta directamente a la salud, el bienestar y la economía local**. En un territorio ya condicionado por la aridez, la escasez hídrica y la fragilidad ecosistémica, el calentamiento acelerado y la intensificación de fenómenos extremos como las olas de calor suponen un riesgo creciente, especialmente para las poblaciones más vulnerables y los sectores económicos más expuestos, como la agricultura.

En este contexto, se hace urgente una **planificación territorial y urbana basada en la evidencia científica y en criterios de adaptación climática**, que permita anticipar los impactos y reforzar la resiliencia local.

ALCANCE DEL TRABAJO

LUGIA nace con el objetivo de **analizar los escenarios climáticos futuros** a los que se enfrentará el municipio de Huércal-Overa y **evaluar los riesgos** que el calor extremo supondrá para la salud de la ciudadanía, especialmente para los grupos más vulnerables. El proyecto apuesta por el **uso estratégico de la vegetación como solución inteligente** para la adaptación al cambio climático, promoviendo la **implantación de soluciones basadas en la naturaleza** que contribuyan a mitigar los efectos de las olas de calor y posicionen al **municipio como un referente en resiliencia climática**.

En esta primera fase, se realiza un estudio de las **proyecciones climáticas para la zona** y se identifican los **principales riesgos climáticos** que afectarán al municipio en las próximas décadas. Para ello, se emplean las herramientas del proyecto **CLIMAAX**, complementadas con ajustes metodológicos que permiten adaptar las proyecciones al contexto específico de Huércal-Overa, teniendo en cuenta sus características ambientales, urbanas y socioeconómicas.

Los **objetivos de esta primera fase de trabajo**, relacionados con la utilización de las herramientas CLIMAAX, son:

- **Analizar los escenarios climáticos futuros** del municipio de Huércal-Overa con especial atención a las olas de calor, con el objetivo de estimar parámetros clave como su frecuencia, duración e intensidad.
- **Evaluar los riesgos que dichas proyecciones climáticas futuras pueden generar sobre la salud y el bienestar** de la población de Huércal-Overa, prestando especial atención a los grupos más vulnerables,

Además, se incluye un tercer objetivo, no relacionado con la aplicación de herramientas, pero de vital importancia para las fases posteriores:

- Realizar una **primera identificación de los grupos de interés** del proyecto LUGIA, con el objetivo de reconocer a las entidades, colectivos y actores clave que pueden verse afectados por los impactos del cambio climático o que tienen capacidad de influir en el diseño, implementación y sostenibilidad de las soluciones propuestas.

Esta primera fase representa un paso fundamental para sentar las bases de una estrategia local de adaptación climática sólida, alineada con la evidencia científica y con un enfoque multisectorial. La integración de datos climáticos específicos, el análisis de riesgos sobre la salud y el territorio, y la identificación de los actores clave permitirá diseñar una hoja de ruta realista, participativa y eficaz que haga de Huércal-Overa un modelo de municipio preparado para afrontar los desafíos del cambio climático.

INFORMACIÓN GENERAL DE HUÉRCAL-OVERA

4.1. Contexto territorial

Huércal-Overa es una localidad y municipio español situado en la provincia de Almería, Comunidad Autónoma de Andalucía. Este municipio se ubica en la región noroccidental de la comarca del Levante, limitando con los municipios almerienses de Pulpí, Cuevas del Almanzora, Antas, Zurgena, Taberno y Vélez-Rubio, y con los municipios murcianos de Puerto Lumbreras y Lorca. Se divide en ocho entidades singulares de población, seis de ellas diputaciones, que agrupan a treinta y nueve núcleos de población, entre los

que destacan Huércal-Overa, Santa María de Nieva, El Saltador, San Francisco, Úrcal, La Atalaya y Las Minas.

Se encuentra situado a 104 kilómetros de Almería, a 113 de Murcia y a 191 de Granada. Las coordenadas son 37°23'24"N, 1°56'37"O según el sistema geodésico ETRS89. Cuenta con una **superficie de 318,04 km²** y una altitud máxima de 1.247 metros (Cabezo de la Jara). El término municipal está atravesado por la autovía del Mediterráneo (A-7), que discurre entre las ciudades de Almería y Murcia, por la carretera nacional N-340 y por las carreteras

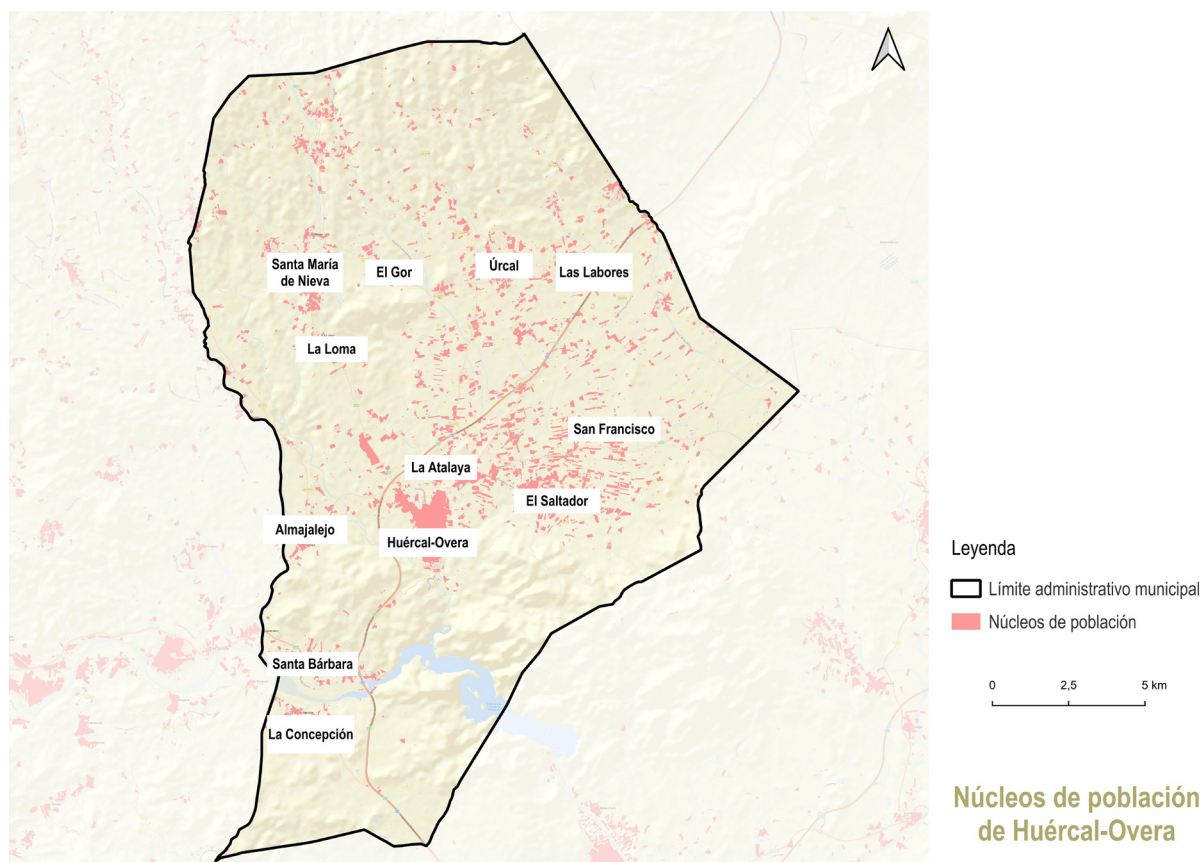


Figura 4.1. Principales núcleos de población en el municipio de Huércal-Overa. Fuente: SIOSE AR 2016. Elaboración propia

autonómicas A-327, que se dirige a Vélez-Rubio, A-334, que conecta con Albox, y A-350, que permite la comunicación con Pulpi⁴.

El relieve del municipio de Huércal-Overa se estructura en tres unidades principales: **el valle del río Almanzora al sur, la sierra de Almagro al este, y un sector montañoso septentrional que forma parte de las estribaciones de la sierra de las Estancias**. La altitud oscila entre los 1.247 metros en el Cabezo de la Jara (límite provincial con Murcia) y los 180 metros en el embalse de Cuevas del Almanzora, situándose el núcleo urbano principal a 280 metros sobre el nivel del mar.

La **sierra de Almagro**, perteneciente a las Cordilleras Béticas, se extiende entre los municipios de Huércal-Overa y Cuevas del Almanzora, actuando como divisoria natural entre ambos territorios. Su punto culminante es el Cucharón (714 m), mientras que en su sector norte destaca una meseta donde se asienta el núcleo de Huércal-Overa. Esta sierra es atravesada por el río Almanzora, que discurre

en dirección noroeste-sureste hasta alcanzar el embalse de Cuevas de Almanzora.

Al norte, la **sierra de las Estancias** conforma un complejo montañoso que marca el límite entre Almería y Murcia, alcanzando su máxima cota municipal en el Cabezo de la Jara (1.247 m). El río Almanzora, con una longitud de 110 km y una cuenca de 2.611 km², constituye uno de los principales cauces mediterráneos andaluces. A su paso por el término municipal, fluye próximo a las pedanías de Los Navarros y Las Menas, conectando aguas abajo con el embalse de Cuevas de Almanzora en el límite sureste¹⁵.

En Huércal-Overa predomina el **suelo no urbanizable de carácter agrícola y rural**, que ocupa la mayor parte del término municipal y se destina principalmente a actividades agroganaderas. Entre sus usos destacan los cultivos leñosos, fundamentalmente frutales y cítricos, junto con las tierras arables, que constituyen los componentes esenciales de la base productiva local.

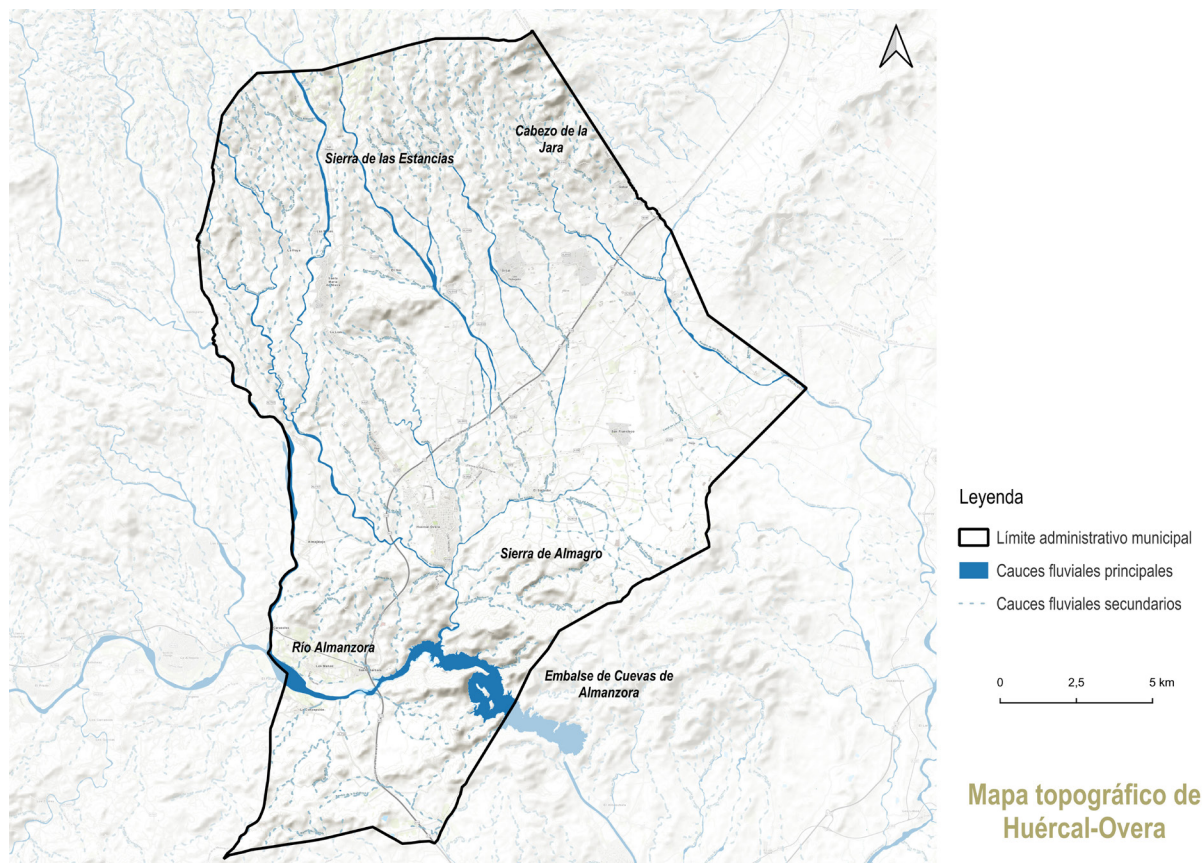


Figura 4.2. Mapa topográfico del municipio de Huércal-Overa. Fuente: SIOSE AR 2016. Elaboración propia.

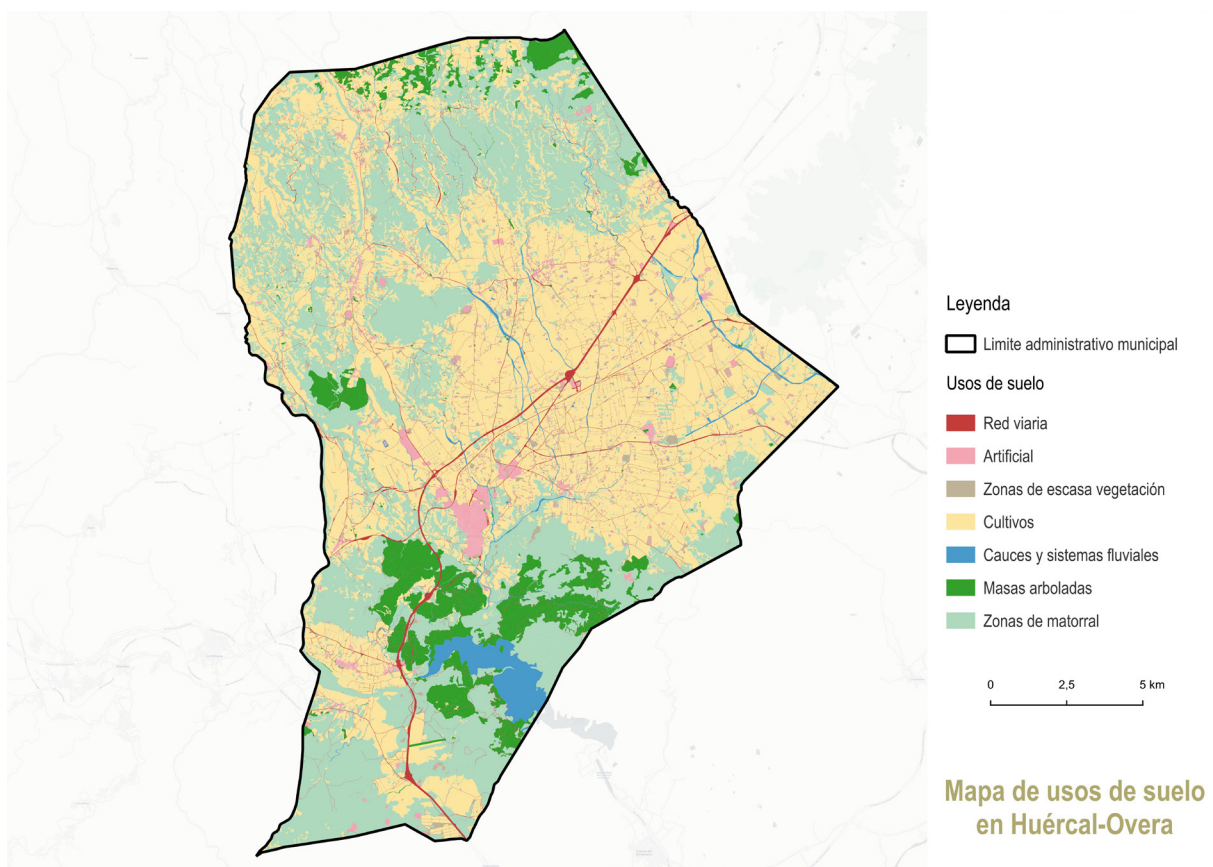


Figura 4.3. Mapa de usos de suelo del municipio de Huércal-Overa. Fuente: SIOSE AR 2016. Elaboración propia.

El análisis de los **usos del suelo** en Huércal-Overa muestra un claro predominio del sector agropecuario: los cultivos (46,25%) y las formaciones de matorral-pastizal (37,38%) concentran conjuntamente el 83,63% de la superficie municipal. En contraste, las masas arboladas, tanto coníferas como frondosas, representan únicamente un 7,15%, lo que evidencia una cobertura forestal muy limitada.

Las zonas de origen antrópico se distribuyen en la red viaria (2,57%) y en los núcleos urbanos (2,40%) que, en conjunto, alcanzan el 4,97%. Los cauces y sistemas fluviales, con el río Almanzora y el embalse de Cuevas de Almanzora como elementos principales, abarcan un 2,18% del territorio. Finalmente, las áreas de escasa vegetación, que representan un 2,07%, corresponden mayoritariamente a espacios

Tabla 4.1. Usos de Suelo del municipio de Huércal-Overa. Fuente SIOSE AR 2016. Elaboración propia.

Usos de suelo

Tipo	Superficie (ha)	Superficie (%)
Cultivos	14.709,915	46,25
Zonas de matorral	11890,1	37,38
Masas arboladas (coníferas, frondosas)	2274,046	7,15
Red viaria	816,745	2,57
Artificial	762,709	2,40
Cauces y sistemas fluviales	693,51	2,18
Zonas abiertas de escasa vegetación	659,639	2,07

vacantes de origen antrópico situados en la transición entre superficies de cultivo y áreas urbanas.

4.2. Contexto natural

El municipio de Huércal-Overa alberga un entorno natural de gran valor ecológico caracterizado por las estribaciones de las sierras de las Estancias y de Almagro, el río Almanzora y por la actividad agropecuaria, muy presente en todo el municipio.

El municipio presenta **cuatro series de vegetación potencial**¹⁶, unidades ecológicas que definen la sucesión natural de comunidades vegetales y sustentan la clasificación paisajística del territorio. A continuación, se describen las series presentes en el territorio:

- **24da: Serie supra-mesomediterránea filabrico y nevadense silicícola de *Quercus rotundifolia* o encina**¹⁷. Característica de zonas de montaña con suelos arcillosos y encinar denso con abundancia de estrato arbustivo espinoso. Se pueden encontrar comunidades como encinar, espinar o escobonal, en donde destacan especies como la encina (*Quercus rotundifolia*), la retama amarilla (*Retama sphaerocarpa*) o el agracejo (*Berberis hispanica*). Se encuentra en la Sierra de las Estancias, en las estribaciones superiores del norte del municipio.
- **29a: Serie mesomediterránea murciano-almeriense, guadiciano-bacense, setabense, valenciano-tarraconense y aragonesa semiárida de *Quercus coccifera* o coscoja**¹⁸. Esta serie característica de zonas áridas mediterráneas

se encuentra representada por comunidades abiertas como pinar-coscojal, retamal-escobonal o espartal, entre otras. En ellas destacan especies como el pino carrasco (*Pinus halepensis*), espino negro (*Rhamnus lycioides*) o uva marina (*Ephedra fragilis*). Acompaña a la serie 24da en la sierra de las Estancias, limitando el borde inferior del monte.

- **31a: Serie termomediterránea murciano-almeriense semiárida de *Pistacia lentiscus* o lentisco (*Chamaeropo-Rhamneto lycioidis sigmetum*)**¹⁹. Serie representativa del paisaje semiárido de la región murciano-almeriense. Se caracteriza por la presencia de matorral esclerófilo termófilo, conformado por comunidades como cambronales, retamales o espartales, entre otros, en los que destacan especies como el lentisco (*Pistacia lentiscus*), espino negro (*Rhamnus lycioides*), palmito (*Chamaerops humilis*) o la retama (*Retama sphaerocarpa*). Ocupa la parte inferior de la cuenca, de menor relieve, donde se asienta la mayor parte de la producción agrícola del municipio, y la sierra de Almagro.
- **32b: Serie termomediterránea murciano-almeriense semiárido-árida de *Ziziphus lotus* o azufaifo (*Zizipheto loti sigmetum*)**²⁰. También representativa de la región semiárida murciano-almeriense. Se caracteriza por presentar comunidades de matorral-pastizal, como espartales, azufaifales o tomillares, entre otros, en los que destacan la azufaifa (*Ziziphus lotus*), el esparto (*Stipa tenacissima*) o el rabo de gato (*Sideritis ibanyezii*). Se sitúa en la zona sur del municipio incluyendo las inmediaciones del río Almanzora.

Tabla 4.2. Superficies naturales del municipio. Fuente: Mapa Forestal España (MFE), Red Natura 2000, Mapa de Series de Vegetación de Península y Baleares y de la Red General de Vías Pecuarias de España (RGVP). Elaboración propia.

Entorno natural

Tipo	Superficie (ha)	Superficie (%)
Red Natura 2000	1060,81	3,34
Pinares	1591,4766	5,00
Mezcla de coníferas y frondosas	131,6679	0,41
Encinares	203,6772	0,64
Eucaliptales	25,7229	0,08
Acebuchares	11,1602	0,04
Matorral - pastizal	12094,0416	38,03

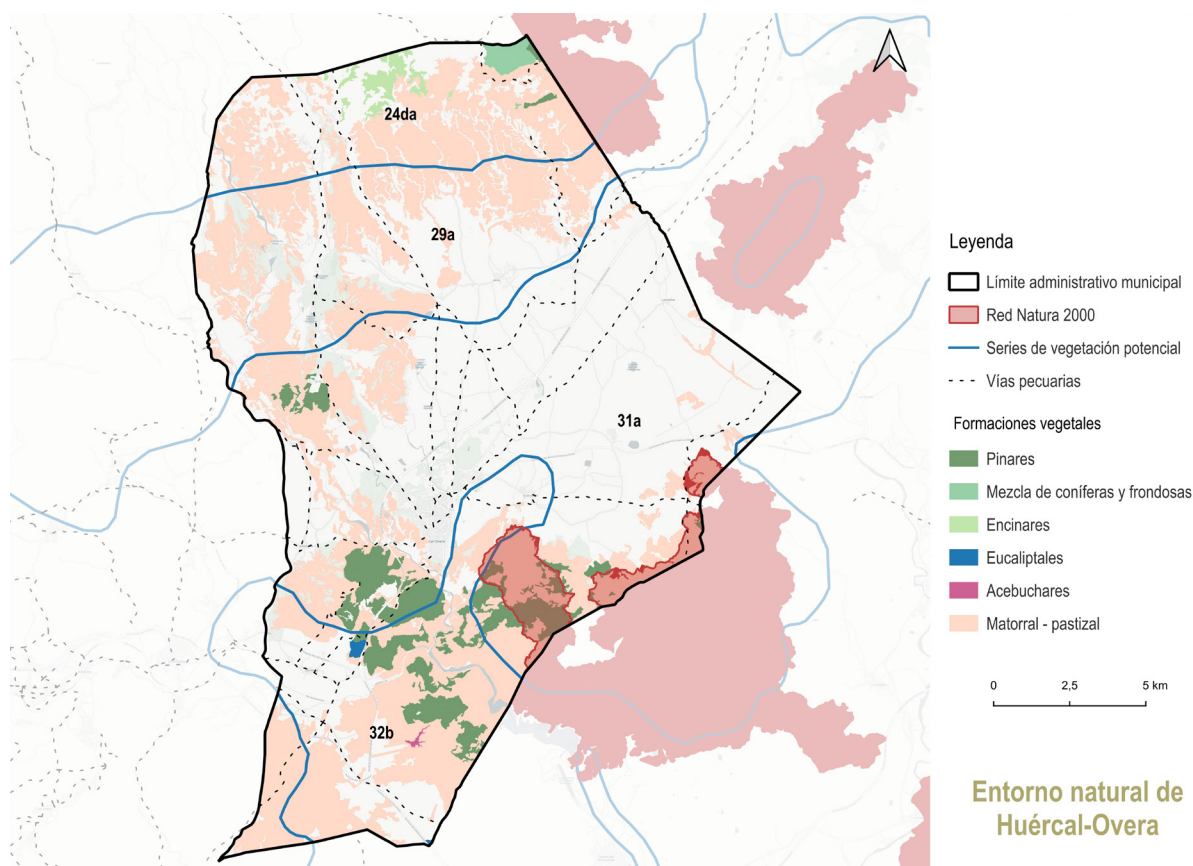


Figura 4.4. Mapa del entorno natural del municipio de Huércal-Overa. Fuente: Mapa Forestal España (MFE), Red Natura 2000, Mapa de Series de Vegetación de Península y Baleares y de la Red General de Vías Pecuarias de España (RGVP). Elaboración propia.

La mayor parte del municipio está dominado por **matorrales y pastizales** esclerófilos (38,03%) de ambientes mediterráneos. Estos se ubican principalmente en las estribaciones de la sierra de las Estancias y en la zona meridional del municipio. Dentro de este tipo de vegetación, abundan diversidad de comunidades vegetales de gran valor ecológico, como azufaifares, cornicales y lentiscas. Asimismo, los saladares y yeseras albergan una notable riqueza de endemismos, lo que refuerza la singularidad y relevancia ambiental del municipio²¹.

La presencia de **masas arbóreas** en el municipio es baja (6,17%). Estas se componen principalmente de pinares ubicados en la sierra de Almagro, que representan el 5% del total. Además, se encuentran encinares en la sierra de las Estancias (0,64%) y zonas de repoblación con frondosas y coníferas, localizadas tanto en esta misma sierra como en la ribera del río Almanzora.

En total, las **zonas naturales** ocupan el 44,2% de la superficie del municipio. Aunque gran parte del entorno ha sido modificado debido principalmente a la actividad agropecuaria, estas zonas siguen teniendo gran importancia, debido a la enorme cantidad de endemismos y a la presencia de zonas de gran valor como la sierra de las Estancias, la sierra de Almagro y el río Almanzora. **La sierra de Almagro**²² se encuentra dentro de la Red Natura 2000 catalogada como zona de especial conservación (ZEC), ocupando un 3,34% del municipio. En las inmediaciones de Huércal-Overa se localizan también otros espacios de la Red Natura 2000: **el Cabezo de la Jara y la Rambla de Nogalte y la sierra de Enmedio**, ambas declaradas zonas ZEC²³.

Además, el municipio cuenta con **142,98 km de vías pecuarias**, muchas de ellas con origen en la propia localidad y que la conectan con diferentes puntos del territorio. Entre ellas destaca la **vereda**

de los Cabrerías, con 18,47 km de recorrido, que constituye la vía pecuaria de mayor longitud.

En cuanto a la fauna²⁴, destaca la presencia de rapaces, con especies relevantes como el águila real (*Aquila chrysaetos*), águila perdicera (*Aquila fasciata*) o búho real (*Bubo bubo*). También, se encuentran otras aves de gran interés como el camachuelo trompetero (*Bucanetes githagineus*), el alcaraván (*Burhinus oedicephalus*) la carraca europea (*Coracias garrulus*), o la terrera común (*Calandrella brachydactyla*). Dentro de los mamíferos, se encuentran especies como el murciélago de cueva (*Miniopterus schreibersii*), el murciélago de herradura (*Rhinolophus euryale*) o erizo moruno (*Atelerix algirus*). En cuanto a los anfibios, especies como el sapo común (*Bufo bufo*), el sapo corredor (*Epidalea calamita*) o la rana común (*Pelophylax perezi*) están presentes en el municipio. Por último, en referencia a los reptiles, el municipio alberga poblaciones de tortuga mora (*Testudo graeca*), especie en estado vulnerable y cuya conservación es prioritaria.

4.3. Contexto sociodemográfico

Huércal-Overa cuenta con una población de 20.575 habitantes mostrando una tendencia de crecimiento con respecto al 4,47% desde 2021 y del 11,6% desde 2011. La distribución territorial de la población refleja un patrón concentrado, con el 90,84% de los habitantes residiendo en núcleos de población y únicamente el 9,16% de la población diseminada. El núcleo principal de Huércal-Overa alberga 14.805 habitantes, mientras que otros asentamientos significativos incluyen La Molineta (460 habitantes), La Atalaya (408 habitantes) y Los Menas (386 habitantes).

La edad media en el municipio es de 42,3 años que, aunque es una edad moderadamente elevada, es inferior a las medias andaluzas (43,25 años) y española (44,37 años). La presencia de población extranjera alcanza los 4.251 habitantes, representando el 20,7% del total. La pirámide poblacional muestra una base relativamente grande (21,7% <20 años) y una cúspide moderada (12,2% >65 años).

El municipio presenta una mayor proporción de población infantil (0-14 años: 12,91% del total) frente al ámbito nacional (11,86%), reflejando una natalidad más elevada o mayor atracción de familias jóvenes. Paralelamente, el municipio presenta un

Tabla 4.3. Datos demográficos del municipio de Huércal-Overa. Fuente INE. Elaboración propia. Año 2024.

Datos demográficos

Población total	20.575
Población masculina	10.251
Población femenina	10.324
Población en núcleos	18.691
Población en diseminada	1.884
Nº de extranjeros (2022)	4.251
Nacimientos (2023)	161
Defunciones (2023)	189
Edad media	42,3
Porcentaje de población menor de 20 años	21,7%
Porcentaje de población mayor de 65 años	12,2%

envejecimiento menos acentuado: la población ≥65 años representa 17,80% frente al 22,39% estatal. Esta diferencia es particularmente notable en grupos avanzados como ≥85 años, donde Huércal-Overa concentra 1,72% de mujeres y 0,99% de hombres, comparado con 2,20% y 1,15% a nivel nacional. La población activa (15-64 años) alcanza 69,29% en Huércal-Overa y 65,75% en España. No obstante, el municipio muestra mayor peso relativo en grupos de 40-44 años (8,33% vs. 8,04%) y 45-49 años (7,85% vs. 8,42%), mientras que España tiene mayor proporción en 50-64 años (22,75% vs. 20,24% local), indicando una base laboral ligeramente más joven.

Los datos demográficos reflejan un crecimiento poblacional moderado en Huércal-Overa, caracterizado por una pirámide poblacional más joven que la nacional. Este patrón de crecimiento está apoyado en la elevada tasa migratoria, que representa el 20,7 % del municipio.

El desarrollo urbanístico de Huércal-Overa se concentra en su núcleo principal (14.805 hab.), que integró a San Isidro en su expansión. Alrededor de este centro se concentran núcleos residenciales como La Molineta (460 hab.) y La Atalaya (408 hab.), junto a pedanías menores (Los Menas, El Pilar, Santa María de Nieva). Esta configuración explica la elevada densidad poblacional municipal de 41.48 hab./ha, cifra que supera ampliamente la media nacional (0,97 hab./ha)²⁵ y sitúa al municipio entre el primer cuartil (27,9 hab./ha) y la media (43 hab./ha) de localidades de su tamaño demográfico.

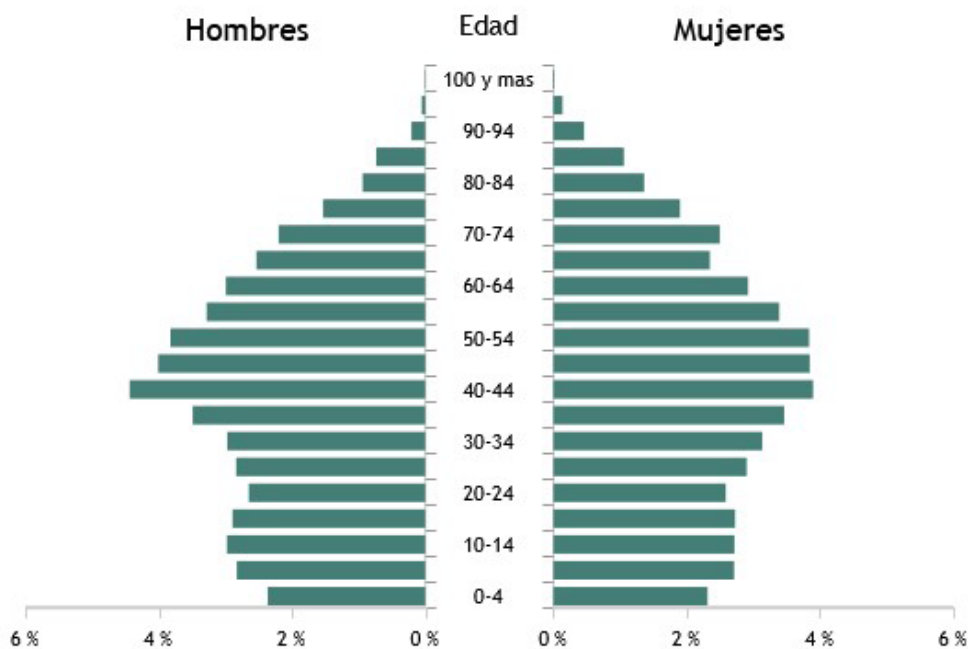


Figura 4.5. Pirámide poblacional por sexo y edad (grupos quinquenales) del municipio de Huércal-Overa. Fuente: INE. Elaboración propia. Año 2024.

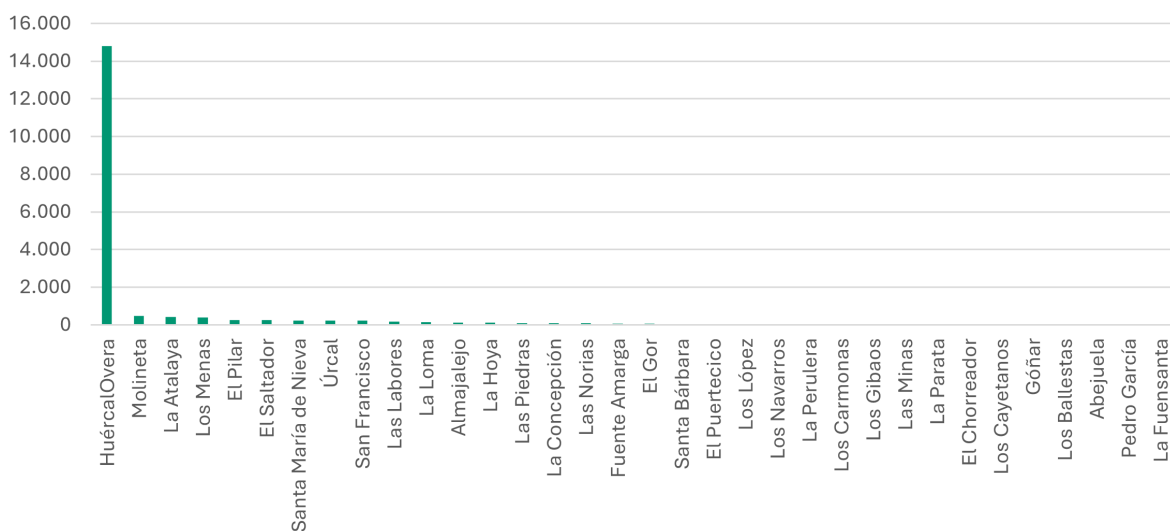


Figura 4.6. Censo poblacional de los núcleos de población del municipio de Huércal-Overa. Fuente: Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. Elaboración propia. Año 2024.

4.4. Contexto económico

En Huércal-Overa se contabilizan 1.129 empresas (2021), con una **estructura económica** dominada por el sector terciario: el comercio lidera (356 empresas), seguido de logística (108) y hostelería (110), lo que refleja el rol del municipio como capital comarcal. El sector primario mantiene gran relevancia (280 empresas), acorde con su superficie agroganadera, mientras la construcción (168 empresas) consolida su peso vinculado al desarrollo urbano.

Los indicadores socioeconómicos muestran una **renta bruta media de 22.343€** (18.765€ disponible), con desequilibrio fiscal (ingresos: 905€/hab vs. gastos: 1.029€/hab) y desempleo del 13,5% (superior a la media nacional). Esta dinámica se corrobora en los datos catastrales: predominio de suelo urbano (16.534 recibos de IBI urbano vs. 4.149 rústicos), evidenciando la presión sobre el núcleo principal.

La **agricultura y ganadería** mantienen gran relevancia en Huércal-Overa, destacando los **cítricos, almendros y la ganadería porcina intensiva**, sector que posiciona al municipio como séptimo en el ranking nacional de explotaciones. El municipio cuenta con 18 granjas de cebo (>2.000 cerdos >30kg) y 5 de reproducción (>750 cerdas), especialización que ha sido impulsada por la cercanía a las industrias cárnicas del Campo de Lorca y la transición desde modelos agrícolas tradicionales. Su impacto socioeconómico en el empleo y la generación de riqueza ha motivado que el PGOU incluya una ordenanza específica para mitigar los efectos ambientales y territoriales derivados²⁶.

Tabla 4.4. Actividad económica y empleo del municipio de Huércal-Overa. Fuente Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. Elaboración propia. Año 2023.

Actividad económica y empleo	
Comercio al por mayor y al por menor	356
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	280
Construcción	168
Hostelería	110
Transporte y almacenamiento	108
Renta e ingresos	
Renta bruta media	22.343
Renta disponible media	18.765
Ingresos por habitante	905
Gastos por habitante	1.029
Tasa de desempleo	13,50 %
Datos catastrales	
Número de parcelas catastrales: Solares.	3.116
IBI de naturaleza urbana. Número de recibos	16.534
IBI de naturaleza rústica. Número de recibos	4.149

El **uso agrícola** representa el 46,25 % del término municipal, localizándose de forma predominante en la cuenca sedimentaria central, caracterizada por su mayor fertilidad, y en torno a los principales núcleos poblacionales: Huércal-Overa, La Atalaya, El Saltador y San Francisco.

La superficie agraria de Huércal-Overa muestra un claro predominio de cultivos leñosos, los cuales representan un 56,03 % de la superficie cultivada y se concentran principalmente en el

Tabla 4.5. Distribución de cultivos. Fuente: Sigpac 2025. Elaboración propia.

Áreas de cultivo

Tipo	Superficie (ha)	Superficie (%)
Olivares	680,89	4,69
Cítricos	1651,28	11,38
Frutales	5800,22	39,96
Hortícolas	248,65	1,71
Viñedos	59,21	0,41
Tierras arables	5987,51	41,25
Invernaderos	88,71	0,61
Improductivos	1168,02	8,05

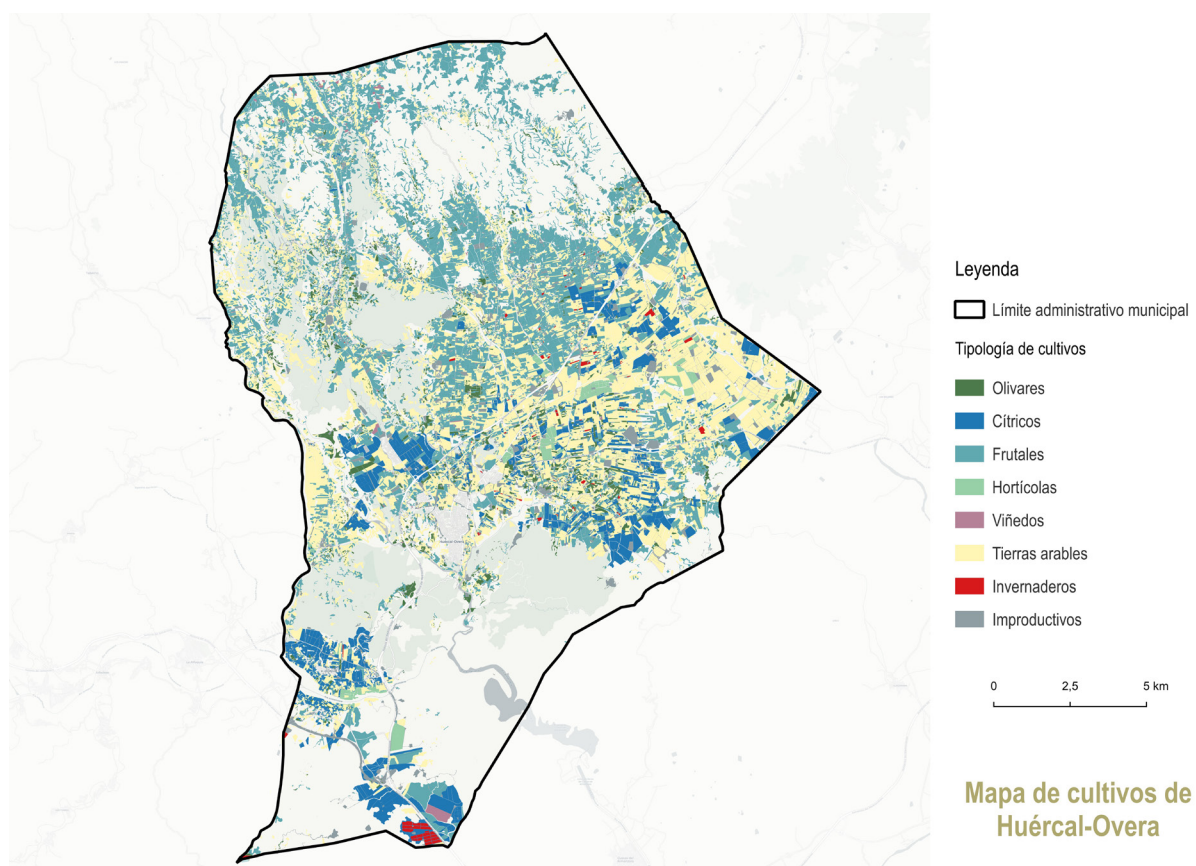


Figura 4.7. Mapa de cultivos en el municipio de Huércal-Overa. Fuente: Sigpac 2025. Elaboración propia.

centro-norte municipal. Entre estos, destacan los **frutales** (39,96%), con el almendro como especie principal, seguidos por los **cítricos** (11,38%), donde domina el naranjo en regadío. Los **olivares** representan el tercer cultivo arbóreo en importancia (4,69%).

Entre los cultivos herbáceos (1,71%), la lechuga en regadío y la cebada en secano son las producciones más relevantes. Paralelamente, los **viñedos** ocupan el 0,41% del área cultivada, mientras las **hortalizas y frutos en invernadero** alcanzan el 0,61%. Complementan esta estructura las **tierras arables sin cultivar** (41,25%) y las **extensiones improductivas** (8,05%), que configuran casi la mitad de la superficie agraria registrada.

En los últimos años ha aumentado la presencia de la superficie de invernaderos y áreas improductivas en detrimento de la superficie de tierras arables y frutales (SIGPAC 2017-2022). No obstante, la agricultura no intensiva de cultivos leñosos (56,03 %) sigue siendo predominante en el municipio.

Con respecto a otros sectores productivos, Huércal-Overa muestra un limitado desarrollo industrial en comparación con municipios vecinos como Pulpí y Cuevas de Almanzora, patrón que se refleja en indicadores como los consumos energéticos por actividad. No obstante, destaca la reciente implantación de empresas del sector sanitario. En este contexto, la construcción mantiene un sólido peso económico, complementando la estructura productiva local.

4.5. Contexto climático

Huércal-Overa presenta un **clima mediterráneo con rasgos áridos**. Sus veranos son muy cálidos y secos y sus inviernos suaves, con temperaturas que ocasionalmente bajan de los 0°C. Las precipitaciones son bajas, pero potencialmente intensas. Sus extremos térmicos y alta insolación caracterizan al municipio como una zona de contrastes climáticos significativos. Dentro de la **clasificación climática de Köppen y Geiger**, Huércal-Overa se

enmarca como **clima estepario semiárido BSK**. Este clima en España alude a los territorios mediterráneos con cierta continentalidad. Destacan por su gran sequía, sobre todo estival, y son característicos de sistemas de vegetación de pastizal y matorral esclerófilo con escasa presencia de arbolado.

En Huércal-Overa la **dinámica de vientos** tiene una dirección predominante del noroeste (NW), seguido en frecuencia por componentes del suroeste (SW), sur (S) y sursuroeste (SSW). Las intensidades más comunes se sitúan entre 2 km/h y 20 km/h, con una elevada frecuencia de vientos suaves (2-5 km/h) y presencia moderada de vientos de intensidad media (5-20 km/h), particularmente en las direcciones NW y SW.

Por otro lado, se observa una notable incidencia de condiciones de calma (<2 km/h) en todas las direcciones. Los vientos de componente este (ESE, SE), noreste (NE, NNE) y norte (N) presentan frecuencias significativamente menores, generalmente con intensidades inferiores a 5 km/h. Los vientos superiores a 20 km/h son muy ocasionales en el municipio y se dan tanto en dirección noreste (NE, ENE) como noroeste (WNW, NW).

A continuación, se presenta un **estudio histórico de la evolución climática del municipio**. Para el análisis del período reciente (2019-2024), se emplearon datos anuales de la estación de Huércal-Overa proporcionados por AEMET. Complementariamente, para el estudio de la serie histórica (1975-2020), se utilizó la Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático en España (Adaptecca) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Análisis de tendencias climáticas en Huércal-Overa durante el período actual (2019-2024)

Durante los últimos años, Huércal-Overa ha registrado una tendencia climática caracterizada por el aumento de la temperatura y de la sequía. La **temperatura media anual** evidenció en 2024 un aumento de 1,0°C respecto a 2019, con una progresión sostenida, salvo en el año 2021 afectado por el temporal Filomena. De forma paralela, se ha incrementado la frecuencia **de días cálidos** (temperatura $\geq 30^{\circ}\text{C}$), superándose consecutivamente los 90 días desde 2022 (máximo histórico de 114 días), frente a los 78 días contabilizados en 2019. De igual modo, las **temperaturas máximas** también

Huercal-Overa
37.39°N, 1.94°W (285 m snm).
Modelo: ERA5T.

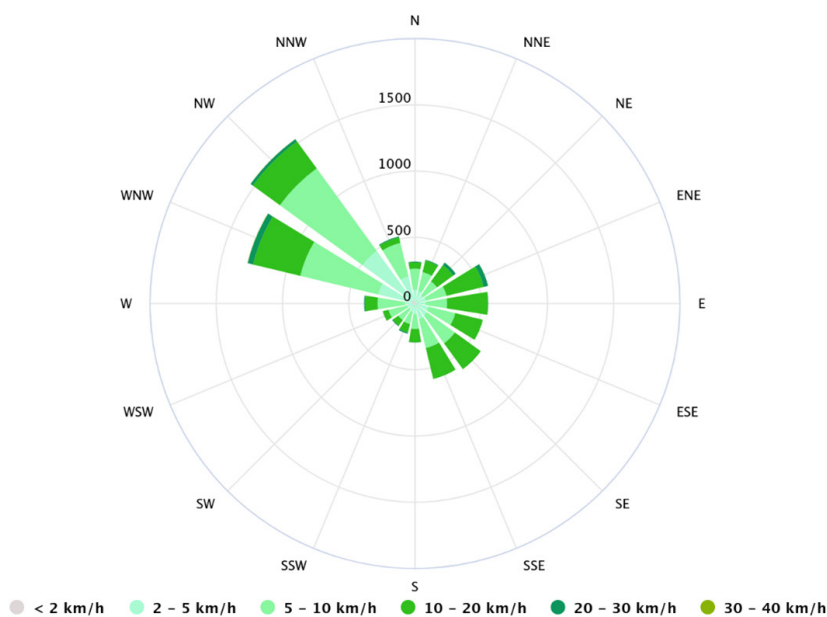


Figura 4.8. Dinámica de vientos del municipio de Huércal-Overa. Fuente: Meteoblue. Año 2024.

se han incrementado, situándose por encima de los 25°C de media desde 2022 y habiéndose alcanzado el récord de temperatura máxima diaria de 42,3°C en verano de 2023. Las **noches cálidas** han sufrido un incremento progresivo, superándose el límite de 70 días desde 2021 y manteniéndose en los años sucesivos hasta 2024.

En cuanto a la **precipitación**, se constata una reducción del 47% respecto a 2019, pasando de

210 mm anuales a 100,9 mm en 2024. Esta disminución, progresiva exceptuando un leve repunte en 2021, no se corresponde con variaciones significativas en el **número de días de lluvia**, que se ha mantenido constante sin tendencias significativas. Por lo que, esta bajada de volumen de la precipitación es indicativo de una disminución de la intensidad de las precipitaciones, aunque no de la frecuencia o estacionalidad de las mismas.

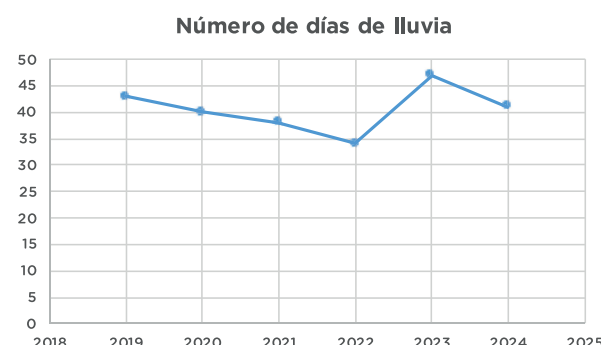
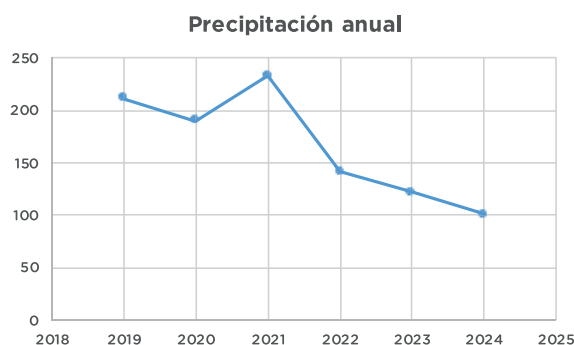
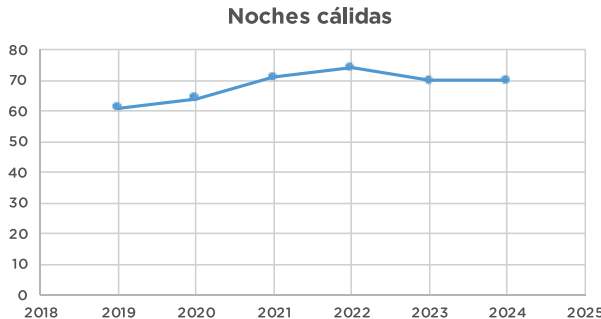
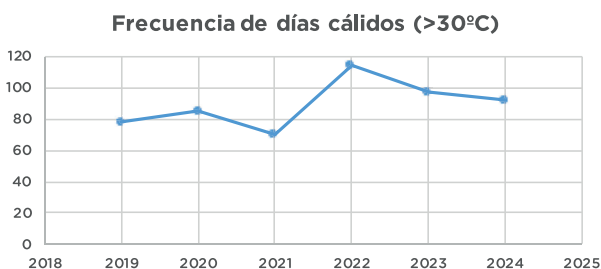
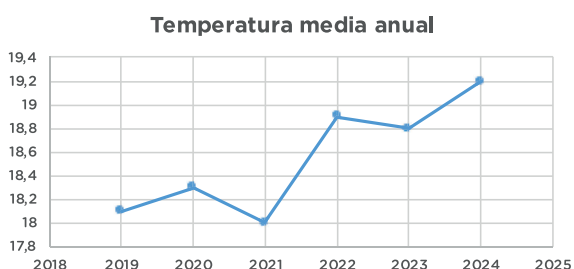


Figura 4.9. Tendencias climáticas durante los últimos 5 años (período 2019-2024) en el municipio de Huércal-Overa. Fuente: AEMET. Elaboración propia.

Análisis de tendencias climáticas en Huércal-Overa durante la serie histórica (1975-2020)

La **temperatura media** en el municipio de Huércal-Overa ha sufrido oscilaciones periódicas en los últimos 50 años. La temperatura media alcanzó su máximo en 1994 con 18,85°C y su mínimo en 2010 con 16,66°C, aunque la tendencia normal fluctúa entre los 17°C-18°C. En cambio, si comparamos con el año 2024, se observa un incremento hasta los 19,2°C registrados en la estación de la AEMET. El gráfico de las **temperaturas máximas** sigue un patrón muy similar a la temperatura media, con un máximo en 1994 de 24,89°C y un mínimo en 2010 de 22,51°C. En este caso, el rango de fluctuación en la temperatura es mayor, aunque los valores normales se sitúan entre los 23°C-24°C. En 2024, también se registró el récord de temperatura máxima con un valor de 25,2°C.

Existe mucha variabilidad en la tendencia histórica del número de **días cálidos**. Mientras que el valor máximo se registró en 2015 con 66 días, el valor mínimo sucedió en 1981 con tan solo 6 días.

Esto implica una fluctuación de 60 días entre el valor máximo y el mínimo. La tendencia media se distribuye en un rango de entre 35-45 días, no obstante, a partir de la década de los 2000, el promedio de días cálidos ha aumentado considerablemente inclusive dentro de los valores mínimos. En 2022, se registró un valor máximo de 114 días cálidos, mientras que en 2024 fueron 92 días, cifra muy elevada con respecto a la tendencia histórica registrada.

El patrón de **noches cálidas** presenta también una elevada variabilidad, con una tendencia ascendente más acentuada que la observada en los días cálidos a partir del año 2000. El registro extremo superior corresponde a 2015 con 64 noches, mientras que el mínimo se documentó en 1976 con apenas 2 noches lo que evidencia una fluctuación de 62 días entre ambos valores. La tendencia de noches cálidas en los últimos años es muy elevada, con un mínimo de 41 noches cálidas desde 2014. En 2022 se incrementó el número de noches cálidas a las 74 noches, mientras que, en el año 2024, fueron de 70 noches, por lo que, se deduce un aumento de la tendencia en los últimos años.

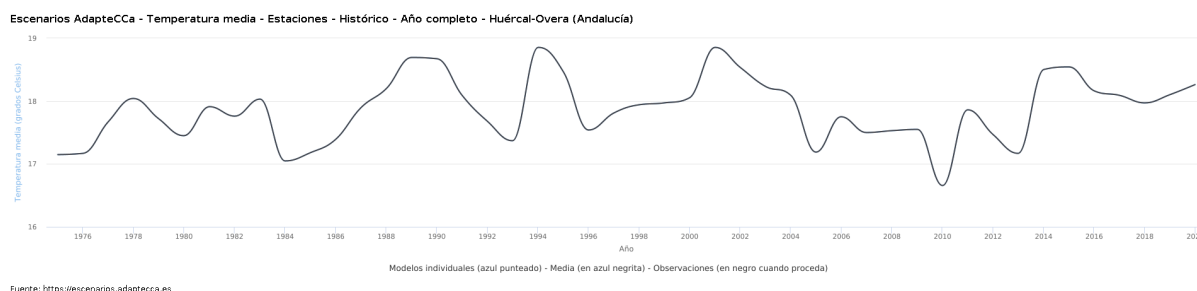


Figura 4.10. Histórico de la temperatura media en el municipio de Huércal-Overa. Fuente: Adaptecca.

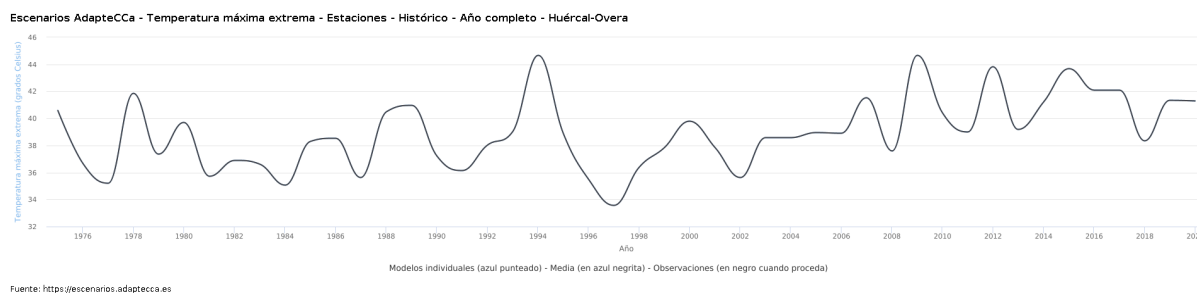


Figura 4.11. Histórico de la temperatura media de las máximas en el municipio de Huércal-Overa. Fuente: Adaptecca.

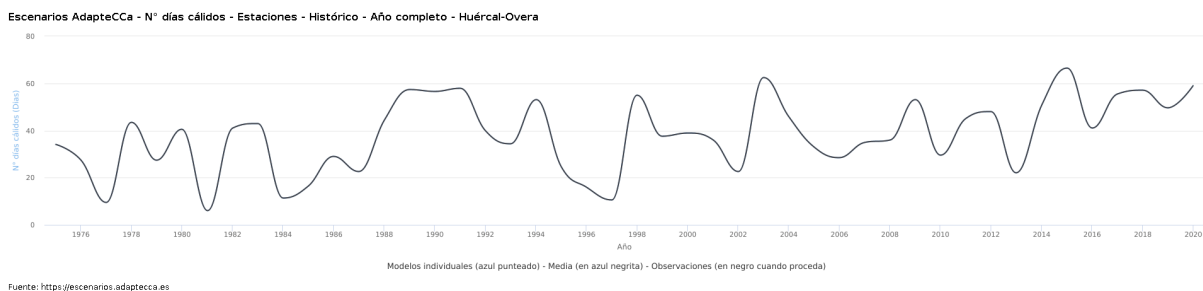


Figura 4.12. Histórico del número de días cálidos en el municipio de Huércal-Overa. Fuente: Adaptecca.

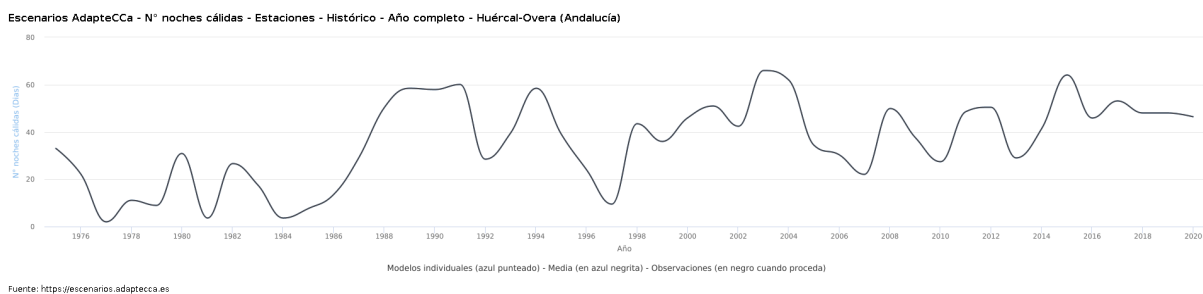


Figura 4.13. Histórico del número de noches cálidas en el municipio de Huércal-Overa. Fuente: Adaptecca.

Las precipitaciones han mostrado oscilaciones puntuales, aunque en general se han mantenido bajas. El máximo histórico se registró en 1989 (668 mm), mientras que el mínimo previo correspondió a 1995 (120,45 mm), estos valores son bastante extremos, puesto que la tendencia media se ha situado consistentemente entre 210 y 280 mm. No obstante, en 2024 se estableció un nuevo mínimo histórico con apenas 100,9 mm.

El análisis del número de **días de lluvia** presentó grandes oscilaciones: tras un leve incremento durante la década de 2000, experimentó un descenso a partir de 2010. Los valores extremos históricos fueron 43 días (máximo en 1989) y 14 días (mínimo

en 1995), aunque la media se mantiene entre 25 y 35 días anuales. Resulta notable que, pese a la tendencia descendente en las precipitaciones totales, los últimos años registren valores elevados: en 2023 se superó el valor máximo (47 días) y en 2024 se alcanzaron 41 días.

En definitiva, El clima de Huércal-Overa ha experimentado una **tendencia clara hacia el calentamiento** en las últimas décadas, caracterizada por:

- **Aumento de temperaturas:** La temperatura media ha superado su rango histórico (17-18°C), alcanzando **19,2°C en 2024**.

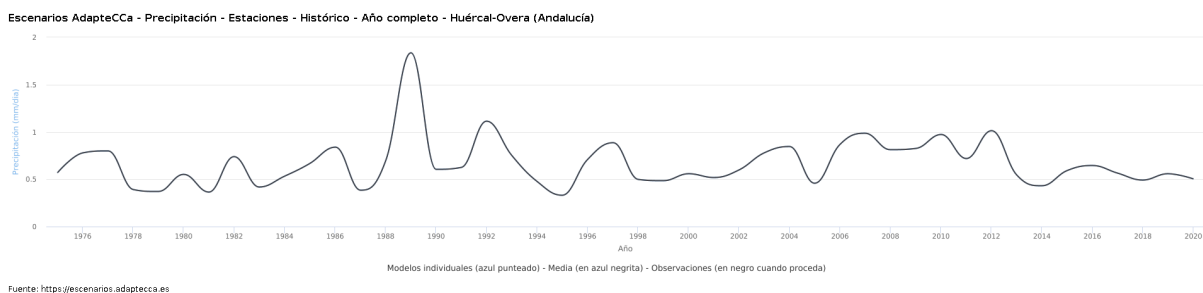
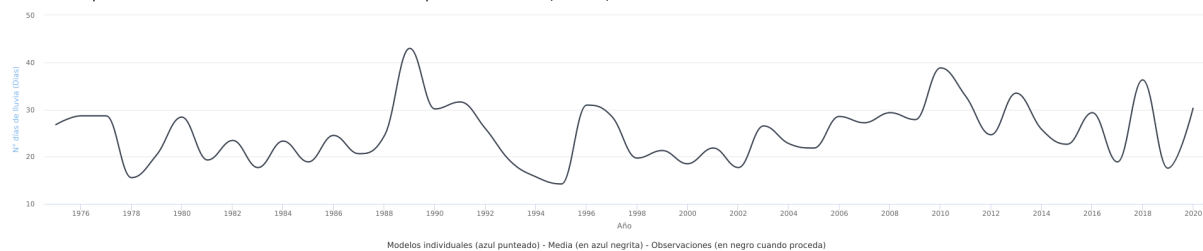


Figura 4.14. Histórico de las precipitaciones en el municipio de Huércal-Overa. Fuente: Adaptecca.



Escenarios AdapteCCa - N° días de lluvia - Estaciones - Histórico - Año completo - Huércal-Overa (Andalucía)



Fuente: <https://escenarios.adaptecca.es>

Figura 4.15. Histórico del número de días de lluvia en el municipio de Huércal-Overa. Fuente: Adaptecca.

- **Incremento de extremos térmicos:** Los días y noches cálidos han mostrado una **tendencia ascendente acelerada desde el año 2000**, con valores recientes muy por encima de la media histórica (**114 días cálidos en 2022** frente a una media de 35-45).
- **Precipitaciones más erráticas y en descenso:** Aunque las lluvias totales han disminuido (**nuevo mínimo histórico en 2024: 100,9 mm**), la frecuencia de días de lluvia se mantuvo alta en años recientes (47 días en 2023), sugiriendo eventos más intensos, pero más cortos.

como precedente de los **escenarios climáticos futuros**, donde se prevén incrementos de la temperatura, del número de días y noches cálidas y la menor precipitación todavía **aumentos de la temperatura**, aumento de los días y noches cálidas y una **disminución de las precipitaciones**, lo que acelerará los **procesos de desertificación en el municipio**.

Esta evolución, acorde a las predicciones de calentamiento global pronosticadas por organismos como el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), sirve

USO DE HERRAMIENTAS CLIMAAX PARA LA PREDICCIÓN DEL CLIMA

5.1. Workflow 1: Olas de calor. Definición sanitaria UE-EuroHEAT

5.1.1. Descripción metodológica y proceso

La identificación y análisis de olas de calor para el municipio de Huércal-Overa se ha realizado siguiendo estrictamente la metodología del proyecto EuroHEAT (Michelozzi *et al.*, 2007). Según esta definición, se considera ola de calor cualquier evento climático con una duración igual o superior a dos días consecutivos, en los que tanto la temperatura aparente máxima (Tappmax) como la mínima (Tappmin) superan el percentil 90 de la climatología mensual calculada para el periodo de referencia 1971-2000.

Para este estudio, se han utilizado datos diarios procedentes de la rejilla EURO-CORDEX (resolución 0,11°, aprox. 12 × 12 km), seleccionando la celda correspondiente a las coordenadas 37,65°N y -2,02°O, que representa a Huércal-Overa. El periodo analizado abarca desde 1986 hasta 2085, bajo dos trayectorias representativas de concentración de gases de efecto invernadero (RCP):

- RCP 4,5: escenario de estabilización con mitigación moderada.
- RCP 8,5: escenario de altas emisiones, sin medidas significativas de reducción.

El procedimiento se estructuró en tres fases:

- **Preprocesado de datos:** descarga de las series diarias de temperatura y humedad relativa desde el nodo ESGF de EURO-CORDEX, recorte espacial a la celda correspondiente y cálculo de la temperatura aparente.
- **Identificación y conteo de eventos:** aplicación del umbral del percentil 90 mensual (periodo 1971-2000) a Tappmax y Tappmin para cada día de la serie, contabilizando como día de ola de

calor únicamente aquellos incluidos en eventos ≥ 2 días consecutivos.

- **Análisis de tendencias:** cálculo de tendencias a largo plazo mediante ajuste polinómico de segundo grado y regresión lineal para ambos escenarios (RCP 4,5 y RCP 8,5), evaluando cambios en frecuencia, duración e intensidad de las olas de calor a lo largo del periodo de estudio.

Este enfoque permite no solo estimar la evolución futura de las olas de calor en Huércal-Overa, sino también contextualizar su intensidad y persistencia en relación con el clima histórico, lo que resulta esencial para la evaluación de riesgos y la planificación de medidas de adaptación.

5.1.2. Implementación de mejoras

Para mejorar la comprensión y la aplicabilidad de los resultados, se introdujeron diversas adaptaciones y optimizaciones respecto al flujo de trabajo original:

- **Integración de datos complementarios:** se incorporó un análisis de tendencia polinómica de segundo grado con el objetivo de suavizar la variabilidad interanual inherente a las series climáticas. Esta aproximación facilita la identificación de patrones a largo plazo y mejora la comunicación de los resultados a actores no especializados en climatología.
- **Automatización del proceso:** se desarrollaron scripts específicos que permiten extraer de forma automatizada y precisa el área correspondiente a la celda de la rejilla **EURO-CORDEX** para Huércal-Overa. Asimismo, se implementó la generación automática de archivos **CSV** depurados y estructurados, listos para ser integrados en otros módulos o herramientas del proyecto **CLIMAAX**, optimizando así la reproducibilidad y la eficiencia del análisis.

Esta estandarización de las salidas y su integración directa con otros componentes del proyecto permite vincular la información climática con indicadores socioeconómicos y de salud. Esto facilita la identificación de áreas y colectivos con mayor exposición y vulnerabilidad frente a las olas de calor, constituyendo una base sólida para priorizar y diseñar medidas de adaptación en el marco de LUGIA.

5.1.3. Resultados

Los resultados principales del análisis se han sintetizado en **formatos gráficos y tabulares** para facilitar su interpretación y difusión. Presentamos

la **evolución del número de días en ola de calor por año** para la localización de estudio (lat 37,65°, lon -2,02°), comparando los escenarios **RCP 4,5** y **RCP 8,5**. Se muestran dos vistas complementarias:

- **Barras anuales** calculadas con la **definición sanitaria de ola de calor a escala UE (EuroHEAT / EURO-CORDEX)**, que permiten ver la variabilidad año a año y la **divergencia entre escenarios**.
- **Ajustes cuadráticos** sobre la misma serie, para visualizar la **tendencia y su aceleración** a lo largo del siglo (crecimiento más rápido bajo RCP 8,5 y más contenido bajo RCP 4,5).

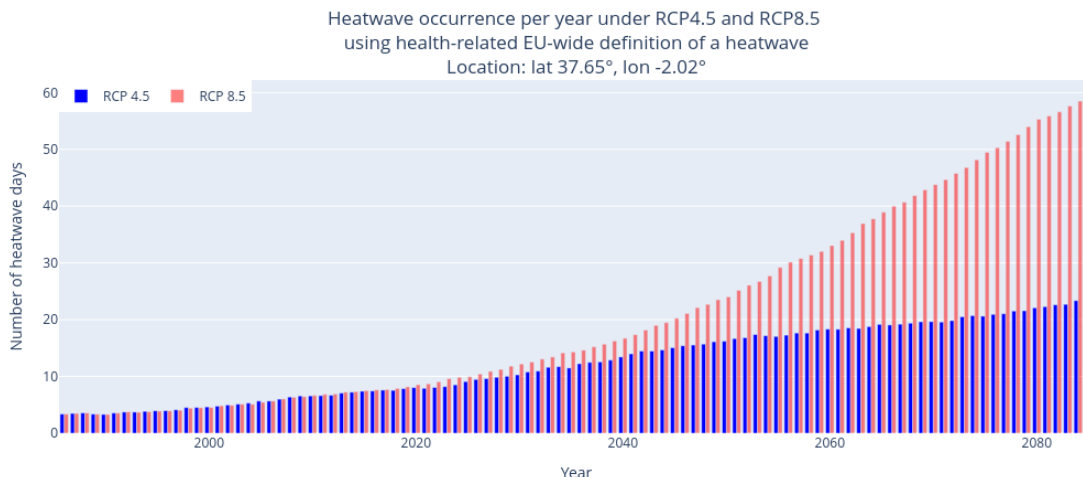


Figura 5.1. Días de ola de calor por año (RCP 4,5 vs RCP 8,5, definición UE). Fuente: EuroHEAT (análisis con ensemble EURO-CORDEX). Elaboración propia.

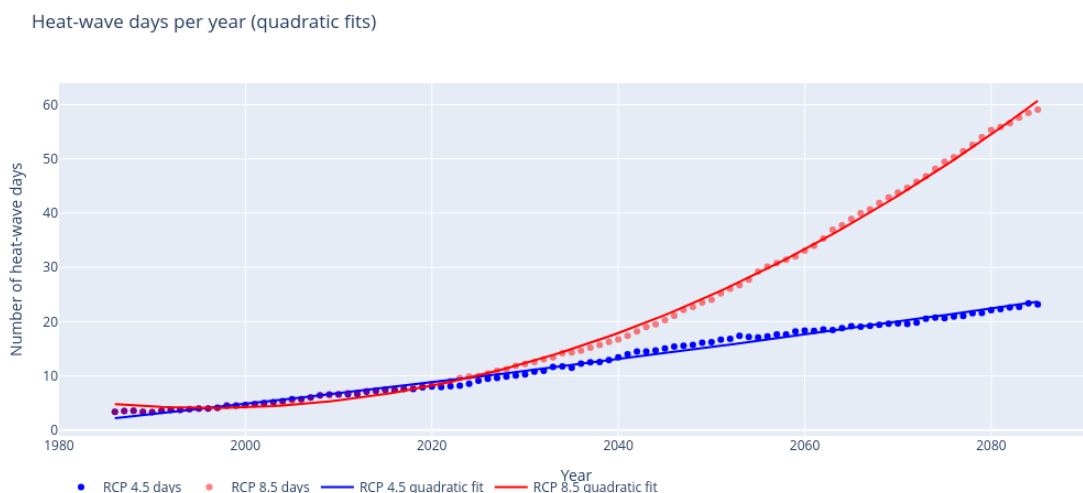


Figura 5.2. Días de ola de calor por año con ajuste cuadrático (RCP 4,5 vs RCP 8,5). Fuente: EuroHEAT / EURO-CORDEX. Elaboración propia.

5.1.4. Conclusiones

Las gráficas evidencian una tendencia clara al aumento del número anual de días con ola de calor en el municipio de Huércal-Overa. En el escenario RCP 4,5 la tendencia de incremento es prácticamente lineal, mientras que en el RCP 8,5 la pendiente se acentúa de forma notable, adquiriendo un comportamiento de crecimiento casi exponencial (Figura 5.2).

En la actualidad, aplicando la definición EU-wide de ola de calor, el municipio experimenta alrededor de 10 días anuales de temperaturas extremas (Figura 5.1), lo que supone un incremento de más de cinco días respecto a la situación en el año 2000.

Las proyecciones futuras muestran un panorama preocupante (Figura 5.2):

- **Escenario RCP 4,5 (mitigación moderada):** En torno a 2060, se prevé un aumento del 100% en el número de días de ola de calor, alcanzando casi 20 días anuales de temperaturas extremas.
- **Escenario RCP 8,5 (altas emisiones):** Para el mismo horizonte temporal, el incremento estimado supera el 200%, con más de 30 días anuales de ola de calor.

En síntesis, la conclusión principal es que **Huércal-Overa sufrirá con intensidad las consecuencias del cambio climático**, lo que tendrá un **impacto directo sobre la ciudad, sus ecosistemas urbanos y la salud de su población**. Este diagnóstico refuerza la necesidad de implementar, cuanto antes, estrategias de adaptación y medidas de mitigación basadas en la ciencia y ajustadas al contexto local.

5.2. Workflow 2: Olas de calor. Definición local

5.2.1. Descripción metodológica y proceso

Este workflow se centra en la **evaluación de las olas de calor** a partir de una definición adaptada a las condiciones climáticas y sanitarias específicas del municipio de Huércal-Overa. Según esta definición, se considera ola de calor todo evento

en el que, durante al menos **tres días consecutivos, la temperatura máxima diaria supera los 35 °C**. Este umbral ha sido seleccionado por su **relevancia en salud pública**, dado que se asocia a un incremento significativo de riesgos médicos en la población local y a la aparición de impactos observados en años recientes.

Para el análisis se emplearon datos climáticos procedentes del proyecto **EURO-CORDEX**, combinando el modelo climático global (GCM) MPI-M-MPI-ESM-LR con **el modelo climático regional (RCM) CLMcom-CLM-CCLM4-8-17**. Estos conjuntos de datos, con una resolución espacial aproximada de **12 km**, abarcan el **periodo 1971-2100**, lo que permite integrar tanto registros históricos como proyecciones futuras bajo los escenarios de emisiones **RCP 4,5 (mitigación moderada) y RCP 8,5 (altas emisiones)**. Debido a la ausencia de registros en determinados años, estos intervalos no han podido ser incluidos en la serie temporal y, en consecuencia, no aparecen representados en la gráfica.

El **procedimiento metodológico** seguido para este análisis comprende las siguientes etapas:

- **Descarga y preparación inicial de datos:** se obtuvieron los registros diarios de temperatura máxima y mínima (a 2 metros de altura) para los periodos históricos (1971-2005) y futuros (2006-2100) a través del servicio **CDS Copernicus**, utilizando la API correspondiente. Tras la descarga, los datos fueron descomprimidos, depurados y organizados en directorios específicos, con el fin de optimizar su posterior tratamiento.
- **Selección y recorte espacial de la región de estudio:** mediante una interfaz interactiva basada en mapas **Leaflet**, se delimitó una región centrada en Huércal-Overa. Posteriormente, las coordenadas seleccionadas en el sistema geográfico **WGS84** fueron transformadas al sistema de referencia de **EURO-CORDEX (Rotated Pole)** para garantizar la compatibilidad con los datos climáticos empleados.
- **Cálculo de índices de ola de calor con la biblioteca Xclim:** con los datos ya procesados, se calcularon indicadores específicos de olas de calor adaptados al contexto local (temperatura máxima > 35 °C durante al menos 3 días

consecutivos), empleando la librería **Xclim**. Los indicadores generados fueron:

- **Heat Wave Index (HWI)**: número total anual de días que forman parte de olas de calor.
 - **Heat Wave Frequency (HWF)**: número de eventos individuales de ola de calor por año.
 - **Heat Wave Total Length (HWTL)**: número total de días por año dentro de eventos de ola de calor.
 - **Duración promedio de eventos**: duración media anual (en días) de cada ola de calor individual.
- **Almacenamiento y reproyección de resultados**: los valores obtenidos para cada indicador se guardaron en formato **raster GeoTIFF**, reproyectados al sistema geográfico **WGS84** para facilitar su interoperabilidad con otros sistemas y herramientas SIG.
 - **Extracción y visualización de series temporales locales**: se generaron series temporales específicas para el punto geográfico exacto de Huércal-Overa. Posteriormente, se elaboraron visualizaciones interactivas con **Matplotlib** y **Plotly**, que permiten analizar la evolución anual de los indicadores bajo los distintos escenarios climáticos (RCP 4,5 y RCP 8,5).

En resumen, este flujo de trabajo proporciona una aproximación metodológica sólida y adaptada al contexto local de Huércal-Overa para la evaluación de las olas de calor. La combinación de datos de alta resolución, el uso de indicadores específicos y la generación de salidas gráficas e interactivas permite no solo caracterizar con detalle la evolución histórica y futura de estos fenómenos, sino también disponer de una base técnica fiable para orientar estrategias de adaptación climática y medidas de protección de la salud pública.

5.2.2. Implementación de mejoras

Para **aumentar la utilidad, precisión y capacidad de comunicación de los resultados**, se implementaron una serie de mejoras metodológicas respecto al procedimiento original:

- **Incorporación del índice de Rothfus (sensación térmica real)**: se añadieron cálculos basados en la combinación de temperatura y humedad relativa mediante el índice de Rothfus,

una fórmula utilizada por el National Weather Service de EE. UU. para calcular el Heat Index o índice de calor. Este índice permite estimar de manera más realista la **sensación térmica percibida por la población**, al integrar el efecto conjunto de temperatura y humedad. Es especialmente relevante en salud pública, ya que situaciones con temperaturas moderadamente altas pero acompañadas de elevada humedad pueden incrementar de forma significativa los riesgos para la salud, particularmente en colectivos vulnerables.

- **Automatización y parametrización avanzada**: el código se diseñó para admitir una **parametrización flexible a través de archivos YAML**, lo que facilita la modificación de umbrales y condiciones de análisis. Esta funcionalidad permite llevar a cabo ejercicios de sensibilidad y evaluar distintos escenarios hipotéticos (“qué pasaría si”) de manera ágil y reproducible.
- **Generación automática y estandarizada de salidas**: se desarrollaron scripts específicos que automatizan la producción de **gráficas interactivas** (incluyendo regresiones lineales para la evaluación de tendencias futuras diferenciadas por escenario climático) y la creación de **archivos CSV estructurados y depurados**. Estas salidas estandarizadas garantizan una mayor interoperabilidad, facilitando su integración directa en otros módulos analíticos del proyecto **CLIMAAX** y su uso en procesos de comunicación con actores no técnicos.

En conjunto, estas mejoras dotan al flujo de trabajo de una **mayor robustez, flexibilidad y aplicabilidad práctica**, reforzando su capacidad para generar información precisa y comprensible que sirva de base en los procesos de planificación climática y en la toma de decisiones estratégicas en Huércal-Overa.

5.2.3. Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos para los indicadores anuales de calor extremo en la localización de estudio (latitud 37,65°, longitud -2,02°), calculados a partir de la combinación GCM-RCM seleccionada. Para cada indicador se han generado dos tipos de representaciones gráficas complementarias:

- **Series temporales con ajuste lineal**, que permiten comparar de manera directa la evolución de las tendencias bajo los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5, facilitando la identificación de diferencias significativas en la magnitud y el ritmo de cambio entre un escenario de mitigación moderada y otro de altas emisiones.
- **Gráficos de barras desagregados por año**, útiles para identificar la variabilidad interanual y episodios singulares dentro de la serie histórica y proyectada, mostrando años con incrementos excepcionales de calor extremo, así como posibles periodos de estabilización relativa que ayudan a contextualizar las tendencias de largo plazo.

Los **indicadores analizados** son:

- Índice de calor de Rothfus (HI),
- Número total de días en ola de calor
- Duración media anual por evento de ola de calor
- Frecuencia anual de olas de calor
- Heat-Wave Index (días que forman parte de olas de calor).

Las **olas de calor** se identificaron aplicando un umbral de **tres o más días consecutivos con temperaturas máximas superiores a 35 °C y mínimas superiores a 0 °C**, lo que permite capturar episodios prolongados de calor intenso relevantes para la evaluación de impactos en el municipio.

Índice de calor de Rothfus (HI) - (Grados Celsius)

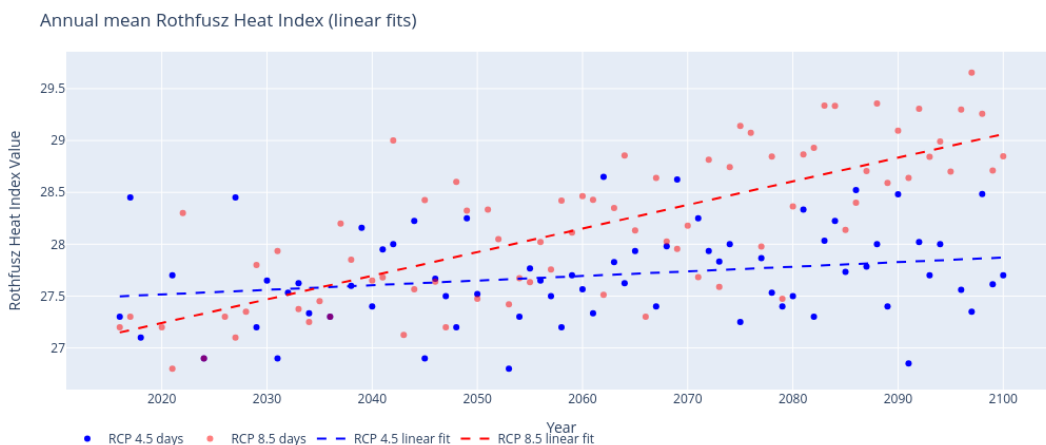


Figura 5.3. Índice de calor de Rothfus: tendencia anual (RCP 4,5 vs RCP 8,5). Dispersión anual y rectas de ajuste lineal. Fuente: Salida GCM-RCM (mpi_m_mpi_esm_lr - cilmcom_clm_cclm4_8_17). Elaboración propia.

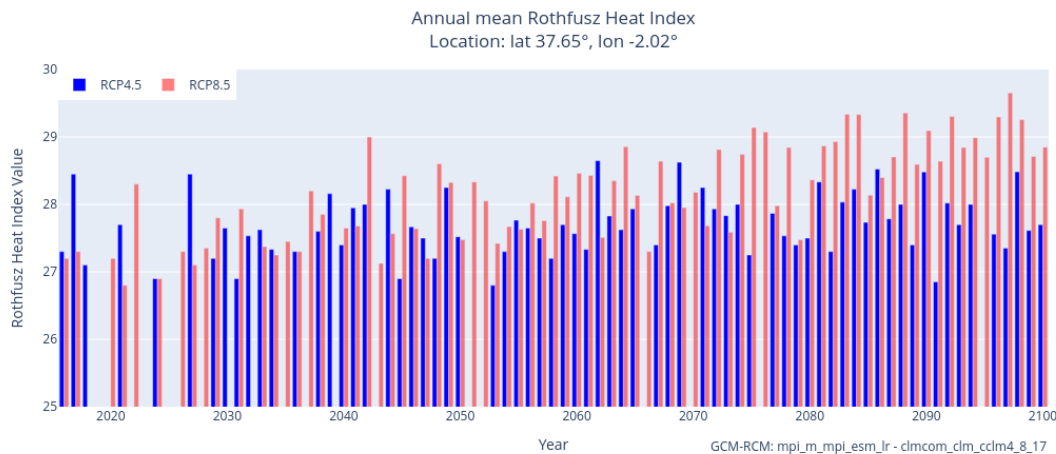


Figura 5.4. Índice de calor de Rothfus: barras anuales (RCP 4,5 vs RCP 8,5). Fuente: GCM-RCM indicado. Elaboración propia.

Número total de días en ola de calor

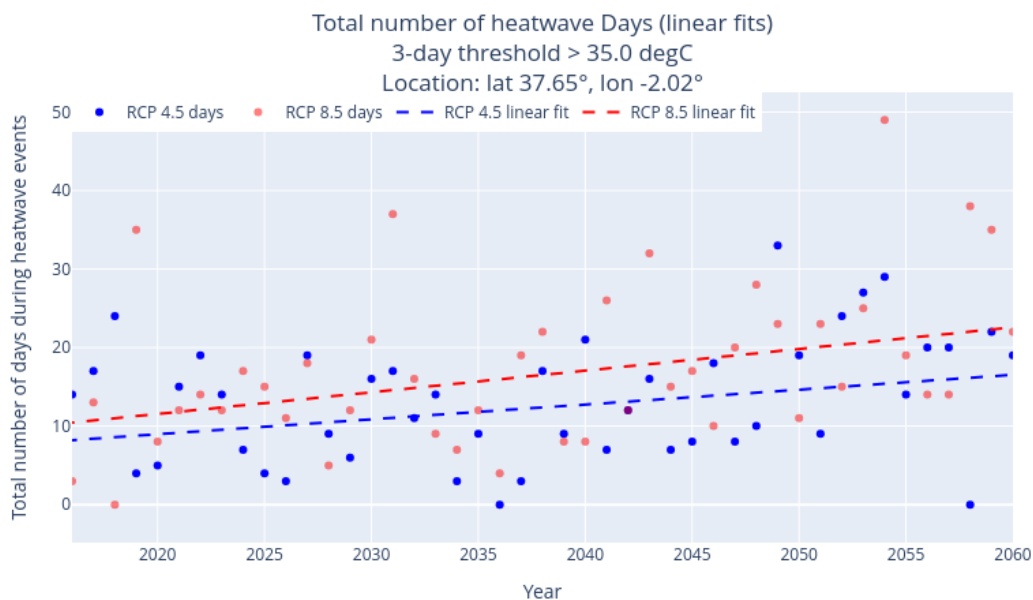


Figura 5.5. Días totales en ola de calor: tendencia anual (RCP 4,5 vs RCP 8,5). Dispersión anual y rectas de ajuste lineal. Fuente: GCM-RCM indicado. Elaboración propia.

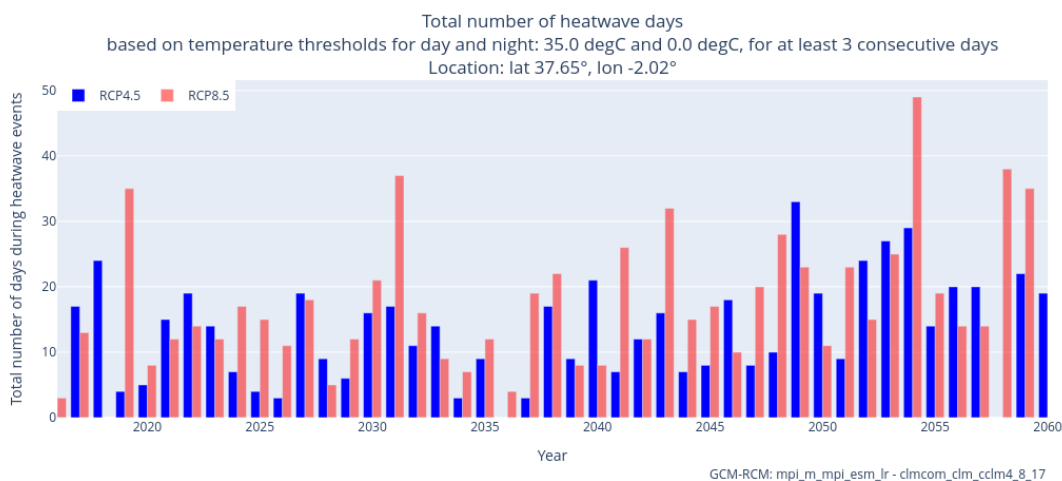


Figura 5.6. Días totales en ola de calor: barras anuales (RCP 4,5 vs RCP 8,5). Fuente: GCM-RCM indicado. Elaboración propia.

Duración media por evento

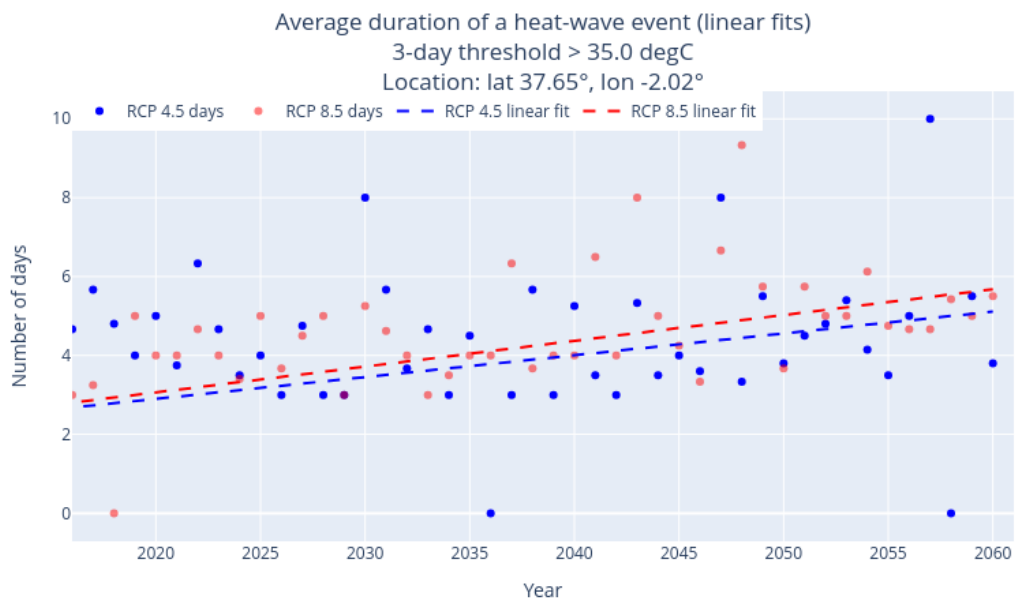


Figura 5.7. Duración media por evento: tendencia anual (RCP 4,5 vs RCP 8,5). Dispersión anual y rectas de ajuste lineal. Fuente: GCM-RCM indicado. Elaboración propia.

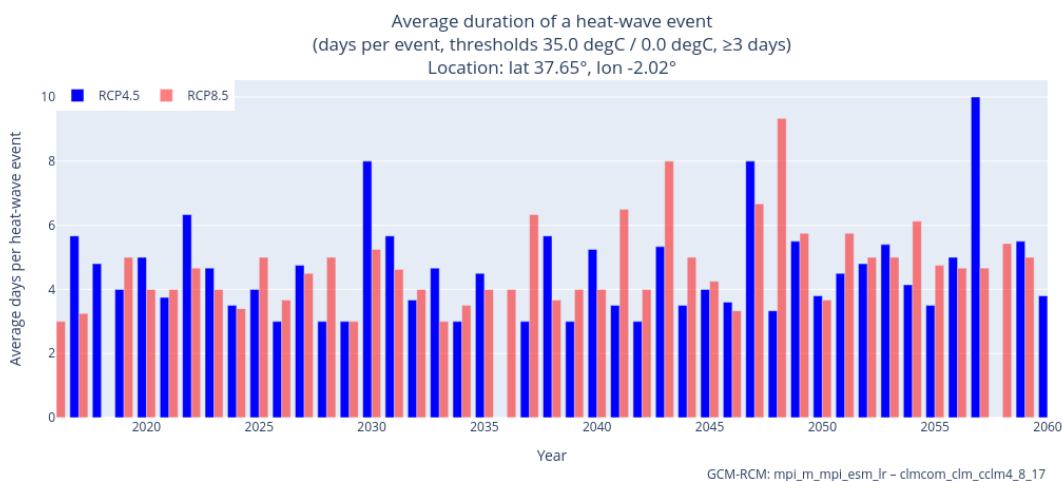


Figura 5.8. Duración media de las olas de calor: barras anuales (RCP 4,5 vs RCP 8,5). Fuente: GCM-RCM indicado. Elaboración propia.

Frecuencia anual de olas de calor

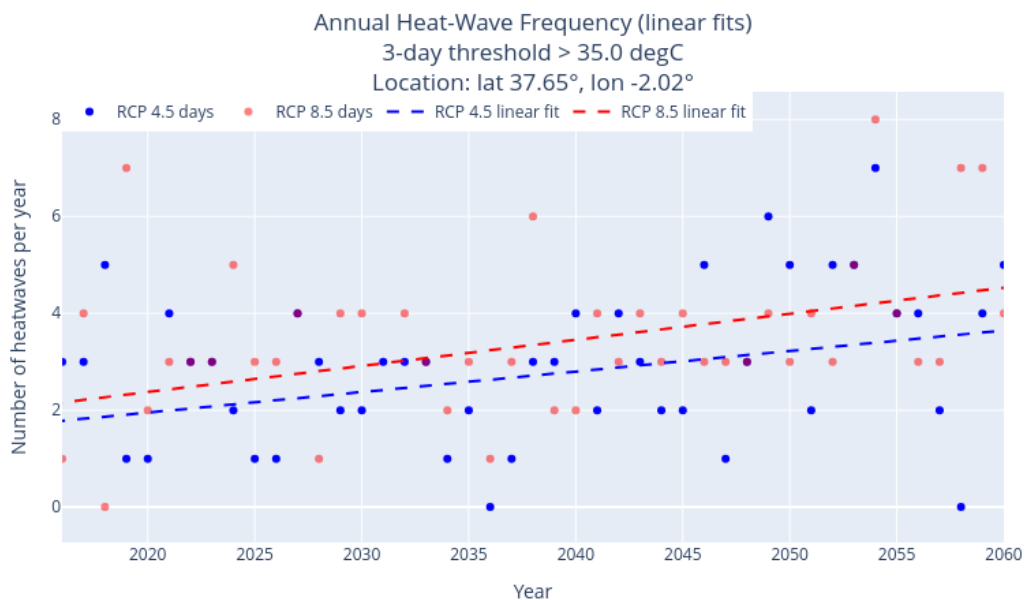


Figura 5.9. Frecuencia anual de olas de calor: tendencia (RCP 4,5 vs RCP 8,5). Dispersión anual y rectas de ajuste lineal. Fuente: GCM-RCM indicado. Elaboración propia.

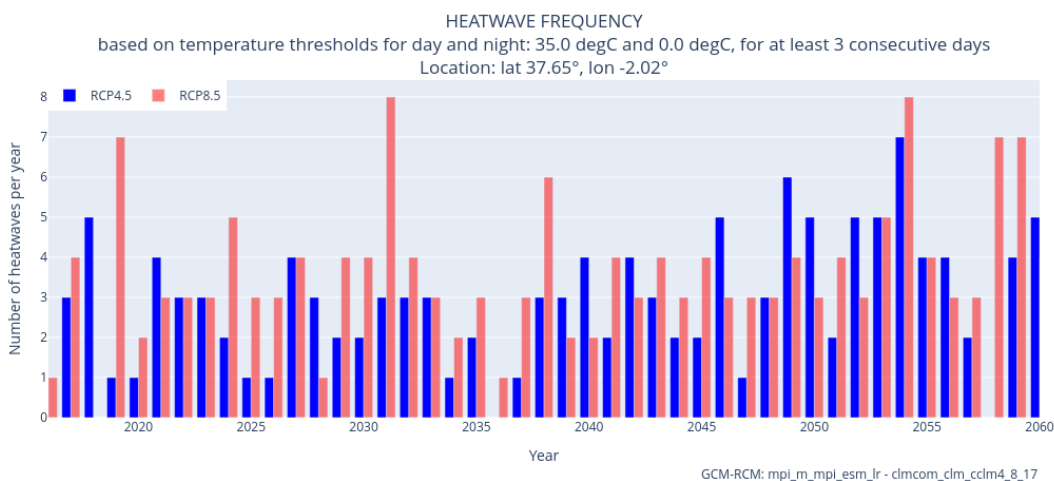


Figura 5.10. Frecuencia de olas de calor: barras anuales (RCP 4,5 vs RCP 8,5). Fuente: GCM-RCM indicado. Elaboración propia.

Heat-Wave Index

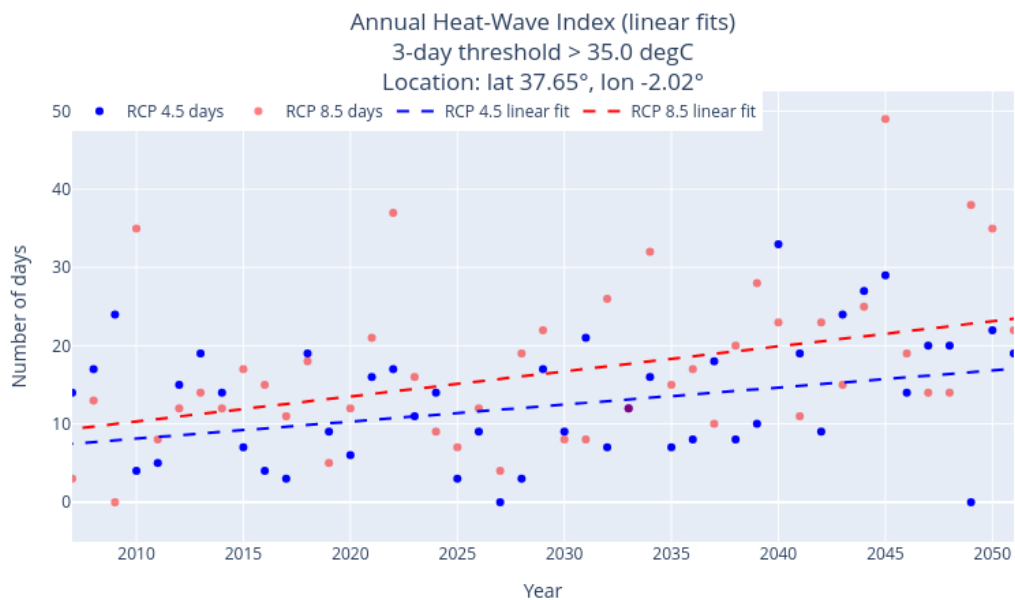


Figura 5.11. Heat-Wave Index: tendencia anual (RCP 4,5 vs RCP 8,5). Dispersión anual y rectas de ajuste lineal. Fuente: GCM-RCM indicado. Elaboración propia.

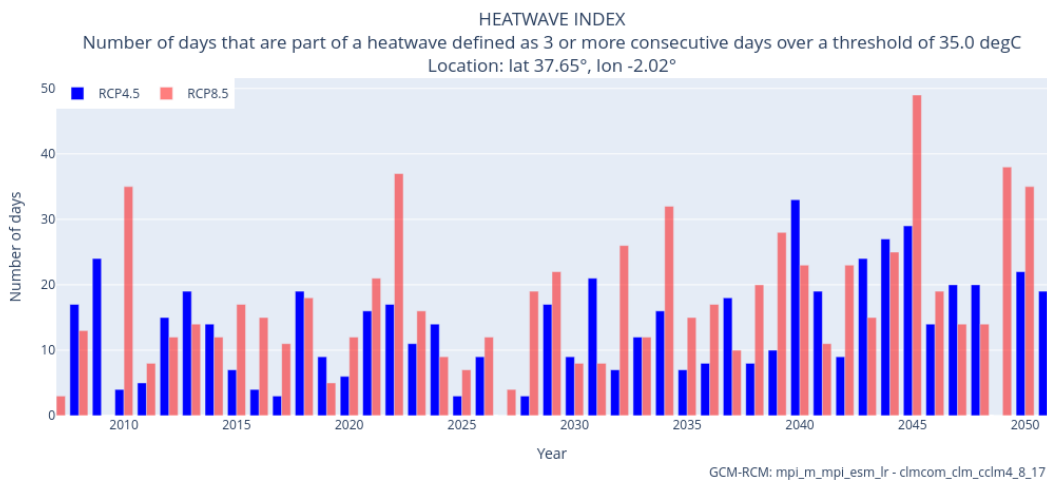


Figura 5.12. Heat-Wave Index: barras anuales (RCP 4,5 vs RCP 8,5). Fuente: GCM-RCM indicado. Elaboración propia.



5.2.4. Conclusiones

A continuación, se presentan las principales conclusiones derivadas del análisis de los indicadores climáticos seleccionados para el municipio de Huércal-Overa:

Índice de calor de Rothfus (HI)

Es un indicador que combina **temperatura del aire** y **humedad relativa** para estimar la **sensación térmica percibida por el cuerpo humano**. Se expresa en grados Celsius (°C) o Fahrenheit (°F), pero no es una temperatura real, sino una estimación del **estrés térmico fisiológico** al que está sometida una persona. Valores por debajo de 27°C reflejan confort térmico, sin riesgos significativos para la salud. A partir de esa temperatura comienza el bochorno y, por encima de 32°C el estrés térmico, que se va haciendo más grave a medida que aumenta ese valor.

El municipio de Huércal Overa presenta **valores históricos anuales medios por encima de 27°C** y las previsiones apuntan a que prácticamente se alcanzarán los 28°C en RCP 4,5 y se superarán los 29°C en RCP 8,5 en el año 2060 (Figura 5.3). Esto implica una generalización de la sensación de bochorno y fatiga en la población por la exposición durante periodos prolongados. Sin embargo, **en ningún caso se alcanzará el valor de 32°C** (Figura 5.4), umbral para la consideración del estrés térmico, ni siquiera en los años con previsiones más extremas.

Número total de días en ola de calor

La tendencia es claramente ascendente. Se pasa de unos 10 días históricos a más de 15 días en 2060

bajo RCP 4,5, y a más de 20 días en RCP 8,5. Esto supone incrementos del 50% y 100% respectivamente (Figura 5.5). Además, en los años con peor pronóstico, podrían alcanzarse más de 30 o 40 días de ola de calor en un solo año (Figura 5.6), lo que significaría un verano con más de un mes bajo condiciones críticas.

Duración media por evento

La duración media es actualmente inferior a 3 días, pero muestra una tendencia a duplicarse, alcanzando valores cercanos a 6 días en ambos escenarios para 2060 (Figura 5.7). En años extremos podrían superarse los 8 días por episodio (Figura 5.8), lo que incrementa la peligrosidad al prolongarse la exposición continua al calor extremo.

Frecuencia anual de olas de calor

La frecuencia pasa de unas 2 olas anuales en el periodo histórico a unas 4 en promedio hacia 2060, en ambos escenarios (Figura 5.9). Esto supone un incremento del 100 %. En años de máxima intensidad, se prevé que puedan registrarse más de 6 o incluso 7 episodios por año (Figura 5.10), lo que transformaría la climatología local en un contexto recurrente de estrés térmico estival.

Heat-Wave Index

Este índice mide la carga anual acumulada de días en ola de calor, reflejando el nivel total de exposición de la población y del entorno a condiciones de riesgo. A mayor valor, mayor es la exposición acumulada de la población y del entorno a condiciones de riesgo. Valores < 5 días/año indican baja ocurrencia; entre 5–15 días/año, el calor extremo se vuelve recurrente; y > 20–30 días/año reflejan calor extremo prolongado, con impactos severos

El municipio, **ya supera el umbral de los 5 días/año** en la actualidad (Figura 5.11), lo que confirma que el riesgo para la salud, sobre todo en el caso de la población vulnerable, es una realidad tangible. Las proyecciones indican que bajo RCP 8,5 se alcanzará de manera permanente el umbral de los 20 días hacia 2040 (Figura 5.12), con consecuencias graves sobre la salud pública, los ecosistemas urbanos, el consumo energético y la productividad económica. Incluso antes de ese año podrían registrarse puntualmente valores superiores a 30 días/año (Figura 5.12).

En síntesis, los resultados evidencian que **el municipio de Huércal-Overa se enfrenta a un escenario de intensificación progresiva de las olas de calor**, tanto en frecuencia como en duración y severidad, con un impacto directo sobre la salud pública y la habitabilidad urbana. Aunque el índice de Rothfusz no alcanza niveles críticos de estrés térmico, la tendencia a un aumento sostenido de la sensación de bochorno afectará de forma generalizada a la población. A ello se suma el incremento en el número total de días de ola de calor, la prolongación de su duración y la mayor recurrencia anual de episodios, que transformarán **el verano en un periodo de riesgo climático constante**. El Heat-Wave Index confirma este diagnóstico al señalar que, en las próximas décadas, especialmente bajo el escenario RCP 8,5, Huércal-Overa afrontará **condiciones de calor extremo prolongado con efectos severos** no solo en la salud, sino también en los ecosistemas, el consumo energético y la economía local. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de priorizar estrategias de adaptación del entorno urbano, que permitan la adaptación y mitigación basadas en soluciones naturales.

APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS CLIMAAX PARA LA PREDICCIÓN DE RIESGO

6.1. Workflow 3: Evaluación de riesgo con datos satelitales históricos

6.1.1. Descripción metodológica y proceso

Este flujo de trabajo se centra en la **evaluación espacial del riesgo de exposición al calor extremo en el municipio de Huércal-Overa**, utilizando como referencia datos satelitales históricos correspondientes al verano de 2016. La elección de este año se justifica por tratarse del más caluroso registrado en la serie satelital disponible, lo que permite un análisis representativo de condiciones extremas.

La metodología se estructura en torno a dos componentes fundamentales del riesgo climático, la **exposición** y la **vulnerabilidad**:

- Exposición (Temperatura Superficial, LST):** Los datos se obtuvieron del satélite *Landsat-8*, con una resolución espacial de 30 m por píxel. Se recopilaron seis escenas del verano de 2016, una cada 15 días, desde el mes de junio, excluyendo aquellas con nubosidad superior al 50% del área. A partir de las imágenes seleccionadas se construyó un mosaico raster que refleja los valores máximos de temperatura superficial alcanzados en cada píxel. Posteriormente, dichos valores fueron clasificados

en diez intervalos de peligrosidad para la salud humana, desde **“Muy baja”** (<20–25 °C) hasta **“Muy alta”** (55–60 °C).

- Vulnerabilidad (Distribución de la Población):** Se emplearon datos de población del proyecto *WorldPop* (resolución 100 m), siguiendo los lineamientos de la metodología CLIMAAX. Estos datos fueron complementados con información censal del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2021), lo que permitió refinar la identificación de grupos poblacionales especialmente sensibles al calor extremo, como los niños de 0 a 4 años y los mayores de 65 años. El resultado fue un mapa espacialmente detallado de la población vulnerable, categorizado en niveles que van de **“Muy baja”** a **“Muy alta”** vulnerabilidad.

Posteriormente, ambos componentes, exposición y vulnerabilidad, se integraron mediante una **matriz de riesgo** que permitió generar una **estimación georreferenciada y detallada del nivel de riesgo climático**. Este procedimiento no solo facilita la cuantificación del riesgo, sino que también posibilita su representación cartográfica, lo que resulta fundamental para identificar espacialmente las áreas críticas del municipio.

Con el fin de aportar una visión más ajustada a la realidad cotidiana de la población, el **análisis se realizó de forma diferenciada para dos escalas:**

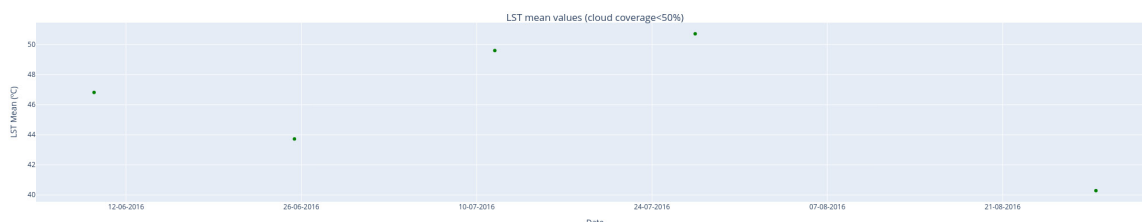


Figura 6.1. Series Landsat-8 (verano 2016): LST media por fecha. Fuente: Landsat-8 OLI/TIRS (2016). Elaboración propia.

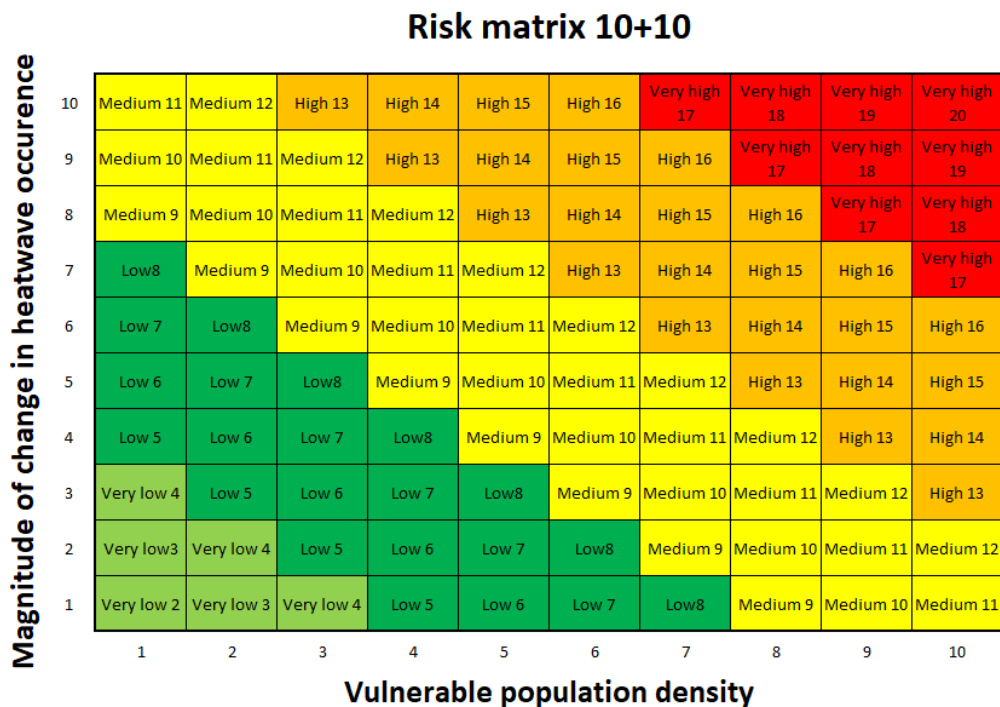


Figura 6.2. Matriz de riesgo 10x10. Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología del estudio.

el término municipal completo y la zona urbana consolidada. Esta doble aproximación permite, por un lado, contextualizar el riesgo en todo el territorio municipal y, por otro, focalizarse en los espacios donde reside y desarrolla su vida la mayor parte de la ciudadanía. De esta manera, se obtiene una **evaluación más precisa y útil para la planificación de medidas de adaptación** localizadas, priorizando aquellas que impactan directamente en la calidad de vida de la población.

El análisis se dividió en fases claramente estructuradas:

- **Recopilación y preprocesado de datos satelitales:** incluyó la descarga y descompresión automatizada de imágenes Landsat-8, la selección de escenas con baja nubosidad y la generación de un mosaico raster representativo de la temperatura superficial máxima registrada durante el verano de 2016.
- **Clasificación de la exposición al calor:** los valores continuos de temperatura superficial fueron reclasificados en categorías discretas, definidas para facilitar su interpretación en términos de riesgo para la salud y exposición ambiental.

- **Análisis espacial combinado:** tanto los datos satelitales como los de población se re proyectaron a un sistema de referencia común (Lambert Azimuthal Equal-Area, EPSG:3035), lo que permitió realizar análisis geoespaciales consistentes. Con ello se produjeron mapas específicos para la extensión urbana y municipal de Huércal-Overa, representando la intersección espacial entre exposición al calor y vulnerabilidad poblacional.
- **Generación de métricas cuantitativas y visualización:** se calcularon métricas de superficie asociadas a cada categoría de exposición y vulnerabilidad, representadas mediante diagramas circulares, gráficos interactivos y mapas dinámicos. Adicionalmente, se incluyeron gráficos de dispersión de temperatura superficial promedio en fechas seleccionadas, que permiten identificar episodios críticos con mayor claridad.
- **Evaluación final de riesgo:** la integración de la información de exposición y vulnerabilidad se realizó a través de una matriz de riesgo (exposiciónxvulnerabilidad), generando un mapa final de riesgo climático poblacional. Este producto permitió identificar de forma precisa las áreas

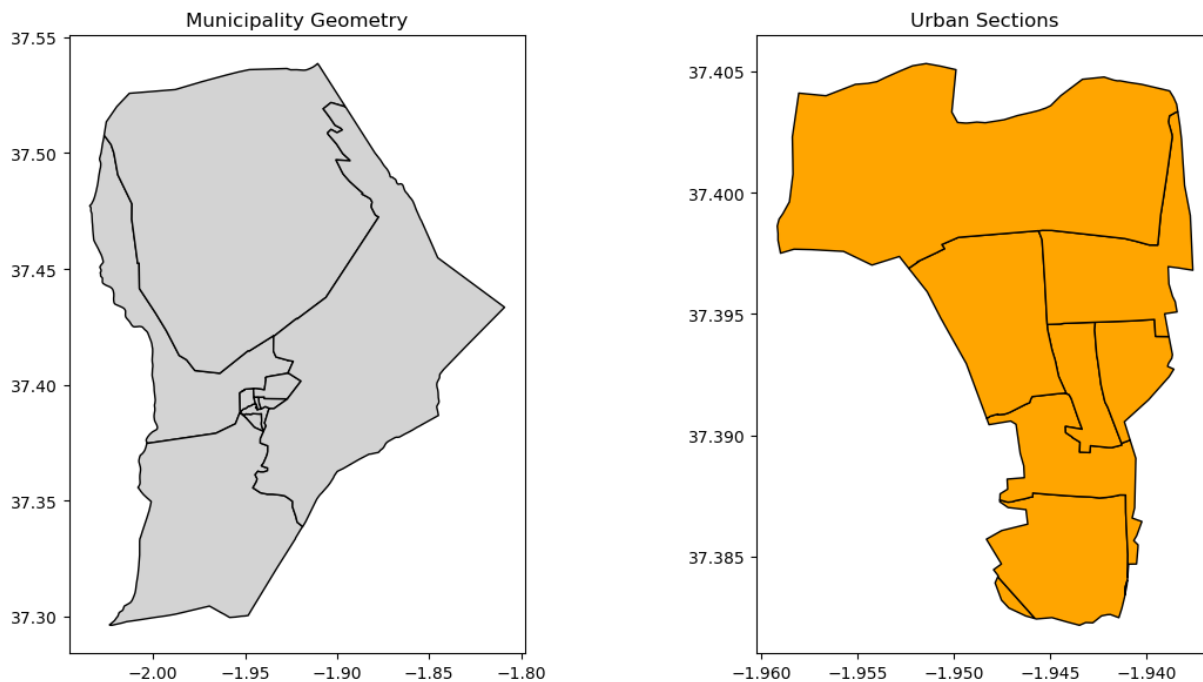


Figura 6.3. Unidades de análisis. Fuente: INE (Distritos censales). Elaboración propia.

críticas dentro del municipio, constituyendo una herramienta clave para la planificación de políticas de adaptación y gestión del riesgo asociado a olas de calor.

6.1.2. Implementación de mejoras

Para robustecer y mejorar la calidad y utilidad del análisis, se implementaron varias mejoras significativas respecto al enfoque inicial:

- **Corrección y ajuste poblacional:** se incorporaron datos censales actualizados del INE (2021), que complementan a *WorldPop*, fuente principal utilizada en la metodología CLIMAAX. Esta integración permitió corregir la subestimación habitual que presenta *WorldPop* en áreas urbanas densas, debido a que este modelo distribuye la población a partir de promedios espaciales y criterios de densidad general, lo que tiende a diluir la concentración real en entornos con alta compacidad residencial. Esta corrección permitirá, en fases posteriores, integrar de forma precisa datos económicos y sociodemográficos, mejorando la estimación de la vulnerabilidad poblacional, a través de la generación de un índice de vulnerabilidad multivariable.
- **Automatización avanzada del flujo de trabajo:** todas las etapas de extracción, filtrado, clasificación y análisis espacial fueron automatizadas mediante *scripts* específicos en Python, garantizando la reproducibilidad del procedimiento, la eficiencia en el tratamiento de datos y la escalabilidad para futuros análisis en otros periodos o territorios.
- **Nuevas herramientas analíticas y visualización avanzada:** se desarrollaron funciones personalizadas para la generación automática de gráficos comparativos, como diagramas de pastel y de área, que muestran con claridad la proporción de superficie expuesta a cada nivel de riesgo. Asimismo, se añadieron mapas comparativos interactivos que permiten explorar de manera simultánea la distribución espacial de la exposición térmica y de la vulnerabilidad poblacional.
- **Producción de resultados interoperables:** los productos finales se exportaron en formatos estándar (GeoTIFF para datos raster y *GeoPackage* para datos vectoriales), garantizando su integración en sistemas GIS externos y facilitando su utilización directa por parte de las administraciones locales en la planificación

territorial y en la preparación de respuestas frente a episodios de calor extremo.

6.1.3. Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis combinado de datos de población y exposición térmica. Para la caracterización demográfica se emplearon fuentes censales (INE, 2021) complementadas con datos globales de *WorldPop* (2025), mientras que la exposición se estimó mediante información satelital del sensor **Landsat-8** correspondiente al verano de 2016, debido a las altas temperaturas

y la ausencia de nubes, factores que facilitan el análisis satelital. Esta integración permitió cartografiar la distribución espacial de la población vulnerable y superponerla con las áreas de mayor sobrecalentamiento, generando una visión detallada del riesgo climático.

Las figuras que siguen muestran las siguientes variables del análisis:

- Estructura de la población total y vulnerable.
- Distribución espacial de la exposición térmica.
- Superposición de ambos factores en mapas de riesgo.

Análisis con información de WorldPop (Metodología CLIMAAX)

Estructura de la población total y vulnerable

Análisis con información de Worldpop

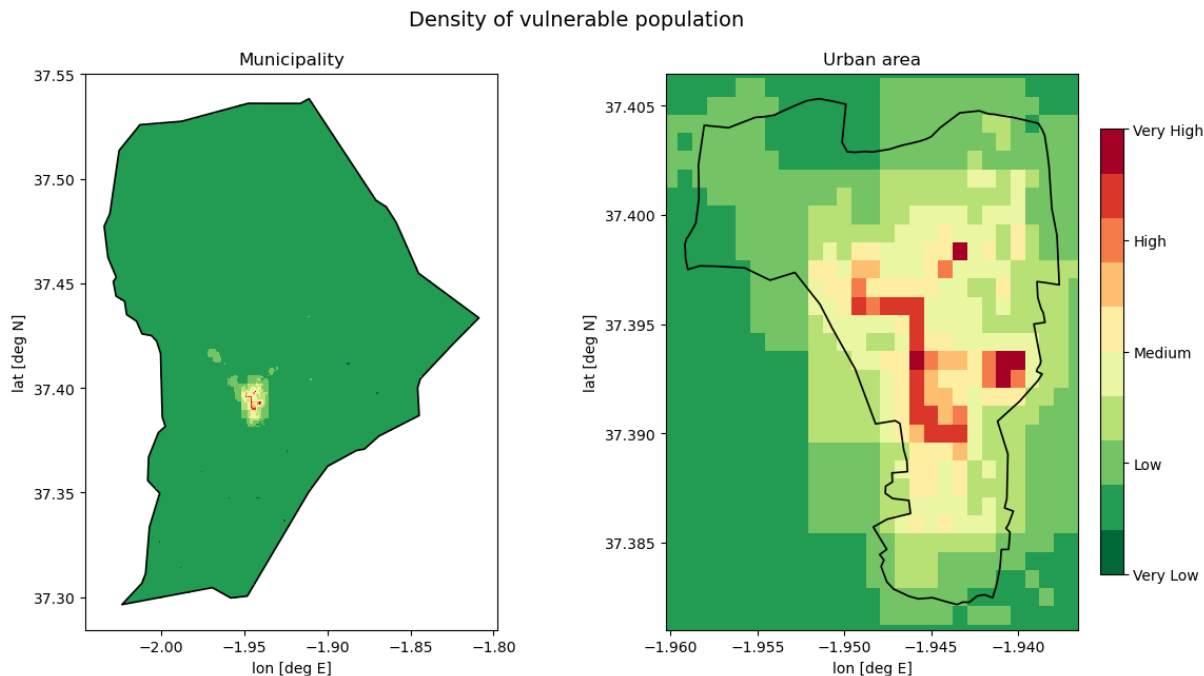


Figura 6.4. Densidad de población vulnerable (*WorldPop* 2025): urbano y municipal. Fuente: *WorldPop* 2025 (densidad). Elaboración propia.

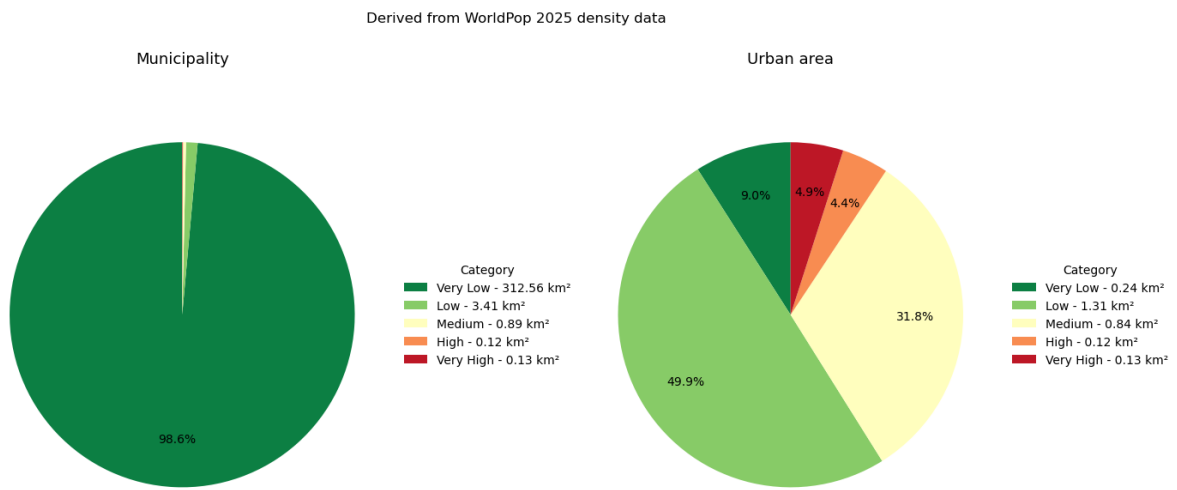


Figura 6.5. Proporción de superficie por categoría de densidad de población vulnerable (municipio vs. área urbana). Fuente: WorldPop 2025. Elaboración propia.



Análisis con información del INE

Total population (INE)

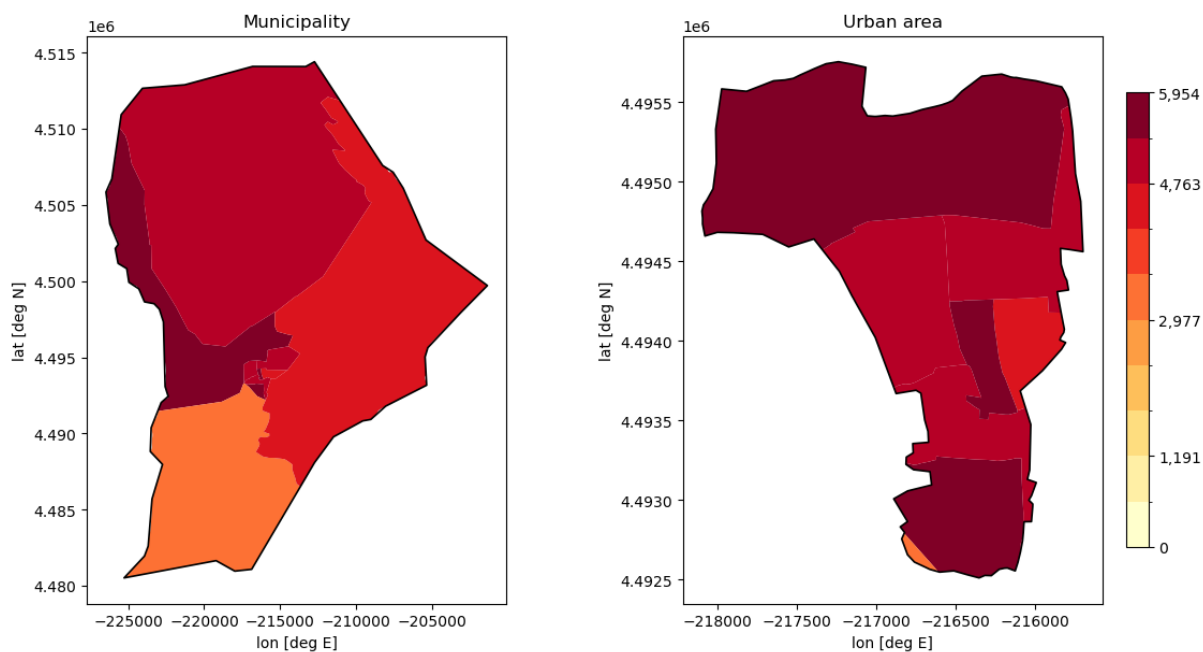


Figura 6.6. Población total en los ámbitos urbano y municipal. Fuente: INE (2021/2024). Elaboración propia.

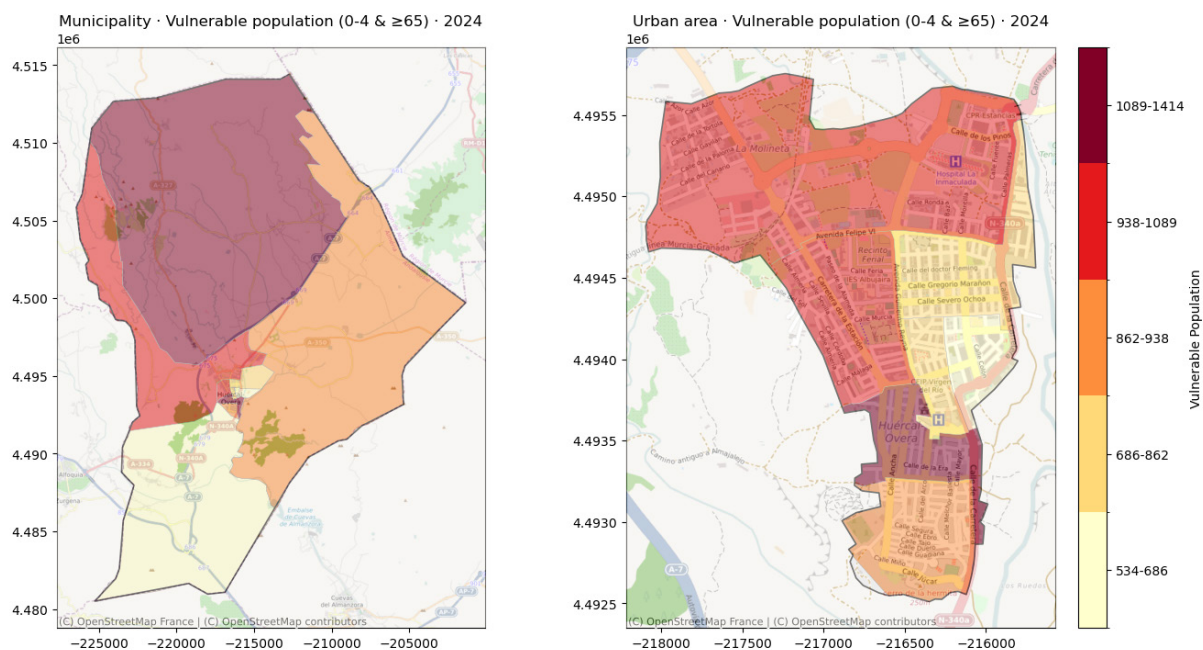


Figura 6.7. Población total vulnerable 0-4 y ≥65 (municipio y área urbana). Fuente: INE (2024). © OpenStreetMap contributors. Elaboración propia.

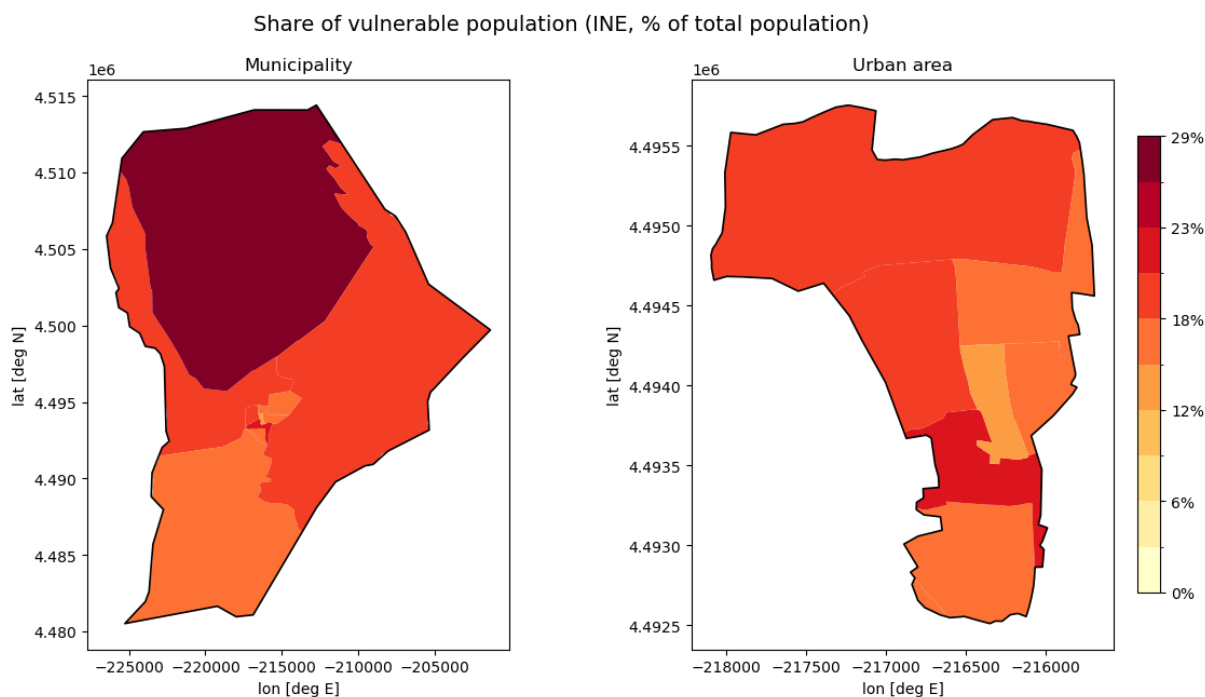


Figura 6.8. Proporción de población vulnerable (urbano y municipal). Fuente: INE (2024). Elaboración propia.

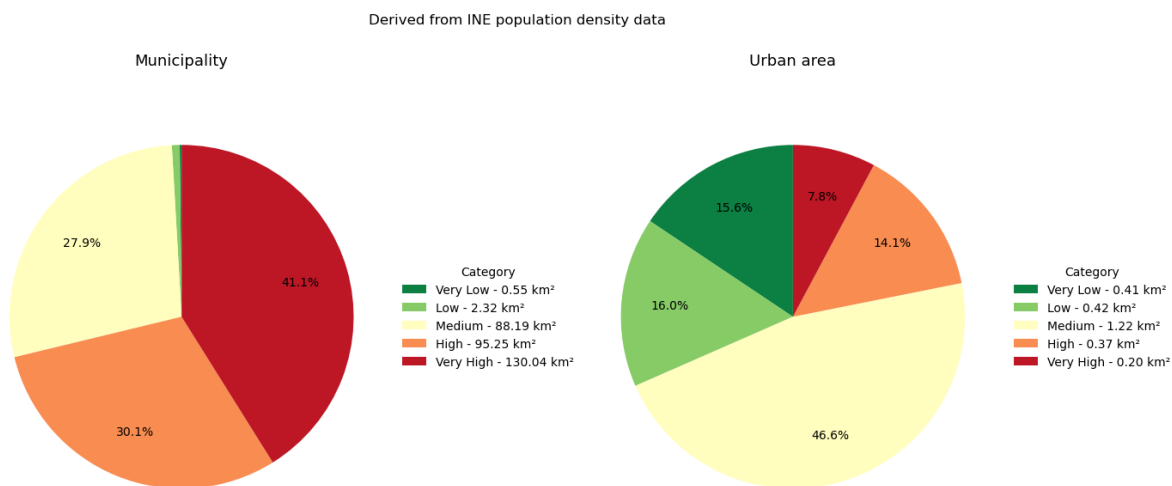


Figura 6.9. Superficie total por categoría de densidad de población vulnerable (INE). Fuente: INE (2021/2024). Elaboración propia.

Análisis con información de Worldpop + INE

Population-density comparison (Census vs. WorldPop)

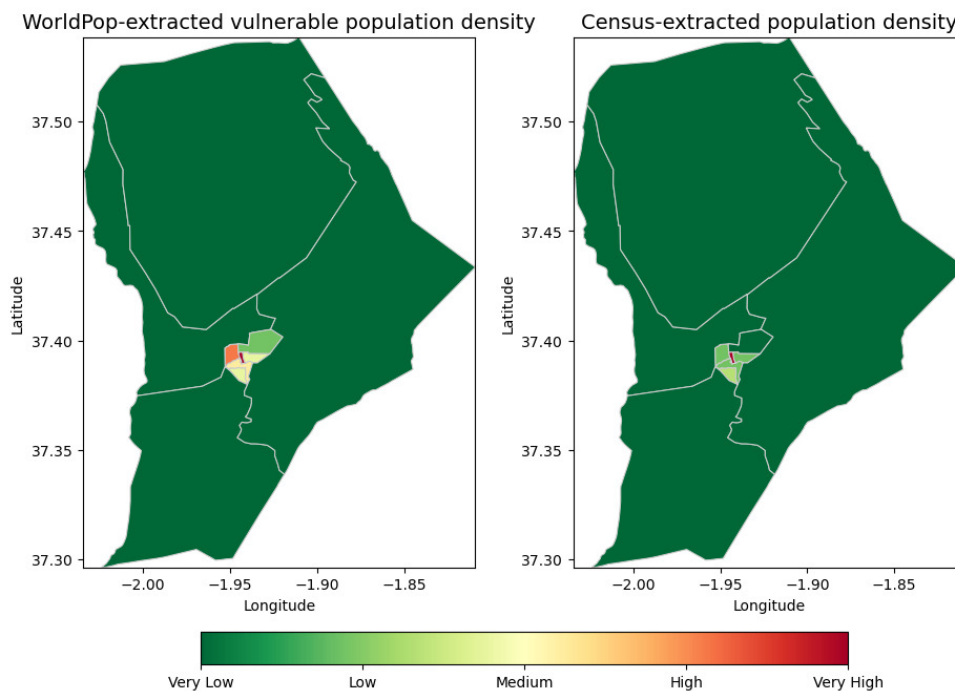


Figura 6.10. Densidad de población vulnerable: comparación de fuentes. Fuente: WorldPop 2025; INE (2024). Elaboración propia.

Share of vulnerable population (INE)

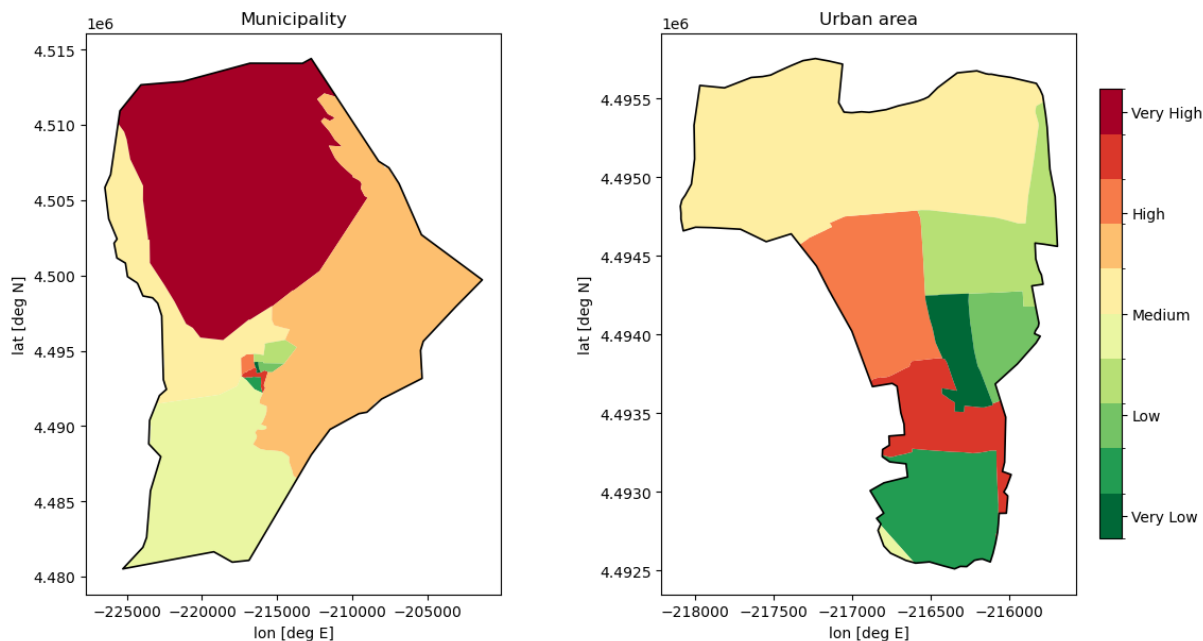


Figura 6.11. Proporción de población vulnerable (0-4 y ≥65 años). Fuente: WorldPop 2025 + ajuste con INE. Elaboración propia.

Distribución espacial de la exposición térmica

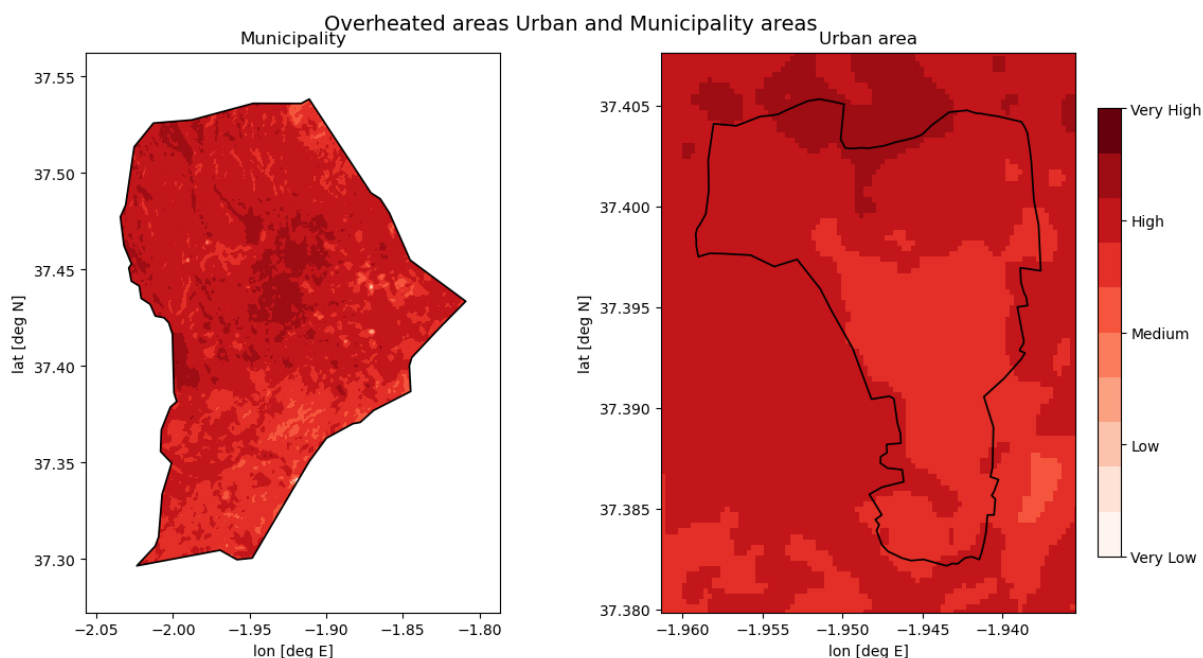


Figura 6.12. Zonas sobrecalentadas (exposición) en ámbitos urbano y municipal. Fuente: Landsat-8 OLI/TIRS (2016). Elaboración propia.

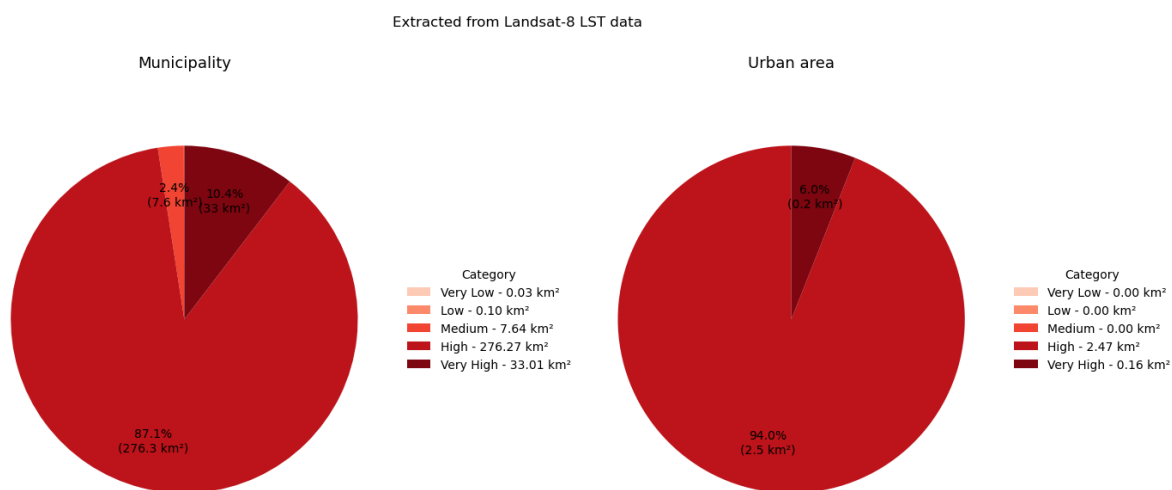


Figura 6.13. Reparto de superficie por categoría de sobrecalentamiento (LST 2016). Fuente: Landsat-8 OLI/TIRS (2016). Elaboración propia.

Superposición de ambos factores en mapas de riesgo

Análisis con información de Worldpop

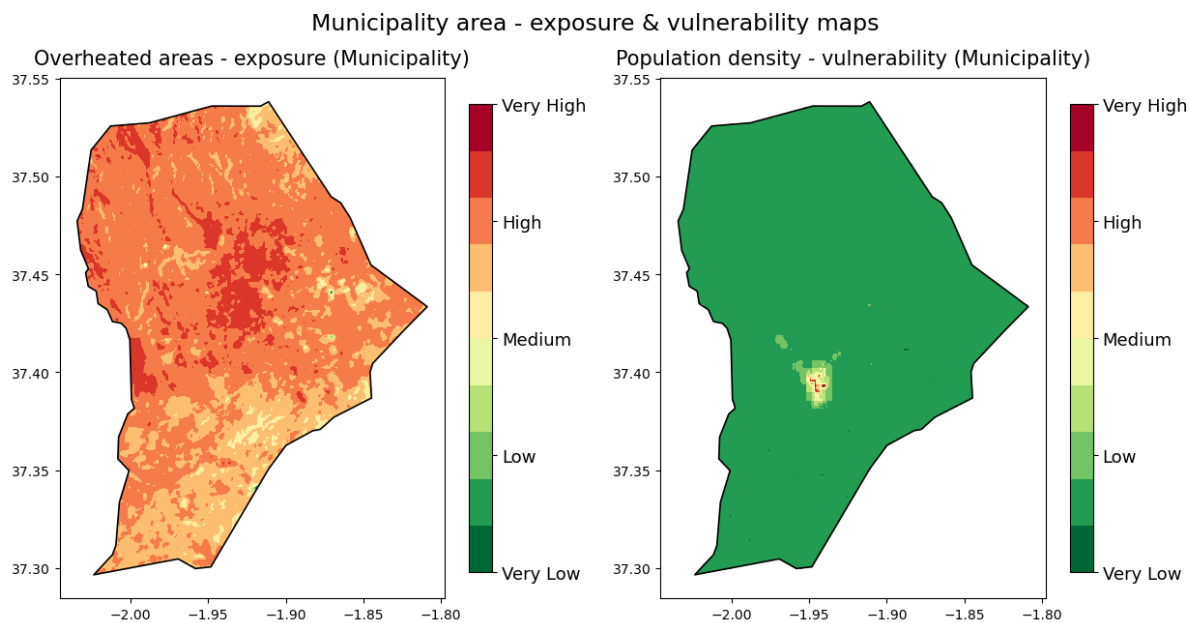


Figura 6.14. *Ámbito municipal: Exposición (LST) y vulnerabilidad (densidad de población vulnerable) — Ámbito municipal. Fuente: Landsat-8 OLI/TIRS (2016); WorldPop 2025. Elaboración propia.*

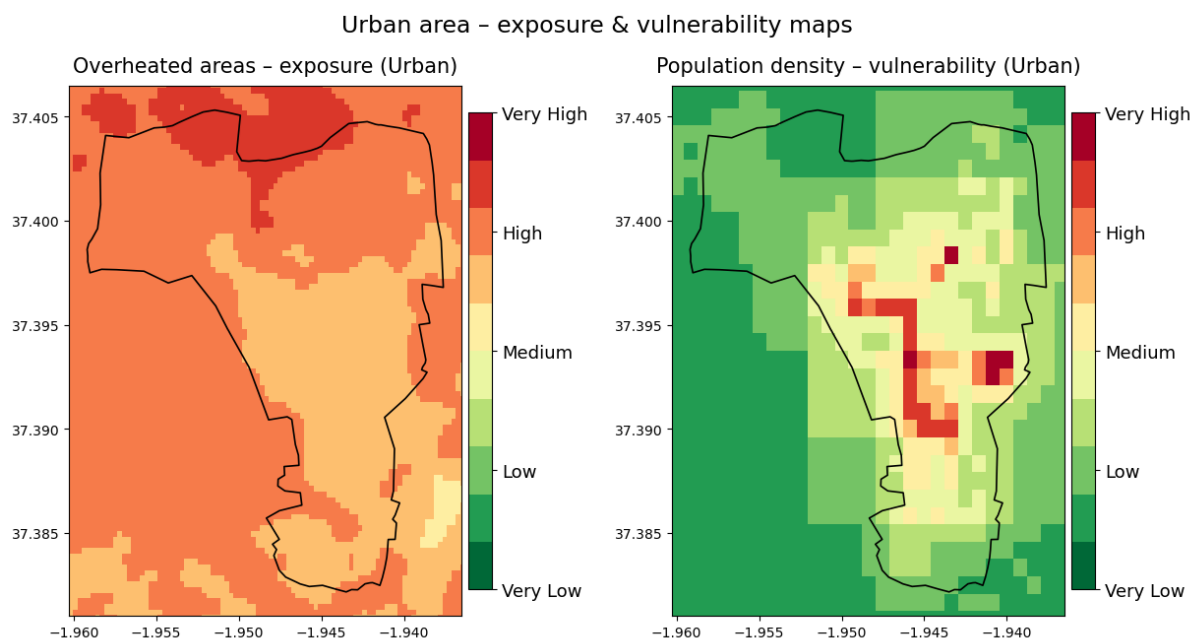


Figura 6.15. *Ámbito Urbano: Exposición (LST) y vulnerabilidad (densidad de población vulnerable) — Ámbito municipal. Fuente: Landsat-8 OLI/TIRS (2016); WorldPop 2025. Elaboración propia.*

Heat-exposure vs Population-vulnerability Risk map

Derived from WorldPop 2025 density data

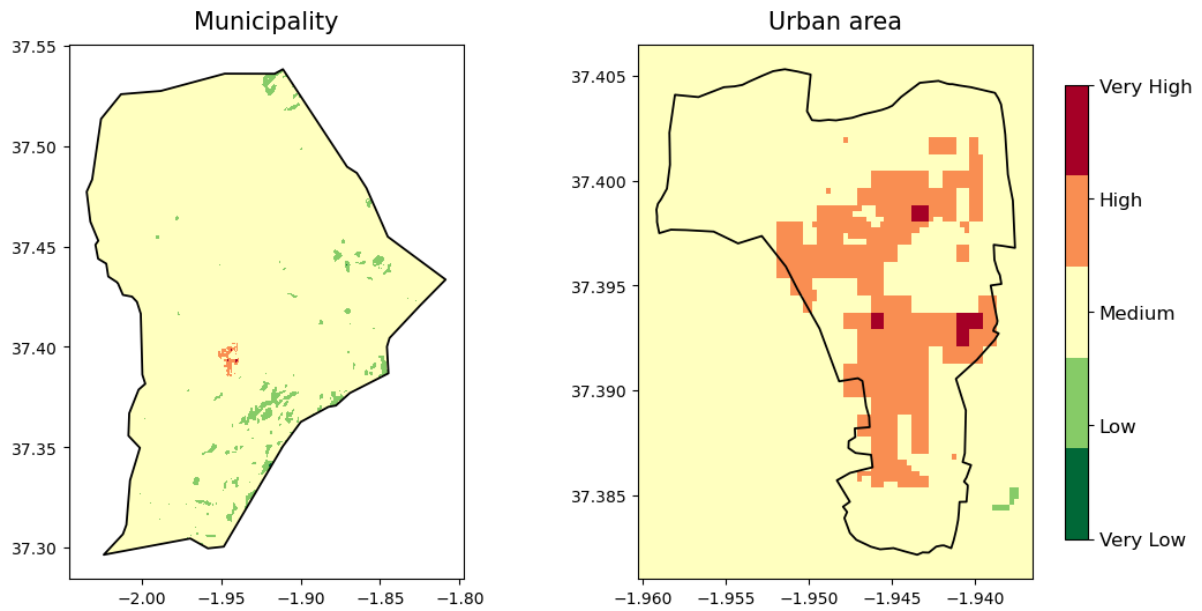


Figura 6.16. Mapa de riesgo: Resultado de la matriz de riesgo (exposición × vulnerabilidad) reagrupado en cinco niveles. Fuente: Landsat-8 OLI/TIRS (2016); WorldPop 2025. Elaboración propia.



Análisis con información del INE

Mapa de riesgo: Municipio vs Localidad

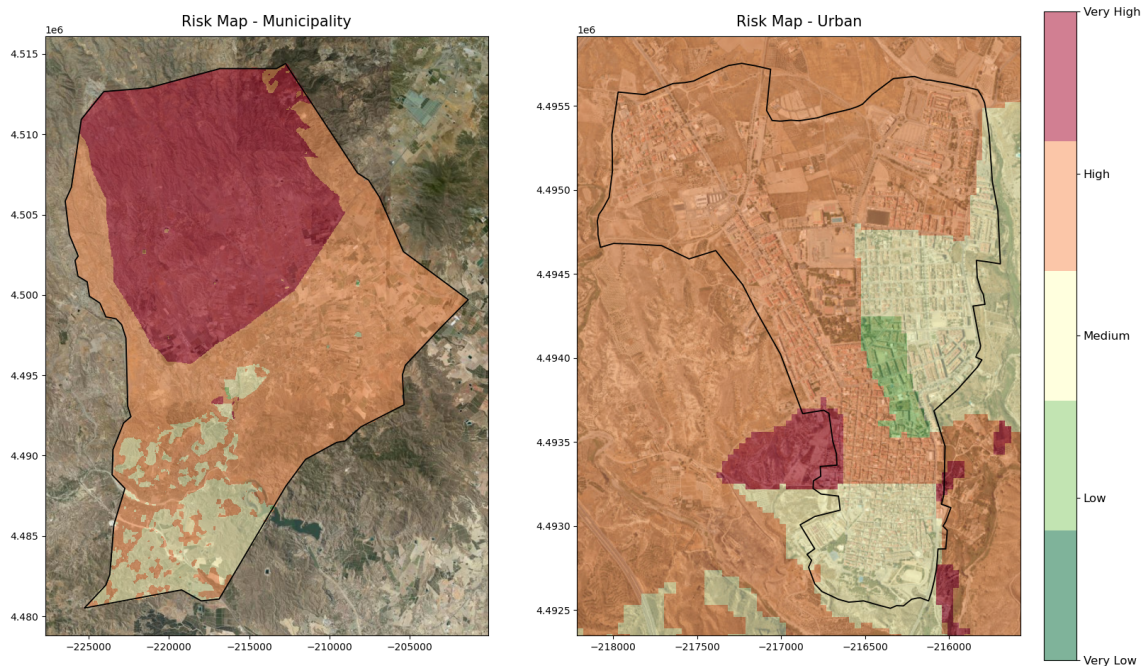


Figura 6.17. Mapa de riesgo: Resultado de la matriz de riesgo (exposición x vulnerabilidad) reagrupado en cinco niveles. Fuente: Fuente: Landsat-8 (2016); INE (2024); ortoimagen de referencia. Elaboración propia.

Possible heat risk level to vulnerable population

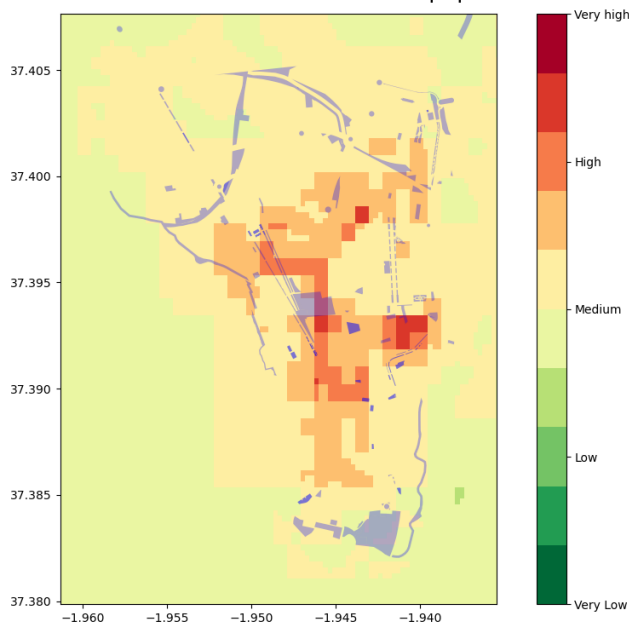


Figura 6.18. Mapa de riesgo climático en relación con los elementos verdes y espacios estanciales urbanos (masas azules) de referencia. Fuente: Landsat-8 (2016); INE (2024); cartografía base OSM. Elaboración propia.

6.1.4. Conclusiones

Para evaluar el riesgo climático en el municipio de Huércal-Overa se tienen en cuenta las variables de exposición térmica y vulnerabilidad climática:

Población vulnerable

Este estudio considera a los grupos más vulnerables a los efectos del calor extremo en base a factores etarios (adultos mayores de 65 años y niños menores de 4 años). La identificación de estos grupos se realizó de manera precisa mediante el uso de datos demográficos provenientes tanto del INE como de Worldpop.

Según los datos de Worldpop, la localidad de Huércal-Overa alberga la mayor densidad de población vulnerable del municipio (Figura 6.4), concentrándose principalmente en su centro urbano. Este núcleo, que representa solo el 1,4% de la superficie municipal (Figura 6.5), acoge a la mayor parte de este grupo demográfico. Dentro de esta área central, la densidad es particularmente elevada (9,3%) en el entorno del Parque Municipal Adolfo Suárez y el centro de salud. Por el contrario, la densidad de población vulnerable disminuye significativamente en el resto de la localidad, especialmente en los bordes norte y sur. Esta distribución es resultado del elevado peso demográfico que tiene la localidad de Huércal-Overa en comparación con los otros núcleos del municipio.

Los datos del INE, que muestran un mayor volumen de población en las zonas oeste y norte del municipio, así como en la localidad de Huércal-Overa (Figura 6.7), revelan una mayor proporción de población vulnerable en la zona norte del municipio, seguida de algunos sectores de Huércal-Overa (Figura 6.8). Como resultado, el 71,2% de la superficie municipal y el 21,9% del área urbana de Huércal-Overa contienen población vulnerable (Figura 6.9).

Dentro de la localidad de Huércal-Overa, la población se concentra principalmente en las zonas norte, sur y centro-oeste (Figura 6.7), lo que coincide con las áreas de mayor densidad de población vulnerable. Estos focos de vulnerabilidad se localizan precisamente en los bordes norte y sur, así como en la zona centro-oeste, próxima al centro de salud (Figura 6.8).

El cruce de ambas fuentes de información demográficas permite destacar el norte del municipio y la propia localidad de Huércal-Overa como las zonas con mayor vulnerabilidad poblacional del municipio. Dentro de esta localidad, se observa que la densidad de población vulnerable es particularmente alta en el área centro-este, específicamente en el entorno del Parque Municipal Adolfo Suárez, y en el centro-sur, en el entorno de la oficina de empleo de Huércal-Overa (Figura 6.11).

Exposición térmica

Este indicador mide la incidencia de la temperatura superficial del suelo (LST) y permite identificar las zonas con mayor exposición al calor

A escala municipal, se observa una mayor exposición térmica en las zonas central y norte, donde se ubica la localidad de Huércal-Overa, mientras que las áreas sur y este presentan valores más moderados (Figura 6.12). Esta diferencia térmica podría atribuirse a la mayor influencia de la vegetación y de la cuenca del río Almanzora en estos sectores.

A nivel de Huércal-Overa, la máxima exposición térmica se concentra en la zona norte, que incluye el barrio de la Molineta y el área del Hospital de la Inmaculada. Simultáneamente, se identifica un segundo foco de alta exposición en la zona sur, en las inmediaciones del CEIP Príncipe Felipe (Figura 6.12).

Respecto a la superficie afectada por la temperatura, el municipio presenta un 12,8 % de área con exposición térmica muy elevada, frente al 100 % registrado en Huércal-Overa, que se sitúa completamente dentro de esta zona de alta exposición (Figura 6.13).

Riesgo climático

Mediante la integración de las variables de población vulnerable y exposición térmica en una matriz de riesgos, se identifican las zonas de Huércal-Overa con mayor riesgo climático.

A escala municipal, los datos de WorldPop revelan una **exposición térmica muy elevada en las zonas centro y norte**, área que incluye a la localidad de Huércal-Overa. Cabe destacar que esta misma zona presenta, a su vez, la concentración

más significativa de población vulnerable, como se aprecia en el mapa (Figura 6.14).

En el área urbana todos los sectores muestran temperaturas elevadas, aunque la exposición térmica más intensa se concentra en la zona norte. Esta distribución contrasta con la de la población vulnerable, localizada principalmente en el centro-sur (Figura 6.15). Al combinar ambas variables en la matriz de riesgo, se refuerza la identificación de la localidad de Huércal-Overa como el principal foco a escala municipal, y de la zona central como el área de mayor riesgo a nivel municipal (Figura 6.16).

Los datos del INE generan un mapa de riesgo muy similar al anterior. A escala municipal, las zonas de mayor riesgo se localizan en el norte del término municipal y en la propia localidad de Huércal-Overa. A nivel urbano, el análisis revela que las áreas con riesgo elevado se concentran en el norte y el centro, mientras que el sur y el centro-este se presentan como áreas con riesgo medio (Figura 6.17).

La incorporación de elementos verdes y estanciales urbanos (en color azul) al análisis de Huércal-Overa (Figura 6.18) genera un mapa de riesgos más exhaustivo. Este permite contrastar las áreas de mayor exposición térmica con las zonas verdes y estanciales. Se observa que, si bien el Parque Municipal Adolfo Suárez se encuentra en uno de los focos centrales de riesgo, existen otras zonas, como los alrededores del Teatro Villa de Huércal-Overa hasta la calle Mercado, que carecen por completo de vegetación. En otros puntos de riesgo, como la zona circundante a la oficina de empleo de Huércal-Overa, la cobertura vegetal es escasa. Estos focos de elevado riesgo en donde la vegetación es escasa deben de ser considerados como zonas prioritarias de actuación.

En conclusión, el análisis integrado de población vulnerable, exposición térmica y riesgo climático revela que Huércal-Overa, y en particular su núcleo urbano, concentra los niveles más elevados de riesgo asociados a las olas de calor. La coincidencia espacial entre alta densidad de población sensible y áreas de máxima temperatura superficial refuerza la urgencia de diseñar medidas de adaptación específicas para estos sectores, priorizando especialmente las zonas norte y sur del municipio, donde el riesgo se intensifica y la cobertura vegetal es insuficiente.

6.2. Workflow 4. Evaluación de riesgo con proyecciones climáticas

6.2.1. Descripción metodológica y proceso

Este flujo de trabajo se centra en la evaluación espacial del riesgo climático futuro asociado al incremento de las olas de calor que afectarán a poblaciones vulnerables en el municipio de Huércal-Overa. Para ello se emplearon proyecciones climáticas de alta resolución generadas en el marco del programa Copernicus y siguiendo la metodología del proyecto EuroHEAT, ampliamente utilizada para la caracterización de impactos sanitarios del calor extremo en Europa.

La evaluación se desarrolla bajo dos trayectorias de concentración representativas (RCP) definidas por el IPCC:

- RCP 4,5: escenario intermedio, con medidas de mitigación que limitan parcialmente el aumento de emisiones.
- RCP 8,5: escenario pesimista, sin acciones de mitigación, caracterizado por altas emisiones.

Se contemplaron además dos horizontes temporales con el objetivo de captar la evolución progresiva del riesgo:

- Futuro cercano (2016–2045).
- Futuro lejano (2046–2075).

Las olas de calor se definieron conforme a los umbrales sanitarios europeos (EuroHEAT): episodios de al menos dos días consecutivos en los que tanto la temperatura aparente máxima como mínima diaria superan el percentil 90 respecto a la climatología de referencia (1986–2015). Esta definición permite identificar condiciones de riesgo relevantes para la salud humana y comparables en un marco europeo.

El análisis metodológico se estructuró en fases claramente diferenciadas para garantizar la robustez y reproducibilidad de los resultados:

- **Adquisición y preparación de datos:** los datos de temperatura relativa a 2 metros del suelo se descargaron automáticamente desde el *Climate Data Store* (Copernicus), incluyendo registros históricos y proyecciones futuras para

el periodo 1986–2075. A continuación, se llevó a cabo el preprocesado de las series temporales (temperatura aparente máxima y mínima) y el recorte espacial automático, delimitando exclusivamente la región de estudio correspondiente a Huércal-Overa.

- Cálculo de la variación proyectada en días de ola de calor:** se calcularon los promedios históricos (1986–2015) y se compararon con dos horizontes futuros (2016–2045 y 2046–2075). A partir de estos valores se estimaron cambios relativos en porcentaje, lo que permitió generar mapas raster que muestran espacialmente la magnitud del incremento proyectado en la frecuencia de días con olas de calor.
- Estadísticas zonales del cambio relativo:** los mapas de cambio relativo se re proyectaron e integraron con las secciones censales del municipio, aplicando técnicas de análisis espacial. De este modo, se calcularon estadísticas zonales que reflejan el promedio de cambio proyectado en cada unidad censal, produciendo capas vectoriales enriquecidas con esta información.
- Clasificación del cambio relativo proyectado:** los resultados obtenidos se agruparon en diez intervalos equidistantes, lo que permitió representar de manera clara y homogénea la distribución de los cambios a través de mapas temáticos. Estas categorías, que oscilan desde *Muy Bajo* hasta *Muy Alto*, facilitan la interpretación por parte de actores locales y no especialistas.
- Integración de datos demográficos para evaluar vulnerabilidad:** se incorporaron dos fuentes de datos demográficos. Por un lado, *WorldPop*, que proporciona información espacializada de población a 100 m de resolución y constituye la referencia principal en la metodología CLIMAAX. Por otro, se añadieron los datos oficiales del INE (2024), que ofrecen mayor precisión local, especialmente en entornos urbanos. Ambos conjuntos de datos se reclasificaron en intervalos equidistantes, generando mapas de vulnerabilidad en base a factores etarios.
- Combinación de exposición y vulnerabilidad para determinar el riesgo:** finalmente, se realizó una combinación cuantitativa de la exposición (cambio relativo en días de ola de calor) con la vulnerabilidad (densidad de población vulnerable). La integración se realizó a través de una matriz de riesgo, produciendo mapas

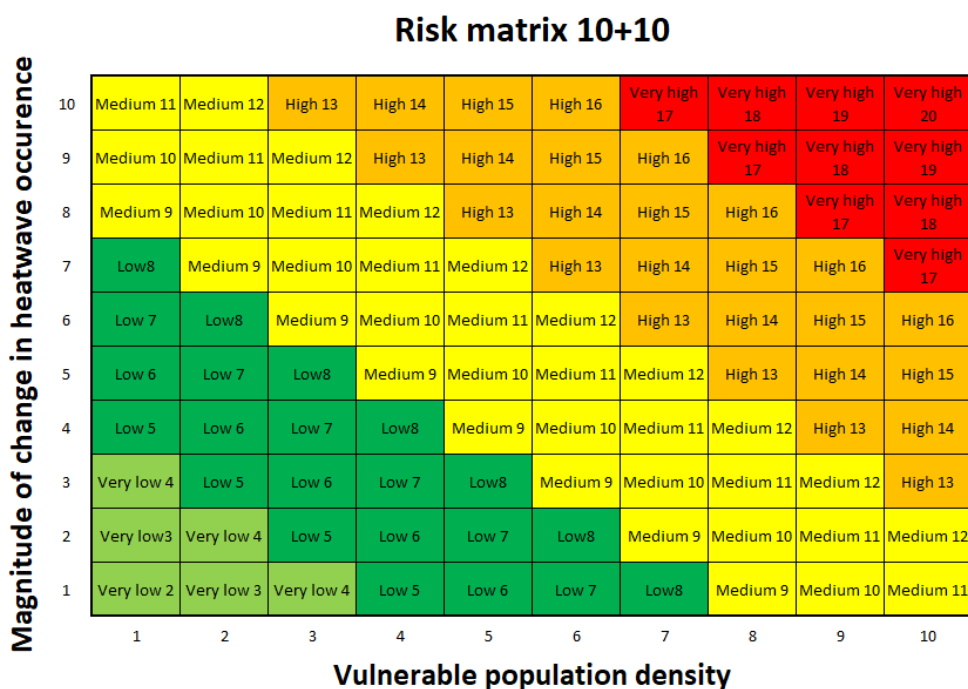


Figura 6.19. Matriz de riesgo 10x10 (exposición futura x vulnerabilidad). Fuente: Elaboración propia.

finales que clasifican el territorio en cinco niveles: *Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto*. Estos resultados permiten visualizar de manera detallada cómo evolucionará el riesgo climático en Huércal-Overa bajo los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5, en los horizontes cercano (2016–2045) y lejano (2046–2075).

6.2.2. Implementación de mejoras

Con el objetivo de aumentar la robustez, la claridad y la aplicabilidad práctica de los resultados, se introdujeron varias mejoras clave respecto al diseño metodológico inicial. Estas mejoras no solo optimizaron la calidad técnica del análisis, sino que también reforzaron su utilidad para la toma de decisiones en contextos de planificación urbana y adaptación climática:

- **Automatización del proceso:** el flujo de trabajo completo fue automatizado mediante *scripts* en Python, lo que incluyó descargas directas desde APIs, reproyección de datos, análisis espacial y generación automática de mapas y *shapefiles*. Esta automatización garantizó eficiencia, reproducibilidad y la posibilidad de replicar el análisis en distintos horizontes temporales o regiones de estudio.
- **Visualización enriquecida y comparativa:** se implementaron visualizaciones comparativas en formato paralelo (2x2), mostrando de manera simultánea los resultados obtenidos para diferentes horizontes temporales y escenarios climáticos. Esto permitió una comparación directa y clara entre escenarios, facilitando tanto la interpretación científica como la comunicación de resultados a actores no especializados.
- **Incorporación de datos censales:** la integración de datos poblacionales oficiales del INE mejoró significativamente la precisión del análisis, al contrastar y complementar los datos satelitales de *WorldPop*. Este cruce de información permitió una representación más fiable de la población vulnerable a escala local, fortaleciendo el componente demográfico del riesgo.
- **Mapas detallados y claros:** se optimizó la simbología y las leyendas de las representaciones cartográficas, garantizando una comunicación visual más efectiva. Las categorías de

riesgo se representaron de forma intuitiva, lo que favorece la comprensión inmediata de los resultados por parte de gestores y responsables municipales.

- **Espacialización a nivel seccional:** el análisis se realizó a nivel de sección censal, alcanzando un nivel de granularidad espacial que resulta clave para la planificación local. Este enfoque permite identificar con precisión qué áreas específicas del municipio presentan mayor riesgo futuro por olas de calor, facilitando la priorización de intervenciones de adaptación y la gestión territorial de infraestructuras y servicios.

Gracias a estas mejoras, el análisis no solo alcanzó un mayor nivel de detalle técnico y espacial, sino que se consolidó como una herramienta estratégica para proyectar escenarios de riesgo climático futuro. Al permitir comparaciones directas entre horizontes temporales, escenarios de emisiones y unidades espaciales de población, los resultados ofrecen un marco sólido y accionable para orientar la planificación urbana y las políticas de adaptación en Huércal-Overa.

6.2.3. Resultados

Esta sección reúne las salidas visuales del análisis y las organiza en tres bloques principales, comparando de forma sistemática el ámbito municipal y el área urbana, siempre en relación con proyecciones climáticas. Se **contrasta lo observado en el periodo histórico de referencia (1986–2015) con lo proyectado para el horizonte futuro (2046–2075)**. El trabajo se apoya en tres conjuntos de datos:

- Población y vulnerabilidad.
- Exposición térmica (LST).
- Síntesis de riesgo (exposición × vulnerabilidad).

En conjunto, las figuras **permiten localizar los hotspots donde coinciden altas temperaturas y mayor concentración de población vulnerable**, cuantificar la proporción del territorio en cada categoría de riesgo y establecer prioridades de intervención, tanto a escala municipal como en el interior del tejido urbano consolidado.

Exposición térmica (proyección del aumento de días anuales de ola de calor)

Análisis con información de Worldpop

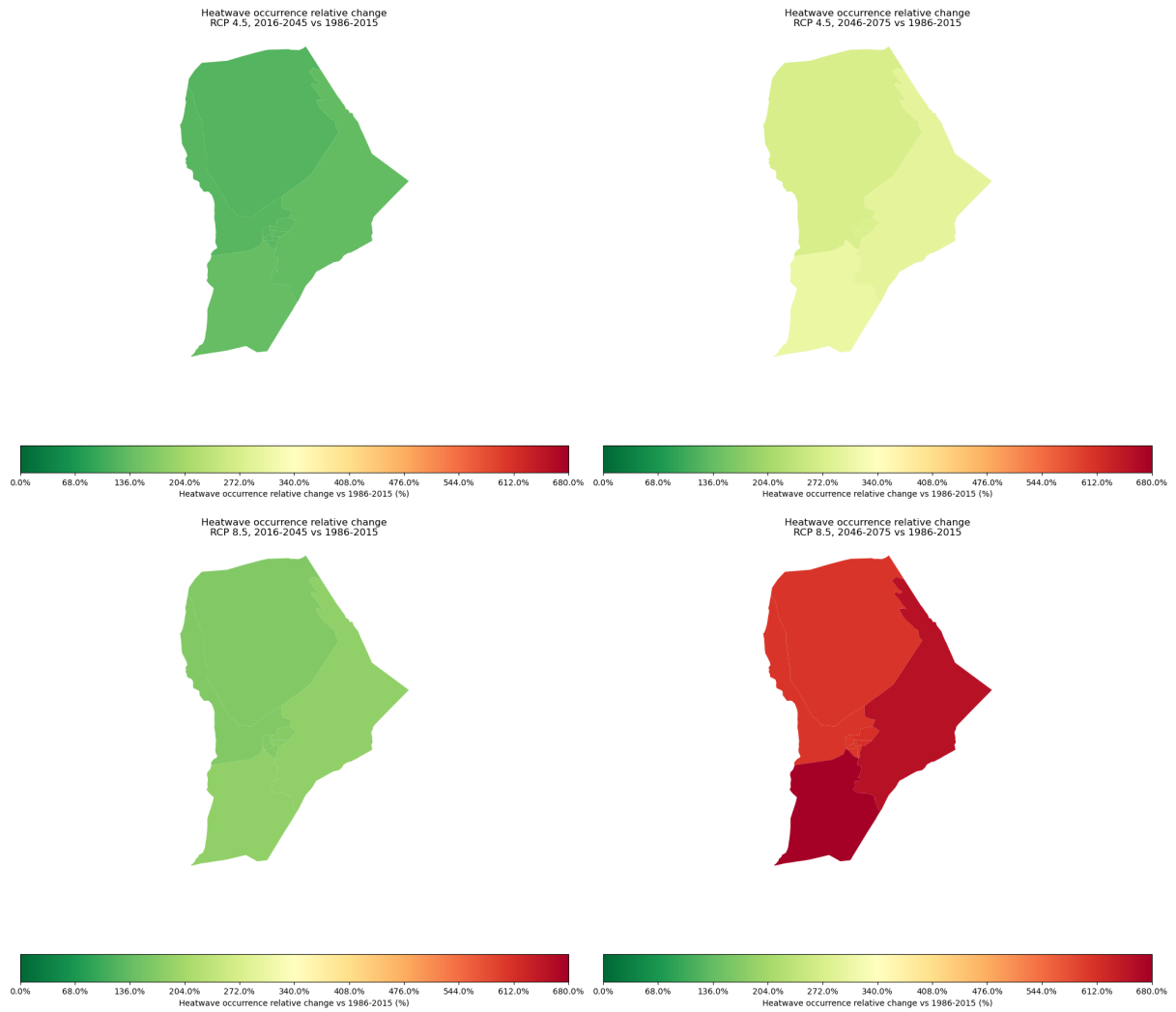


Figura 6.20. Cambio relativo del número anual de días de ola de calor (%). Fuente: Proyecciones climáticas (RCP 4,5/8,5). Elaboración propia.

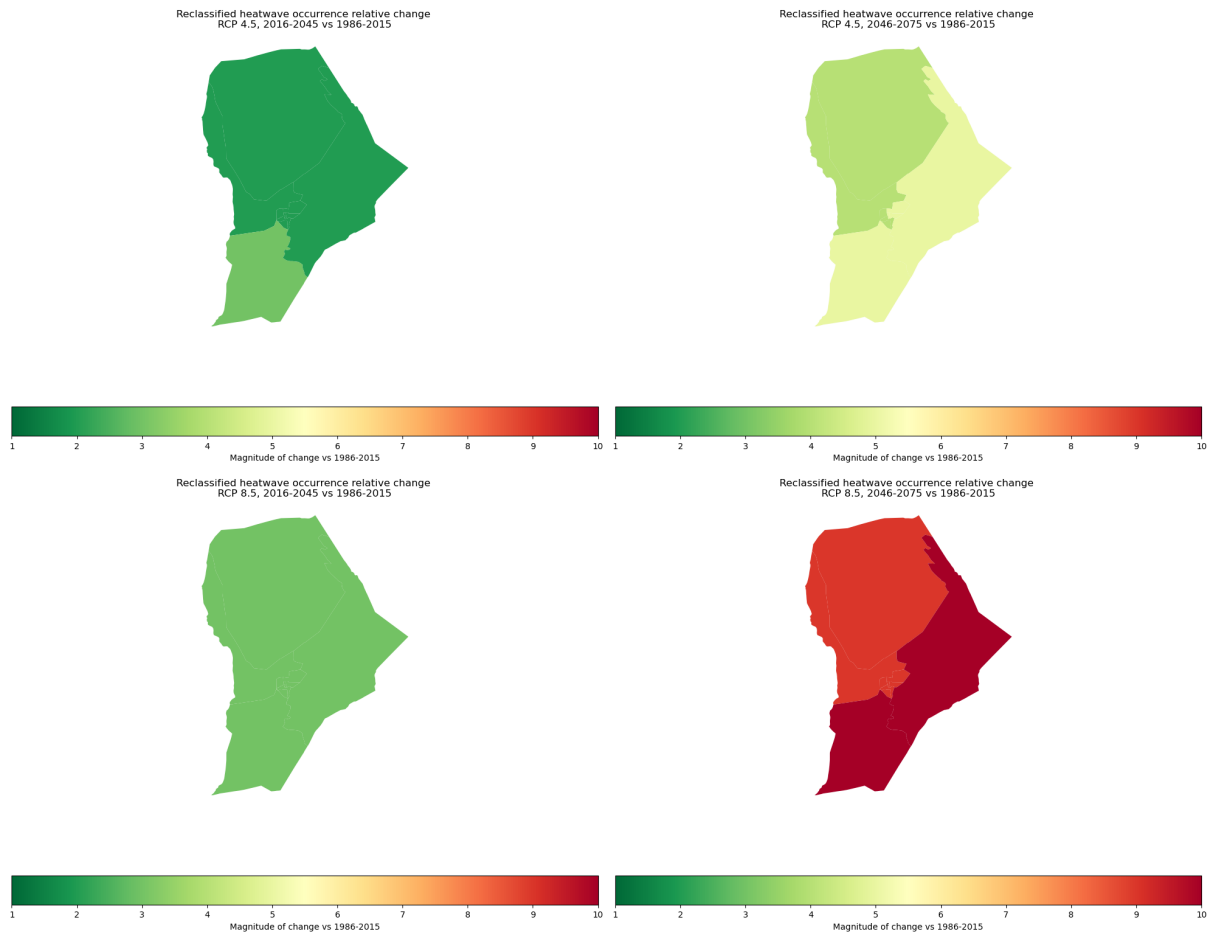


Figura 6.21. Magnitud del cambio reclasificada (1-10). Fuente: Proyecciones climáticas (RCP 4,5/8,5). Elaboración propia.

Síntesis de riesgo (exposición × vulnerabilidad)

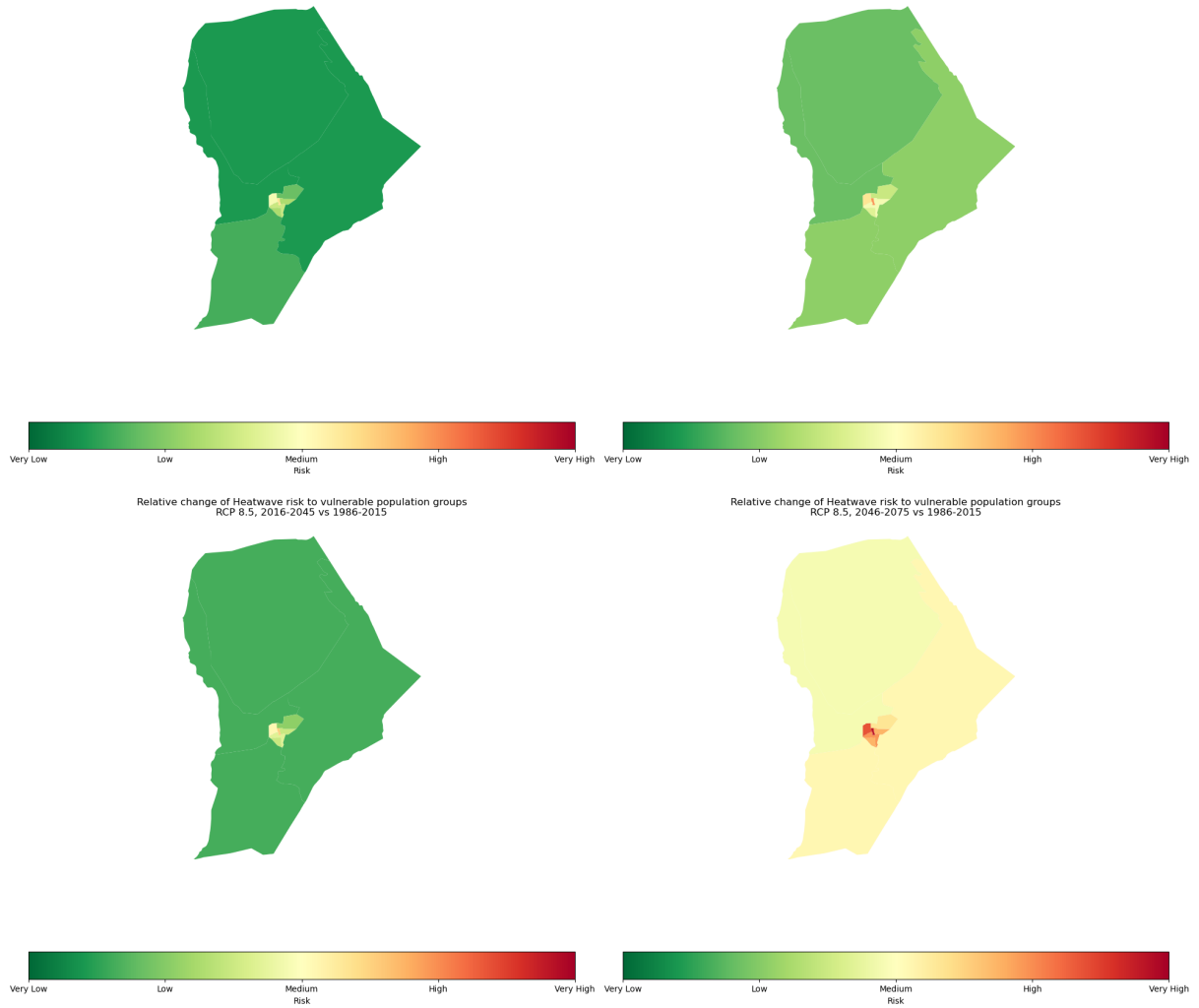


Figura 6.22. Riesgo futuro (municipio) usando vulnerabilidad WorldPop. Fuente: Proyecciones climáticas (RCP 4,5/8,5); WorldPop 2025. Elaboración propia.

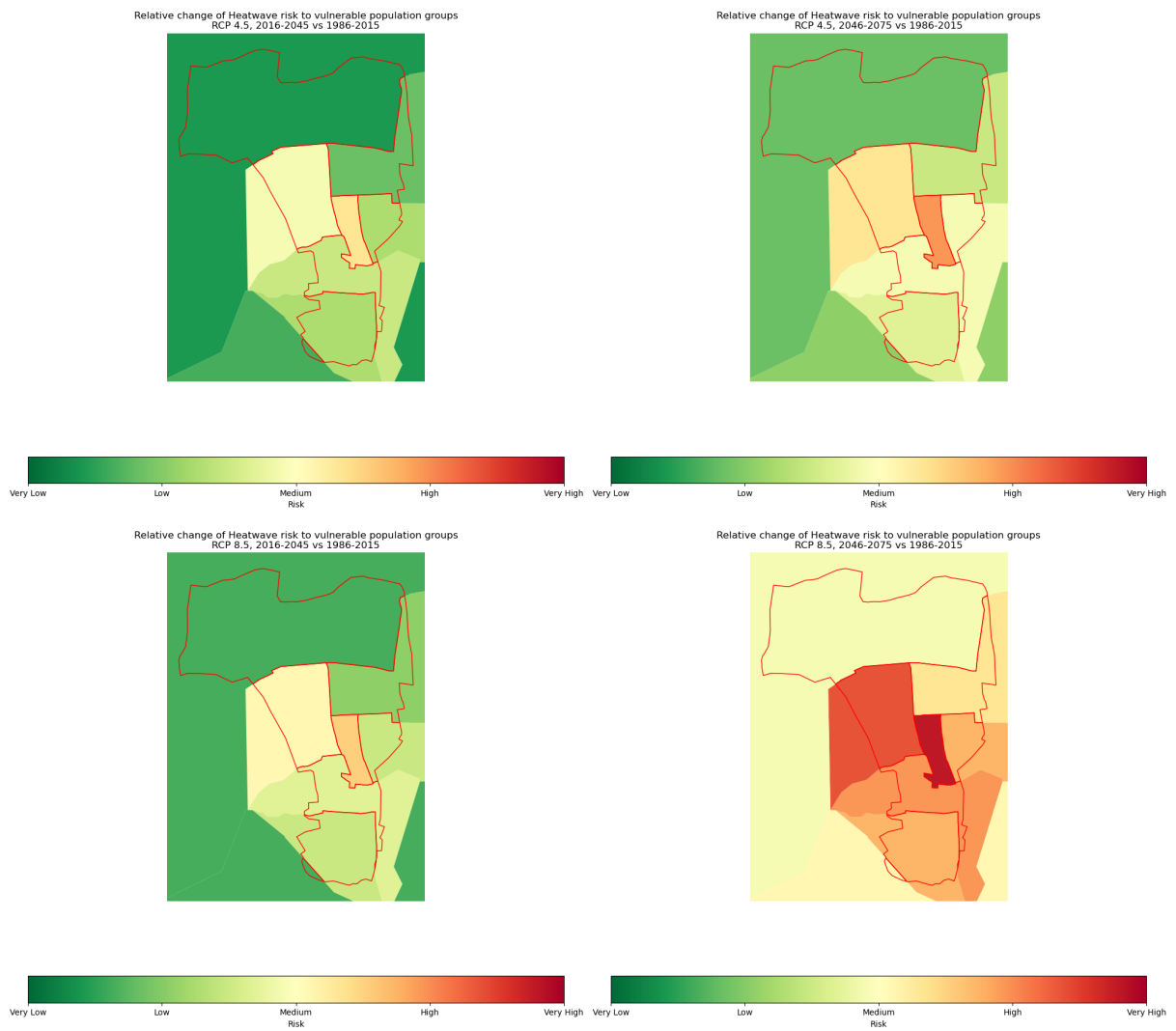


Figura 6.23. Riesgo futuro (área urbana) usando vulnerabilidad WorldPop. Fuente: Proyecciones climáticas (RCP 4,5/8,5); WorldPop 2025. Elaboración propia.

Síntesis de riesgo (exposición × vulnerabilidad)

Análisis con información del INE



Figura 6.24. Riesgo futuro (municipio) usando vulnerabilidad INE. Fuente: Proyecciones climáticas (RCP 4,5/8,5); INE (2024). Elaboración propia.

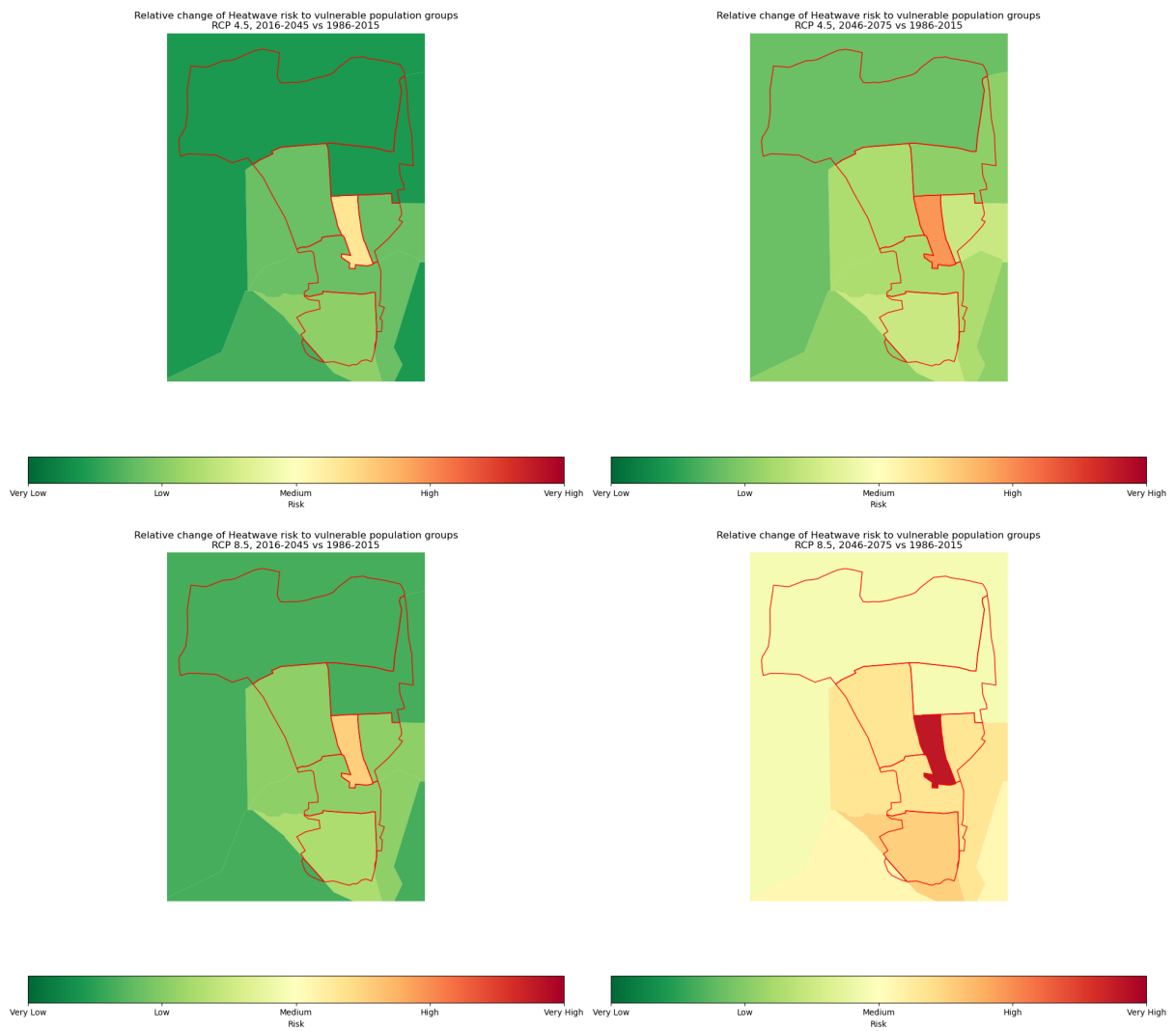


Figura 6.25. Riesgo futuro (área urbana) usando vulnerabilidad INE. Fuente: Proyecciones climáticas (RCP 4,5/8,5); INE (2024). Elaboración propia.

6.2.4. Conclusiones

A continuación se presentan las conclusiones de la evaluación de las proyecciones climáticas y demográficas de riesgo futuro para el municipio de Huércal-Overa, con especial atención al impacto de las olas de calor. El análisis combina los escenarios de emisiones definidos por el IPCC (RCP 4,5 y RCP 8,5) con horizontes temporales cercanos y lejanos, e integra información climática, térmica y demográfica (WorldPop e INE). El objetivo es identificar cómo evolucionará la exposición térmica y qué grupos poblacionales serán los más afectados.

Análisis de la proyección de aumento del número de días anuales de olas de calor

De acuerdo con las proyecciones del IPCC, se anticipan aumentos significativos de temperatura y una mayor frecuencia de olas de calor. En este contexto, se han definido dos escenarios climáticos en función de los niveles de emisiones antropogénicas:

- **Escenario RCP 4,5 (mitigación moderada):** Para el período 2016-2045 se proyectan incrementos en el número de días de ola de calor relativos al 150 %. En cambio, para el escenario 2046-2075, se esperan incrementos del entorno del 300 % en las zonas más sensibles. Las áreas más afectadas corresponden a las regiones del sur y este del municipio, que son las que actualmente registran menor temperatura y, por lo tanto, experimentarán un aumento proporcionalmente mayor de olas de calor (Figura 6.20). Al clasificar estos datos en niveles de riesgo, las zonas críticas de las proyecciones 2016-2045 y 2046-2075 presentan riesgos de nivel 4 y 5, respectivamente (Figura 6.21), valores ya elevados.
- **Escenario RCP 8,5 (altas emisiones):** Para el mismo horizonte temporal, se prevén cambios más drásticos: los incrementos en días de calor serían de aproximadamente un 200% para el período 2016-2045, mientras que para 2046-2075 superarían el 600% en la mayor parte del territorio. Este escenario afectaría con mayor severidad a las zonas previamente identificadas (sur y este), exacerbando sustancialmente su vulnerabilidad térmica (Figura 6.20). Además, la magnitud de las áreas

afectadas incrementaría sus niveles de riesgo desde nivel 4 hasta nivel 10, respectivamente (Figura 6.21).

Síntesis de riesgo: Análisis de la exposición térmica en proyecciones futuras en los grupos de población vulnerables

Según los datos de Worldpop, la vulnerabilidad poblacional en ambos escenarios se concentrará predominantemente en la localidad de Huércal-Overa. Las proyecciones para el escenario RCP 4,5 indican un riesgo medio-alto, mientras que el escenario RCP 8,5 muestra un riesgo significativamente mayor. Paralelamente, la zona sureste del municipio también alcanzará niveles de riesgo moderado-alto bajo las proyecciones climáticas más desfavorables (Figura 6.22).

Al evaluar el riesgo climático en escenarios futuros para la localidad de Huércal-Overa, los datos de Worldpop identifican la zona central, específicamente el área comprendida entre el Parque Municipal Adolfo Suárez y la oficina de empleo de Huércal-Overa, como la de mayor riesgo. La zona centro-oriental, donde se ubica esta última, presenta el nivel de riesgo más elevado: alto según el escenario RCP 4,5 para el período 2046-2075, y muy alto según el RCP 8,5 para el mismo período. Durante este último período, toda la región sur y central del municipio se clasifica como de alto riesgo, mientras que únicamente la zona norte mantiene un nivel moderado (Figura 6.23).

Al analizar el riesgo con los datos del INE, se observa que los resultados son muy similares a los del mapa de riesgo proporcionado por Worldpop. Paralelamente, se revela que el mayor riesgo climático se ubica nuevamente en la localidad de Huércal-Overa, seguido en menor grado por la zona sureste del municipio. Los niveles de riesgo proyectados serían moderados para el escenario RCP 4,5 y altos para el escenario RCP 8,5 (Figura 6.24).

No obstante, en el ámbito urbano sí se aprecian algunas discrepancias con los resultados obtenidos a partir de los datos de WorldPop. El análisis revela que el riesgo se concentra de manera más específica en la zona centro-este, donde se ubica la oficina de empleo de Huércal-Overa. En cambio, el resto de las áreas del centro y sur de la localidad, si bien presentan un riesgo superior al

del norte, se sitúan en un nivel bajo-medio para el escenario RCP 4,5 y moderado-alto para el RCP 8,5 durante el período 2016-2045. Por su parte, el área central-sur presenta un riesgo alto en el escenario RCP 4,5 y muy alto en el RCP 8,5 para el mismo período (Figura 6.25).

Estos resultados se complementan de forma clara con el análisis realizado en el workflow 3, en donde también se señalaba la zona central y sur de Huércal-Overa como la zona prioritaria de actuación.

En síntesis, los resultados de las proyecciones climáticas y demográficas coinciden en señalar que el núcleo urbano de Huércal-Overa, especialmente su zona central y sur, concentrará en las próximas décadas los niveles más elevados de riesgo climático asociado a las olas de calor. La coincidencia entre escenarios y fuentes de datos refuerza la solidez del diagnóstico y permite priorizar espacialmente las áreas de intervención, con especial atención al eje comprendido entre la oficina de empleo, el entorno de Guillermo Reyna y la Policlínica del Levante. Esta información constituye una base estratégica para orientar la planificación urbana, priorizar la implantación de soluciones basadas en la naturaleza y focalizar las medidas de adaptación en los sectores donde la exposición térmica y la vulnerabilidad poblacional se superponen con mayor intensidad.

GRUPOS DE INTERÉS

Se lleva a cabo una primera identificación de los grupos de interés del proyecto, integrando a diversos sectores y colectivos del municipio que podrían verse afectados por los impactos del cambio climático, en particular por el aumento de las olas de calor. Asimismo, se incluyen aquellos actores que, por su experiencia, funciones o responsabilidad institucional, pueden influir en el diseño, implementación y aceptación social de las soluciones basadas en la naturaleza que se propongan.

Esta identificación preliminar servirá como base para estructurar futuras acciones de participación, colaboración y comunicación, garantizando un enfoque inclusivo y adaptado al contexto local. Se incluyen tanto actores institucionales, como representantes del tejido social y del ámbito técnico y empresarial.

A continuación se incluye un listado de entidades identificadas que incluye una justificación y priorización de su relevancia en el proyecto.

Tabla 7.1. Matriz de identificación y caracterización de grupos de interés.

Nombre	Justificación	Prioridad
TIPO: SECTOR INSTITUCIONAL		
Gestión de Servicios Públicos de Huércal Overa, S.L.U.	Empresa municipal encargada de servicios urbanos como mantenimiento de zonas verdes, limpieza y abastecimiento, clave para la implementación y mantenimiento de soluciones basadas en la naturaleza para el enfriamiento urbano.	1
Protección Civil	Servicio esencial para la respuesta rápida ante emergencias climáticas, ya que coordina voluntarios y recursos para actuar rápidamente en episodios de calor, incluyendo traslado de personas vulnerables.	1
Oficina Comarcal Agraria de Huércal-Overa	Entidad clave en la planificación y asesoramiento del sector agrario, relevante para la gestión del agua. En Huércal-Overa, asesora a agricultores y ganaderos, pudiendo influir en prácticas que reduzcan el impacto del calor en áreas rurales y periurbanas.	2
TIPO: SECTOR SALUD Y ASOCIACIONES RELACIONADAS		
Centro de Salud Huerca- Overa	Atención primaria de salud, clave para detectar y atender casos derivados de olas de calor, especialmente en población vulnerable.	1
Hospital La Inmaculada	Centro hospitalario comarcal que atiende emergencias y hospitalizaciones por golpes de calor y otras patologías agravadas por el calor extremo. Importante de cara a la aplicación de protocolos frente a olas de calor.	1

Tabla 7.1. Matriz de identificación y caracterización de grupos de interés.

Nombre	Justificación	Prioridad
TIPO: SECTOR SALUD Y ASOCIACIONES RELACIONADAS		
Asociación Española Contra el Cáncer	Atiende a personas con cáncer, población de alta vulnerabilidad por tratamientos y debilitamiento inmunitario que podrían requerir medias específicas de protección térmica.	1
Asociación de Personas con Discapacidad “Virgen del Río”	Ofrece apoyo y servicios diarios a personas con diferentes grados de dependencia, que pueden tener menor capacidad de adaptación ante episodios de calor extremo.	1
Asociación Alzheimer	Atiende a personas con deterioro cognitivo que tienen alta vulnerabilidad por dificultad para reconocer y responder al calor extremo.	1
Asociación de Mujeres afectadas por Fibromialgia	Agrupar a mujeres con patologías crónicas que pueden agravarse con temperaturas extremas.	2
Centro Ocupacional Virgen del Río	Centro que atiende a personas con discapacidad intelectual, con alto riesgo ante olas de calor y que podrían requerir planes de prevención adaptados durante episodios de calor extremo.	1
ASTEA Huércal-Overa, Asociación de familias de personas con TEA y TGD	Agrupar a familias y personas con Trastorno del Espectro Autista que pueden tener alteración de la percepción térmica y dificultad para reaccionar ante el calor extremo.	1
FAISEM Huércal-Overa, Asociación Andaluza para integración del enfermo mental	Atiende a personas con enfermedades mentales graves, incluyendo usuarios en tratamiento farmacológico que incrementa la vulnerabilidad al calor extremo.	1
TIPO: ASOCIACIONES DE VECINOS		
Asociación de Úrcal “Las Labores de Atocha”. Las Labores. “Noria de la Hoya”. La Hoya. “Almajal”. Almajalejo. “Virgen de las Nieves”. Santa María de Nieva. “La Morena-Venta Civil” “El Huerto”. Rambla Grande. “El Puertecico” “La Inmaculada y Cristo Rey”. La Concepción. Overa. “El Saltador Viejo” “La Fuensanta-Erre” San Francisco “La era de la Virgen”	Las asociaciones vecinales pueden desempeñar un papel clave como canal de comunicación y movilización comunitaria en la implementación de medidas de adaptación y prevención frente al calor extremo. Además, su participación es esencial para incorporar la percepción y las necesidades del vecindario en el diseño de Soluciones Basadas en la Naturaleza que transformarán su entorno más cercano.	2

Tabla 7.1. Matriz de identificación y caracterización de grupos de interés.

Nombre	Justificación	Prioridad
TIPO: SECTOR SALUD Y ASOCIACIONES RELACIONADAS		
“Los parrales”		
“Montecastillo”		
“Las catorce estaciones”		
“La noria del pino”		
“Centro histórico”		
“La Atalaya”		
“La Fauna”		
“El Hornillo”		
TIPO: ASOCIACIONES Y CENTROS DE MAYORES		
Residencia de Mayores “Ángeles Parra”	Las personas mayores de 65 años son especialmente vulnerables a las olas de calor, vulnerabilidad que a menudo se ve agravada por la presencia de dependencia y enfermedades crónicas. Esta combinación aumenta significativamente su sensibilidad a las altas temperaturas, por lo que estos centros adquieren una relevancia prioritaria para la implantación de soluciones que contribuyan a mitigar los efectos del calor extremo.	1
Hermanitas de Ancianos Desamparados		
“La Moncloa”. Overa.		
“La Rivera de Santa María de Nieva”		
“Los jazmines 2001”. San Francisco.		
“Sierra Enmedio”. Las Norias.		
“Virgen de los Dolores”. Úrcal.		
“Los Pinos”. San Isidro.		
“La Cuna de Bolillo”		
Centro de participación activa de mayores.		
Cáritas	La población en riesgo de exclusión social, con recursos limitados o de origen migrante suele vivir en condiciones de habitabilidad que incrementan su vulnerabilidad frente a las olas de calor. Por ello, resulta imprescindible contar con asociaciones que agrupen a estos colectivos, tanto para garantizar una comunicación efectiva de las acciones como para facilitar la implementación de medidas de mejora. Estas entidades, además, actúan como vínculo directo con comunidades migrantes específicas, favoreciendo la difusión de información y la detección temprana de necesidades durante episodios de calor extremo.	1
Huércal-Overa Sin Fronteras		
Asociación “Ucrania en el Corazón”		
Asociación Senegalais de Inmigrantes de Huércal-Overa.		
Asociación Marroquí Achrouk (Amanecer). En trámite.		
Asociación Huércal-Overa Integra		
Asociación Comunidad Litwana Levante de Almería		
TIPO: SECTOR EDUCATIVO		
I. E. S. Albujaia	Los centros escolares acogen a población considerada de alta vulnerabilidad, sobre todo en el caso de edades tempranas. Además, se trata de lugares en los que las medidas de renaturalización para combatir las olas de calor serían prioritarias por lo que contar con la percepción de sus usuarios sería imprescindible. Pueden convertirse en lugares de difusión de las medidas de mitigación de los efectos del calor.	2
I. E. S. Cura Valera		
C. E. I. P. Príncipe Felipe		
C. E. I. P. Virgen del Río		
C. E. I. P. San José de Calasanz		
C. P. R. Estancias		

Tabla 7.1. Matriz de identificación y caracterización de grupos de interés.

Nombre	Justificación	Prioridad
TIPO: SECTOR ECONÓMICO		
Comunidad de Regantes Zona Norte de Huércal-Overa	El sector agrícola o ganadero con un papel relevante en la gestión eficiente del agua y la vegetación, así como en la adopción de prácticas que favorezcan la adaptación climática en entornos productivos.	2
Comunidad de Regantes El Saltador		
G´ s España	La agricultura, mediante el manejo adecuado de cultivos, setos, arbolado y cubiertas vegetales, puede contribuir también a la mitigación del calor extremo y a la mejora del microclima local, reforzando así los beneficios de las soluciones basadas en la naturaleza.	
ADSG Huércal-Overa y el Levante		
Almeriense		
Agropecuaria Gabarrón		
Rodríguez, S. L.		
Agrolevante SAT		
Comercial Agrícola BPZ, S. L.		
Industrial Agrícola Belzunces, S. L.		
Asociación HOS “Clúster para el Desarrollo Sostenible del Sector Porcino”		

En fases posteriores, todas estas asociaciones, instituciones y colectivos serán consultados de forma activa, de manera que sus conocimientos, experiencias y percepciones contribuyan al diseño, validación y ajuste de las soluciones basadas en la naturaleza propuestas.

Asimismo, su implicación será clave para la localización y el acceso a información sobre la vulnerabilidad de la población que permita ajustar la información de esta primera fase, identificando de manera más precisa a los grupos y áreas con mayor riesgo frente al calor extremo.

Este proceso de participación garantizará que las medidas de adaptación sean realistas, socialmente aceptadas y adaptadas a las necesidades específicas de la población de Huércal-Overa.

CONCLUSIONES GENERALES PARA HUÉRCAL OVERA

El análisis realizado en esta primera fase confirma que el municipio de **Huércal-Overa se encuentra ya en una situación de alta exposición y vulnerabilidad frente al calor extremo**, lo que convierte al cambio climático en un desafío inmediato y tangible para la población local. Este diagnóstico debe entenderse a la luz de las características generales del municipio, definido por un clima semiárido mediterráneo, veranos extremadamente cálidos y secos, y una estructura socioeconómica con fuerte peso del sector agrícola y de los servicios. Asimismo, el contexto natural del municipio, marcado por una vegetación escasa y fragmentada en torno a ramblas y cauces fluviales, condiciona la capacidad de regulación térmica y la disponibilidad de espacios verdes, lo que incrementa tanto la exposición climática como la vulnerabilidad de sus habitantes.

Desde el punto de vista climático, las proyecciones muestran **un aumento significativo de la frecuencia, duración e intensidad de las olas de calor a lo largo del siglo XXI**, con escenarios especialmente preocupantes bajo trayectorias de altas emisiones (RCP 8,5), en los que podrían alcanzarse incrementos superiores al 200–600 % en el número de días de ola de calor. Estos resultados apuntan a que fenómenos que hoy se consideran excepcionales pasarán a ser recurrentes, con implicaciones directas sobre la salud pública, la economía y los ecosistemas urbanos.

El análisis espacial del riesgo, basado en datos satelitales e indicadores poblacionales, evidencia que **el núcleo urbano de Huércal-Overa concentra los mayores niveles de riesgo climático debido a la combinación de elevada densidad de población vulnerable (personas mayores de 65 años y niños menores de 4 años) y áreas de fuerte sobrecalentamiento superficial**. Las zonas norte y sur del municipio, así como el eje comprendido entre el Parque Municipal Adolfo Suárez, la oficina de empleo y la avenida Guillermo Reyna, destacan como focos prioritarios de intervención.

La integración de datos censales del INE y de fuentes globales como WorldPop ha permitido ajustar el diagnóstico, mostrando que, aunque la vulnerabilidad se distribuye a escala municipal, las áreas críticas se localizan principalmente en el centro y sur de la localidad, donde confluyen déficit de cobertura vegetal y mayor concentración poblacional. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de incorporar soluciones basadas en la naturaleza, como la mejora y expansión de la infraestructura verde urbana, con el fin de reducir las temperaturas, mejorar el confort térmico y proteger la salud de la ciudadanía.

En conjunto, los resultados de esta primera fase proporcionan una base científica sólida para la planificación local de la adaptación climática, identificando tanto las dinámicas generales como las áreas concretas de mayor riesgo. La coincidencia entre diferentes fuentes de datos y metodologías (definición sanitaria europea, definición local y proyecciones climáticas) otorga robustez al diagnóstico y facilita la priorización espacial de las medidas de mitigación y adaptación.

Huércal-Overa se enfrenta, por tanto, al reto de **transformar este conocimiento en acción, avanzando hacia una estrategia integrada y multisectorial** que combine gestión territorial, planificación urbana y soluciones basadas en la naturaleza, con el apoyo de los actores locales y regionales. Solo de esta manera será posible reforzar la resiliencia del municipio frente a los impactos crecientes del cambio climático y garantizar un futuro más saludable y sostenible para su población.

PRÓXIMOS PASOS

Respecto al **análisis de climático:**

- Se considera concluido en esta primera fase, por lo que no se prevén pasos adicionales inmediatos en este ámbito.

Respecto al **análisis del riesgo por calor:**

- Se llevará a cabo un **análisis conjunto de las temperaturas superficiales (LST) con los diferentes usos del suelo**, con el fin de identificar qué tipologías urbanas y territoriales contribuyen de manera más significativa a la generación de calor. Este análisis permitirá orientar de forma más precisa las actuaciones de mitigación, priorizando aquellas superficies críticas.

Respecto al **análisis de vulnerabilidad de la población:**

- Se desarrollará un **índice compuesto de vulnerabilidad** que incorpore variables adicionales más allá de la edad, tales como la renta per cápita, renta por hogar u otros indicadores socioeconómicos relevantes. Este índice ofrecerá una visión más realista y matizada de la vulnerabilidad a nivel local.
- Se integrarán **datos de salud pública** (por ejemplo, hospitalizaciones, urgencias o mortalidad asociada al calor) con el objetivo de evaluar de forma directa el impacto sanitario de los episodios de calor extremo en la población.

Respecto a los **grupos de interés:**

- Se iniciará un proceso de **contacto con todos los grupos de interés** previamente identificados y priorizados en este documento. El objetivo será recabar información cualitativa y contextual que contribuya a ajustar y enriquecer los resultados del análisis, alineándolos con la realidad social e institucional del municipio.

Además de estas mejoras respecto al análisis ya realizado, en fase 2, se abordarán las siguientes tareas:

- Identificación y georreferenciación del arbolado urbano, generando un inventario actualizado de la vegetación existente.
- Clasificación de especies arbóreas.
- Determinación de variables estructurales de la vegetación, como cobertura, biomasa y superficie foliar.
- Evaluación de la capacidad de la Infraestructura Verde Urbana para mejorar el confort térmico y radiativo en el municipio.
- Análisis de la adaptabilidad de la vegetación urbana al cambio climático, considerando resiliencia y necesidades de gestión a largo plazo.
- Elaboración de cartografía específica de exposición térmica urbana, incluyendo mapas de sombra, pavimentos, permeabilidad y otros factores que influyen en la acumulación de calor.

REFERENCIAS

- 1 <https://www.ncdc.noaa.gov/monitoring-references/faq/indicators.phphttps://crudata.uea.ac.uk/cru/data/temperature/http://data.giss.nasa.gov/gistemp>
- 2 <https://www.giss.nasa.gov/research/news/20170118/>
- 3 The Global Risk Report 2024, Foro Económico Mundial
- 4 Organización Mundial de la Salud
- 5 Achebak H, Rey G, Chen ZY, Lloyd SJ, Quijal-Zamorano M, Méndez-Turrubiates RF, Ballester J. Heat Exposure and Cause-Specific Hospital Admissions in Spain: A Nationwide Cross-Sectional Study. *Environ Health Perspect.* 2024 May;132(5):57009. doi: 10.1289/EHP13254. Epub 2024 May 22. PMID: 38775486; PMCID: PMC1110655.
- 6 Coral Salvador, Pedro Gullón, Manuel Franco, Ana M. Vicedo-Cabrera, Heat-related first cardiovascular event incidence in the city of Madrid (Spain): Vulnerability assessment by demographic, socioeconomic, and health indicators, *Environmental Research*, Volume 226, 2023, 115698, ISSN 0013-9351, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115698>.
- 7 https://momo.isciii.es/panel_momo/
- 8 Organización Mundial de la Salud
- 9 Organización Mundial de la Salud
- 10 Christopher W. Callahan, Justin S. Mankin. Globally unequal effect of extreme heat on economic growth. *Sci. Adv.* 8, eadd3726(2022).
- 11 Trabajar en un planeta más caliente: El impacto del estrés térmico en la productividad laboral y el trabajo decente. Organización Internacional de Trabajo
- 12 Berkay Akyapi, Matthieu Bellon, Emanuele Massetti. Estimating Macro-Fiscal Effects of Climate Shocks from Billions of Geospatial Weather Observations. *International Monetary Fund*, 2022
- 13 Trabajar en un planeta más caliente: El impacto del estrés térmico en la productividad laboral y el trabajo decente. Organización Internacional de Trabajo
- 14 Agenda Urbana Huércal-Overa 2030
- 15 Agenda Urbana Huércal-Overa 2030
<https://andaltura.com/andalucia/provincias-capitales-comarcas-y-municipios/provincias/provincia-de-almeria/relieve-almeriense/sierra-de-las-estancias/>
- 16 Rivas Martínez, S. (1987). Memoria del mapa de series de vegetación de España 1:400.000. ICONA, Madrid
- 17 <https://portalrediam.cica.es/recursosVisor/pdfs/aplicacionVegetacion/MRES/NE2.pdf>
- 18 <https://portalrediam.cica.es/recursosVisor/pdfs/aplicacionVegetacion/MRES/OR1.pdf>
- 19 <https://portalrediam.cica.es/recursosVisor/pdfs/aplicacionVegetacion/MRES/CA2.pdf>
- 20 <https://portalrediam.cica.es/recursosVisor/pdfs/aplicacionVegetacion/MRES/CA3>.
- 21 Agenda Urbana Huércal-Overa 2030
- 22 <https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/areas-tematicas/espacios-protegidos/espacios-protegidos-red-natura-2000/relacion-espacios-protegidos-red-natura-2000-zec-zepa>
- 23 https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/lic_murcia.html
- 24 https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/documents/20151/40046109/Site_ES6110011.pdf/8bc33c46-c41e-9a50-9940-ec7ba99be772?t=1646898665038
- 25 INE
- 26 Agenda Urbana Huércal-Overa 2030



PROYECTO LUGIA

ANÁLISIS DEL RIESGO DE LAS OLAS DE CALOR
Y SU IMPACTO EN LOS GRUPOS VULNERABLES DE HUERCAL-OVERA



Funded by the
European Union
NextGenerationEU