

Enfriar el presente, habitar el futuro:

*repensando las ciudades
frente al calor extremo*



Plataforma por la
descarbonización
del calor y el frío

WWW.DESCARBONIZACALORYFRIO.ORG

UN INFORME DE



MIEMBROS IMPULSORES



ACERCA DE LA PLATAFORMA

La Plataforma por la Descarbonización del Calor y el Frío reúne a asociaciones empresariales, centros de investigación y organizaciones medioambientales para impulsar una transición rápida y ordenada hacia sistemas de climatización eficientes, renovables y accesibles, incluyendo tanto la calefacción como la refrigeración en entornos residenciales e industriales.

ELABORACIÓN DEL INFORME

Autores: Francisco Zuloaga, Isabela Leon Cesín.

Colaboradores: Nicole Julien, Tom Chorreau.

Supervisión: Jeannette Bain.

Fundación Ecología y Desarrollo (ECODES)

Grupo directivo:

Plataforma por la Descarbonización del Calor y el Frío.

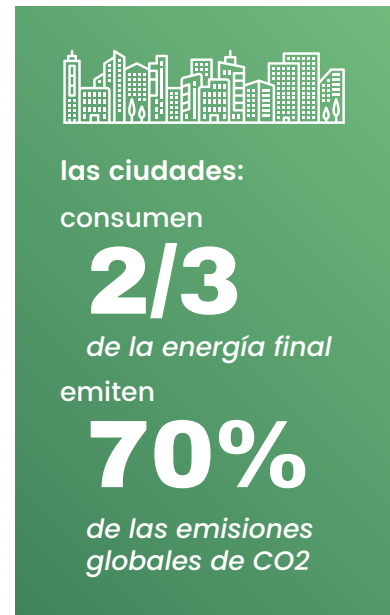
AGOSTO 2025

Este informe ha sido apoyado por la European Climate Foundation. La responsabilidad de la información y opiniones establecidas en él recae en los autores. La European Climate Foundation no se hace responsable de cualquier uso que se haga de la información contenida o expresada en el mismo.



Resumen ejecutivo

Las ciudades están en el epicentro de la emergencia climática. Las temperaturas globales siguen batiendo récords, y 2024 ha superado a 2023 como el año más caluroso de la historia. Pero los impactos del calor extremo no se distribuyen de manera uniforme. Las zonas urbanas se están calentando cada vez más rápido y sufren más, debido a su infraestructura densa, la escasa vegetación y creciente demanda energética. **No es banal que las ciudades consuman más de dos tercios (alrededor del 70%) de la energía mundial y sean responsables de más del 70% de las emisiones globales de dióxido de carbono** (CMNUCC, 2020).



En países como España, donde más del 90 % de la población vive en ciudades y las olas de calor superan habitualmente los 40 °C en verano, estos riesgos no son abstractos: ya están poniendo en peligro y cobrando vidas, medios de subsistencia y la salud pública. **Solo en 2023, las olas de calor provocaron 48.000 muertes en toda Europa y entre junio y julio de 2025 las muertes por olas de calor se triplicaron en Europa.** Los nuevos datos de pobreza energética en verano (problemática hasta ahora invisibilizada) también deben ponernos en alerta: según el INE (2023), **uno de cada tres hogares no puede mantener su vivienda a una temperatura suficientemente fresca, y en el caso de los hogares vulnerables uno de cada dos** (Greenpeace España, 2025).

En este contexto, **garantizar una temperatura habitable en el entorno urbano se ha convertido en una necesidad de salud pública.** Pero si no se aborda con una planificación adecuada, puede generar un ciclo peligroso, con el llamado efecto isla de calor: las temperaturas exteriores aumentan, lo que incrementa el uso de sistemas de climatización, que a su vez liberan calor en entornos ya sobrecalentados. A menudo se culpa a los aires acondicionados (bombas de calor) de agravar este ciclo, pero la realidad es más compleja. **Estos sistemas no generan calor nuevo; simplemente lo transfieren del interior de los edificios al exterior.** El verdadero desafío está en cómo, dónde y a qué escala se despliegan.



RESUMEN EJECUTIVO

Este estudio sostiene que **el enfriamiento urbano debe entenderse como un pilar clave de la adaptación climática, la justicia espacial y la resiliencia urbana**. La frecuencia, intensidad y duración de las olas de calor va en aumento, al igual que sus costos humanos y económicos. **Las islas de calor urbanas pueden elevar las temperaturas de las superficies locales entre 10 y 15 °C durante eventos extremos** (Massetot y Gasparrini, 2024), especialmente en zonas pavimentadas, con superficies selladas, materiales que retienen el calor o en áreas densamente construidas. Hacer frente a este desafío requiere respuestas sistémicas que vinculen la climatización de las edificaciones con el diseño urbano, la política energética y la equidad.

Las bombas de calor tienen un papel esencial en la descarbonización de la climatización, pero son solo una parte de la solución. **Una estrategia de enfriamiento urbano responsable incluye también árboles, sombra, ventilación, diseño arquitectónico y soluciones compartidas, eficientes y centralizadas**, como las redes de distrito. La renaturalización urbana, las superficies permeables y reflectantes, el aislamiento térmico y los sistemas colectivos bien planificados no son elementos complementarios: son la base que permite que los sistemas activos funcionen de manera eficaz y sostenible.

Si hacemos bien las cosas, no solo reduciremos las emisiones, mitigando los efectos del cambio climático, sino que además **estaremos trabajando en la adaptación y mitigación en nuestros hogares y entornos, promoviendo así una mayor justicia social y climática. Esto servirá como catalizador para repensar y rediseñar nuestras ciudades**, en busca de mayor bienestar, justicia social y salud para nuestras comunidades, mayor eficiencia energética y un menor impacto en el planeta.

Porque enfrentar el calor extremo no es solo cuestión de adaptación: es una oportunidad para transformar nuestras ciudades en espacios que cuidan, que protegen y que no dejan a nadie atrás.

Nota: En este informe, empleamos el término **enfriamiento urbano** como traducción del concepto internacional urban cooling, que engloba tanto estrategias pasivas como activas para reducir las temperaturas en el entorno urbano.



Índice

• Resumen ejecutivo	2
• Introducción	5
• ¿Cómo se calientan nuestras ciudades?	8
◦ <i>Islas de calor urbanas y el despliegue de bombas de calor</i>	8
■ <i>Factores que impulsan el sobrecalentamiento urbano</i>	9
• Tecnologías de climatización en contextos urbanos	11
◦ Evidencia, soluciones y estrategias	11
■ <i>Evidencia de impacto sobre el microclima urbano</i>	12
■ <i>Vías de mitigación y adaptación para una climatización sostenible</i>	13
■ <i>Tipologías de estrategias para el enfriamiento urbano</i>	14
• A. Evidencia de riesgos de una climatización sin planificación	
• B. Planificación y estrategias sistémicas de enfriamiento urbano	
• C. Soluciones locales y basadas en la naturaleza	
• Una jerarquía de soluciones para ciudades más habitables	16
• Claves de gobernanza y políticas públicas para el enfriamiento urbano	20
◦ <i>Marco político y normativo</i>	20
• Conclusiones y recomendaciones	22
• Referencias	25



Introducción

Según el Servicio de Cambio Climático de Copernicus, el año pasado superó la marca de 2023 y **2024 se convirtió en el año más caluroso jamás registrado, con temperaturas medias globales que alcanzaron los 1,6°C por encima de los niveles preindustriales durante un periodo de 12 meses, sobrepasando por primera vez el umbral de 1,5°C** (Copernicus, 2024). Aún más preocupante, los últimos diez años han sido los más cálidos de los que se tiene constancia (Organización Meteorológica Mundial [OMM], 2025). Para mayor preocupación, en junio 2025 la ciencia hizo un último llamamiento alertando de que **solo quedan tres años para mantener vivo el límite de 1,5 °C del Acuerdo de París** (University of Leeds, 2025).

El aumento de los eventos de calor extremo está generando graves riesgos para comunidades de todo el mundo. **En Europa, el calor se ha convertido en la principal causa de muerte relacionada con el clima**, con aproximadamente 48.000 fallecimientos atribuibles a olas de calor solo durante el verano de 2023 (Agencia Europea de Medio Ambiente [AEMA], 2023). La Evaluación Europea de Riesgos Climáticos de la AEMA, señala que **el continente Europeo se está calentando al doble del ritmo global**. Este fenómeno, sumado al hecho de que, según datos del EUROSTAT, **la mayoría de la población del continente reside en entornos urbanos convierte la resiliencia urbana en una prioridad urgente** (AEMA, 2024).

Ante este calentamiento acelerado y sus consecuencias, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) advierte que, **para limitar el calentamiento a 1,5°C, las emisiones globales deben alcanzar su pico máximo antes de 2025 y reducirse en un 43% para 2030** (IPCC, 2023). Sin embargo, las tendencias actuales no van en esa dirección. Esta meta global se enmarca en los compromisos internacionales de reducción de emisiones (NDCs), aunque distintos análisis, como el PAC Scenariio 2.0, elaborado por CAN Europe, plantean que Europa debería asumir un objetivo aún más ambicioso: una reducción del 60 % para 2030 y la neutralidad climática en 2040, en coherencia con su mayor responsabilidad histórica.

Si 2024 marcó un nuevo récord climático, 2025 debe ser el año de acción decisiva: no sólo para reducir emisiones, sino también para hacer que nuestras ciudades sean habitables frente a episodios y olas de calor cada vez más frecuentes y severas.



España se encuentra en la primera línea de esta crisis. En el verano de 2023 se registraron 3.009 muertes atribuibles al exceso de temperatura, según datos del Instituto de Salud Carlos III. **Estudios posteriores estiman que la cifra real fue de alrededor de 8.300 muertes** (ISGlobal, 2024), lo que convirtió a ese verano en el segundo más letal por calor en una década. En 2024, el Ministerio de Sanidad reportó 2.020 fallecimientos vinculados al calor (Ministerio de Sanidad, 2024), y solo en los dos primeros meses del verano de 2025 ya se contabilizan 1.180 muertes (Instituto de Salud Carlos III, 2025). Estos datos muestran una tendencia sostenida y alarmante que exige respuestas urgentes en el ámbito urbano.

Con más del 90% de la población viviendo en entornos urbanos y ciudades como Sevilla, Madrid o Valencia que superan regularmente los 40°C en verano, el país se ha convertido en un caso de referencia para el desarrollo de estrategias urbanas integrales para hacer frente al calor. Las regiones del sur enfrentan un desafío particularmente complejo: alta radiación solar, episodios de calor prolongados y densos tejidos urbanos con escasa sombra y ventilación. Estas condiciones hacen que el país sea especialmente vulnerable, pero también lo posicionan de forma única para liderar enfoques integrados de enfriamiento urbano que equilibren eficiencia, resiliencia y equidad.

Las ciudades son especialmente sensibles al aumento de temperaturas debido al llamado efecto isla de calor urbana (ICU), que surge de la combinación de construcciones densas, superficies que retienen calor como el asfalto y el hormigón, vegetación escasa y poca circulación de aire. Estas condiciones provocan que **las zonas urbanas se calienten mucho más que las áreas periféricas**, especialmente durante la noche y a lo largo de episodios de calor prolongados. Según un análisis reciente del Financial Times basado en datos satelitales del Centro Común de Investigación de la Comisión Europea, **durante las olas de calor las temperaturas de la superficie pueden ser entre 10 y 15°C más altas en zonas urbanas densas y pavimentadas** (Masselot et al., 2025; FT, 2025).



INTRODUCCIÓN

A medida que el calor se intensifica, **garantizar el confort térmico se vuelve esencial para la salud pública y la seguridad**. Sin embargo, si las tecnologías de climatización activas se implementan sin una estrategia adaptada al contexto urbano, pueden generar respuestas disfuncionales que agraven el estrés térmico exterior y generen rechazo social, retrasando la transición ecológica.

El acceso a soluciones seguras y sostenibles para reducir el calor no debe entenderse como un lujo, sino como un derecho básico, especialmente para las poblaciones más vulnerables, que están desproporcionadamente expuestas a los riesgos del calor extremo. Este estudio se centra en las bombas de calor, una tecnología clave para la transición a una climatización limpia, y analiza cómo desplegarlas de forma responsable en entornos urbanos sobrecalentados.



¿Cómo se calientan nuestras ciudades?

El efecto isla de calor urbana puede amplificar significativamente las temperaturas locales. Según análisis satelitales recientes, **la diferencia de temperatura del suelo entre zonas urbanas densas y los entornos menos urbanizados puede alcanzar entre 10 y 15°C durante episodios extremos de calor en diversas regiones de Europa** (Masselot & Gasparrini, 2024). Este fuerte contraste térmico intensifica la retención de calor durante la noche, lo que hace que las ciudades sean especialmente vulnerables ante las olas de calor que cada vez son más frecuentes.

Islas de calor urbanas y el despliegue de bombas de calor

Las bombas de calor funcionan trasladando el calor en lugar de generarlo. En verano, **las bombas de calor aire-aire (ASHP, por sus siglas en inglés), en modo refrigeración, extraen el calor del interior de los edificios y lo liberan al exterior. Esto no añade nuevo calor al sistema: simplemente traslada el calor existente hacia afuera.**

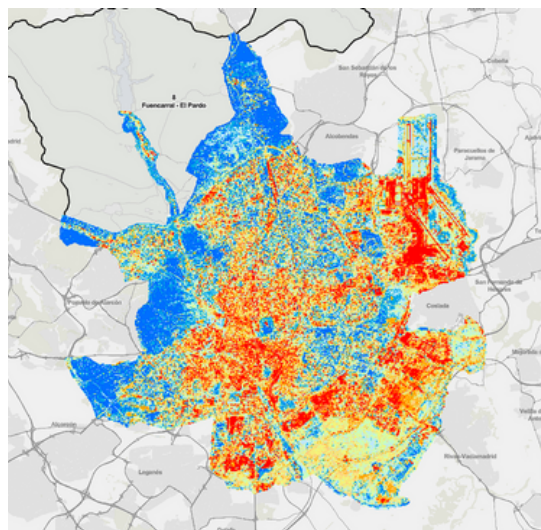
Estas tecnologías son mucho más eficientes energéticamente que los sistemas basados en combustibles fósiles y pueden operar con electricidad renovable, **lo que las convierte en una tecnología clave para descarbonizar la climatización** tanto en calefacción como en refrigeración (Agencia Internacional de la Energía [AIE], 2022). Sin embargo, su despliegue debe considerarse siempre en relación con el microclima urbano.

Por sí solas, las bombas de calor no son una fuente de sobrecalentamiento urbano. Sin embargo, en zonas que ya sufren estrés térmico y escasa ventilación, el efecto acumulado de múltiples unidades exteriores funcionando al mismo tiempo puede agravar el calentamiento local (Santamouris, 2020). En este contexto, el uso de soluciones con recuperación de calor y/o una adecuada planificación del despliegue puede contribuir a mitigar ese impacto.



ENFRIAR LA CIUDAD RECALENTADA

En este contexto, **Madrid destaca como uno de los puntos críticos de isla de calor más intensos de Europa**. Según un estudio internacional liderado por ARUP, se identificaron temperaturas 8.5°C más altas en el centro urbano en comparación con las áreas periféricas (Arup, 2022). Estos datos son también visibles en el mapa de Isla de Calor Urbano de 2022 publicado por el Ayuntamiento de Madrid, que muestra una alta exposición al calor en los barrios densamente edificadas y menos arbolados del centro.



Fuente: Ayuntamiento de Madrid (2022). **Mapa de intensidad de isla de calor urbana**, octubre de 2022. Geoportal del Ayuntamiento de Madrid.

Comprender esta dinámica hace necesario un cambio de enfoque: **no basta con enfriar el interior de los edificios, también debemos reducir la temperatura general de nuestras ciudades**. Crear entornos urbanos realmente habitables exige un doble objetivo: edificios frescos y ciudades frescas. Por tanto, las estrategias de mitigación y adaptación deben ser sistémicas, abordando tanto el entorno construido como el microclima urbano en su conjunto.

Factores que impulsan el sobrecalentamiento urbano

- **Superficies selladas** con baja reflectividad y alta masa térmica (por ejemplo, asfalto, hormigón), que absorben y almacenan el calor.
- **Escasa vegetación**, lo que reduce la evapotranspiración (proceso natural mediante el cual el agua se evapora del suelo y de las superficies vegetales) ayudando a enfriar el aire del entorno (USGS, 2022).
- **Estructura urbana densa** que restringe el flujo de aire y atrapa el calor.
- **Calor residual** de origen antropogénico, incluidas las emisiones de los sistemas de climatización (HVAC), el tráfico y la industria.

Distinguir entre efectos térmicos localizados (como los “puntos calientes” cerca de unidades condensadoras o en fachadas) y efectos térmicos sistémicos (como un aumento generalizado de la temperatura en todo un barrio), es esencial para evaluar el impacto acumulado de las tecnologías de climatización.



En este marco, más que ser una solución principal, **las bombas de calor deben entenderse como parte de una estrategia más amplia, y resultan más efectivas cuando se integran en un enfoque de diseño urbano que priorice las soluciones pasivas**, como las superficies permeables, la rehabilitación, el sombreado, la vegetación y la ventilación. Con una planificación y ubicación adecuadas, las bombas de calor pueden desempeñar un papel constructivo, especialmente cuando su implementación forma parte de una respuesta integral frente al calor extremo.

La importancia de integrar estas dinámicas es cada vez más reconocida a nivel de políticas públicas. Las revisiones recientes de la Directiva de Eficiencia Energética (EED) y de la Directiva de Rendimiento Energético de los Edificios (EPBD) incluyen nuevas referencias a la climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) y al microclima urbano (Comisión Europea, 2023a, 2023b).

Sin embargo, en la práctica, la implementación sigue rezagada frente a la urgencia climática. **Garantizar que las soluciones para enfriar los hogares, reciban el mismo nivel de atención que las de calefacción –y que ambas se aborden con urgencia–** asegurando una implementación se base en principios de equidad y sostenibilidad con un enfoque integral, **debería ser una prioridad en los procesos de transposición a nivel nacional.**



Tecnologías de climatización en contextos urbanos

Evidencia, soluciones y estrategias

Para comprender cómo las tecnologías de climatización pueden contribuir a la resiliencia urbana sin agravar el calor local, esta sección reúne dos tipos de evidencia: en primer lugar, análisis técnicos sobre cómo los sistemas de climatización interactúan con los microclimas urbanos; y en segundo lugar, tipologías basadas en casos prácticos que ilustran una variedad de estrategias en acción. En conjunto, **se ofrece una visión fundamentada tanto de los riesgos como de las oportunidades asociadas al enfriamiento urbano**, proporcionando conocimientos valiosos para ciudades, planificadores urbanos y responsables políticos.

Los sistemas de climatización no son las principales fuentes de calor antropogénico en las ciudades, aunque pueden contribuir al calor urbano si se despliegan sin planificación. La evidencia señala que **la estructura urbana** (como superficies selladas, materiales con alta masa térmica, escasa vegetación y densidad edificatoria) **sigue siendo el factor contribuyente dominante** (Corbera et al., 2016). En paralelo, **el calor antropogénico generado por actividades humanas, como el tráfico o ciertos procesos industriales, representa un aporte adicional**. Por ejemplo, en avenidas densas, el calor emitido por los vehículos puede elevar el aire circundante entre 2 y 6,5°C, dependiendo de la orientación y la velocidad del viento (Santamouris, 2020). En comparación, las bombas de calor en modo refrigeración simplemente trasladan el calor desde el interior al exterior de los edificios, pero si se concentran en entornos mal ventilados, pueden agravar el calentamiento local (Masselot & Gasparrini, 2024).

La ciudad de Barcelona ofrece un caso ilustrativo: la isla de calor urbana alcanza promedios de 1,7°C y picos de hasta 4,3°C durante el verano, especialmente en calles estrechas y densamente edificadas. Esta intensidad térmica puede incrementar la demanda de refrigeración en edificios residenciales entre un 18 % y un 28 %, según simulaciones energéticas (Corbera et al., 2016). Estos datos muestran cómo la climatización no puede analizarse de forma aislada, sino que debe integrarse en una planificación urbana sensible al contexto.



Aunque su contribución es menor comparada con otras fuentes de calor urbano, el impacto de las bombas de calor sobre el microclima local puede variar considerablemente según su densidad, ubicación y condiciones de ventilación. En entornos densos o mal ventilados, la concentración de unidades exteriores puede generar elevaciones térmicas localizadas, si no se integran adecuadamente. Esto refuerza la necesidad de planificar su despliegue desde un enfoque integral, que combine criterios técnicos con principios de diseño urbano, eficiencia espacial y adaptación climática.

Comprender las implicaciones más amplias de estas tecnologías requiere analizar cómo interactúan las bombas de calor con el microclima urbano, en función de su ubicación y nivel de uso. **Algunos factores que impulsan el sobrecalentamiento urbano** (como la geometría urbana o la densidad edificatoria) **son difíciles de modificar; otros, como los materiales de las superficies ó la cobertura vegetal, pueden abordarse mediante la planificación y el diseño urbano.**

Evidencia de impacto *sobre el microclima urbano*

Los impactos localizados que puedan llegar a generar los sistemas de climatización no son inevitables. Cada vez hay más evidencia sobre cómo su diseño, instalación y entorno inmediato influyen en su interacción con el microclima urbano. Adoptando un enfoque sensible al contexto, es posible reducir significativamente los efectos adversos y, al mismo tiempo, reforzar la resiliencia urbana frente al calor extremo.

- **Hong Kong, China:** En contextos subtropicales densamente urbanizados, la demanda está fuertemente condicionada por el microclima urbano. Estudios indican que la combinación de islas de calor superficiales y atmosféricas en Hong Kong, genera un aumento significativo en la carga térmica residencial. Cada aumento de 1 °C en la intensidad de la isla de calor urbana nocturna, se corresponde con un incremento de alrededor del 45 % en la demanda de en edificios residenciales (Shi et al., 2021).
- **París, Francia:** Simulaciones han demostrado que el uso generalizado de aires acondicionados, sin medidas complementarias, puede reducir la eficacia de la infraestructura verde y elevar la temperatura del entorno urbano en más de 1°C (De Munck et al., 2018).



Vías de mitigación y adaptación para una climatización sostenible

A continuación se presentan estrategias clave que permiten mitigar el calentamiento local y optimizar el desempeño de los sistemas activos de climatización en entornos densamente urbanizados. Estos estudios subrayan la importancia de implementar las bombas de calor de manera estratégica. Afortunadamente, cada vez más estudios identifican una serie de medidas que pueden mitigar sus impactos localizados y potenciar su contribución a la resiliencia urbana. Entre las estrategias clave se incluyen:

- **Optimizar la ubicación de las unidades exteriores:** una instalación adecuada puede reducir significativamente el sobrecalentamiento local. Evitar patios cerrados y asegurar la ventilación cruzada son medidas simples pero eficaces. Siempre que sea viable, ubicar las unidades en cubiertas, en lugar de a nivel de calle o en fachadas que den a zonas peatonales, puede disminuir su impacto térmico directo en el entorno inmediato.
- **Incorporar vegetación:** aumentar la cobertura vegetal alrededor de los edificios (mediante árboles, muros verdes, cubiertas ajardinadas o parterres urbanos) contribuye a reducir la temperatura ambiente, absorber el calor expulsado por los sistemas de climatización y mejorar la ventilación natural. Estas soluciones, además de mitigar el sobrecalentamiento localizado, incrementan la evapotranspiración y la humedad relativa, creando microclimas más habitables. Integrar vegetación en el diseño urbano también mejora la calidad del aire, reduce el ruido y aporta beneficios estéticos y de biodiversidad, consolidando su papel como infraestructura climática esencial en entornos densos.
- **Aplicar materiales reflectantes o permeables:** usarlos en pavimentos y fachadas cercanas a las unidades exteriores ayuda a reducir la acumulación térmica localizada. Además, aumentar la permeabilidad del entorno urbano mediante estrategias como la despavimentación (ya aplicadas en ciudades como París) permite eliminar superficies selladas innecesarias y sustituirlas por pavimentos drenantes, jardines de lluvia u otras soluciones basadas en la naturaleza. Estas intervenciones no solo reducen el sobrecalentamiento local, sino que también mejoran la gestión del agua pluvial y la calidad del aire.



- **Implementar sistemas de climatización de distrito:** cuando sea viable, representan una alternativa colectiva frente a la proliferación de unidades exteriores individuales. Promovemos el uso de las redes de distrito eficientes y renovables, además de su utilización para recuperar parte del calor para otros usos (como agua caliente sanitaria), integrar sistemas de almacenamiento térmico y mejorar la eficiencia energética. Además, si utilizan medios de refrigeración húmedos o fuentes externas al entorno urbano (como el mar, ríos o acuíferos subterráneos), liberan menos calor sensible al aire urbano, contribuyendo a reducir el efecto isla de calor.
- **Diseñar edificios resilientes y bioclimáticos:** aplicar principios de zonificación térmica, sombreadamiento, ventilación cruzada y enfriamiento pasivo permite reducir significativamente la necesidad de climatización activa. Además, al minimizar la ganancia térmica y evitar el uso intensivo de sistemas activos de climatización, se reduce también la cantidad de calor expulsado al entorno urbano. Diseñar con criterios bioclimáticos no solo mejora el confort térmico interior, sino que convierte a los edificios en aliados frente al sobrecalentamiento urbano, especialmente en entornos densos y vulnerables.

Es necesario pasar de la instalación aislada de equipos a estrategias integrales de enfriamiento urbano, que incorporen estos elementos como criterios estándar desde la planificación. Logrando así, que la que la infraestructura de climatización contribuya no sólo al confort térmico interior, sino también a la habitabilidad y resiliencia del entorno urbano.

Tipologías de estrategias para el enfriamiento urbano

Para ilustrar mejor estas dinámicas, en este apartado se detallan respuestas reales en tres niveles de acción: riesgos no gestionados, planificación sistémica y soluciones locales basadas en la naturaleza. Este marco ayuda a ilustrar el espectro de enfoques disponibles para el enfriamiento urbano y resalta la importancia de estrategias integradas y sensibles al contexto.



A. Evidencia de riesgos de una climatización sin planificación

- **Tokio, Japón:** Estudios observacionales mostraron que el funcionamiento simultáneo de sistemas de aire acondicionado elevó la temperatura en callejones angostos hasta en 2°C. (Ichinose, Shimodozono y Hanaki, 1999).
- **Phoenix, EE.UU.:** Modelizaciones demostraron que el uso generalizado y no regulado de aires acondicionados agrava el efecto isla de calor durante la noche y eleva los picos de demanda eléctrica. (Salamanca et al., 2014).

B. Planificación y estrategias sistémicas de enfriamiento urbano

- **Singapur:** La ciudad-estado ha integrado la mitigación del efecto de la ICU en la planificación urbana mediante el uso de índices de vegetación, análisis de sombra y modelización de confort térmico para diseñar corredores frescos y orientar la normativa de edificación. (Wong, Jusuf y Syafii, 2021).
- **Barcelona, España:** El programa Refugios Climáticos utiliza mapas térmicos, datos de albedo y tipologías de forma urbana para priorizar espacios públicos donde incorporar vegetación, cuerpos de agua, y superficies reflectantes, como parte de una estrategia integral de adaptación al calor urbano. (Ajuntament de Barcelona, 2022).

C. Soluciones locales y basadas en la naturaleza

- **París, Francia:** La transformación de patios escolares con superficies selladas (como asfalto u hormigón) en espacios verdes y sombreados, redujo las temperaturas del suelo en 7°C. (Ville de Paris, 2021).
- **Madrid, España:** Pruebas piloto con muros verdes y cubiertas frías en viviendas sociales lograron reducir la temperatura de la superficie entre 5 y 6°C. (Proyecto GrowGreen, 2021).
- **Barcelona, España:** Intervenciones de despavimentación en espacios públicos han permitido aumentar la permeabilidad del entorno urbano y reducir el sobrecalentamiento local en zonas densas y vulnerables. (BBC, 2023).

En conjunto, estos ejemplos muestran que gestionar el calor urbano requiere un enfoque a multinivel: desde la identificación de riesgos, pasando por su integración en la planificación urbana, hasta la implementación de intervenciones concretas que enfrien simultáneamente el suelo, los edificios y el aire.



Una jerarquía de soluciones para ciudades más habitables



En ciudades que enfrentan veranos cada vez más extremos (como ocurre en muchas zonas de España), enfriar el entorno urbano no puede tratarse como una cuestión secundaria. La forma en que lo hacemos importa tanto como la tecnología en sí, no sólo en términos de eficiencia energética, sino también de habitabilidad, equidad y resiliencia climática.



Esta sección propone una jerarquía de soluciones basada en aprendizajes prácticos de ciudades sometidas a estrés térmico, así como en la evidencia técnica generada por estudios recientes sobre clima urbano. Su objetivo es asegurar que las medidas de enfriamiento urbano reduzcan tanto el estrés térmico en interiores, como el sobrecalentamiento urbano en su conjunto.

Para orientar la toma de decisiones, se plantea un marco que avanza desde soluciones sistémicas, basadas en la naturaleza, pasivas y colectivas, hacia medidas tecnológicas, activas e individuales. Esta jerarquía se nutre de conocimientos y prácticas locales, especialmente de ciudades españolas que enfrentan un calor cada vez más intenso y una rápida expansión de bombas de calor aire-aire. Además, se incorporan intervenciones aplicables a edificios ya existentes, que representan la mayor parte del parque edificado y requieren estrategias adaptadas para mejorar su desempeño térmico sin recurrir exclusivamente a soluciones tecnológicas intensivas.

1. Reverdecimiento y soluciones basadas en la naturaleza

Los árboles, la vegetación vertical, los espejos de agua y la recuperación de espacios naturales mejoran la evapotranspiración, proporcionan sombra y reducen las temperaturas del aire y de las superficies. Estas soluciones también mejoran la calidad del aire, la biodiversidad y el bienestar físico y mental.

Algunos ejemplos son: la ampliación del arbolado urbano, la instalación de fachadas verdes en edificios expuestos al sol y la creación de sistemas modulares de sombras en escuelas y espacios públicos. El programa de “Refugios Climáticos”, desarrollado en Barcelona, ilustra cómo el reverdecimiento estratégico puede ofrecer alivio térmico inclusivo y eficaz frente al calor extremo.

2. Configuración del entorno urbano para el confort climático

La geometría y los materiales del entorno construido desempeñan un papel central en la configuración del microclima urbano. La reducción de pavimentos innecesarios, el uso de materiales reflectantes o permeables, y el diseño de calles que favorezcan la ventilación y la sombra son medidas clave para reducir la absorción de calor y mejorar el confort climático.



Los edificios y espacios públicos deben diseñarse para minimizar la exposición solar, mediante arcadas, brise-soleil, voladizos y vegetación integrada para dar sombra. También es importante planificar cuidadosamente la ubicación de los equipos de climatización. Las unidades exteriores de bombas de calor aire-aire deben instalarse en zonas bien ventiladas, evitando patios cerrados o áreas peatonales muy transitadas, donde el calor expulsado pueda intensificar el sobrecalentamiento urbano y afectar el confort térmico del entorno.

3. Estrategias de construcción pasiva y aislamiento

El diseño de los edificios es esencial para reducir la demanda de climatización en interiores. Una orientación adecuada, ventilación cruzada, masa térmica, sombreado exterior y aislamiento adecuado, disminuyen la necesidad de sistemas activos de climatización.

Los programas de renovación y las subvenciones públicas son herramientas clave para fomentar mejoras en la envolvente térmica, lo que contribuye al ahorro energético a largo plazo y al confort interior.

4. Sistemas de climatización de distrito

Las redes de distrito de frío y calor pueden abastecer a barrios enteros o conjuntos de edificios mediante infraestructuras centralizadas. Estos sistemas evitan la proliferación de unidades exteriores individuales, reducen la descarga de calor en el espacio público y permiten la integración de fuentes renovables y la recuperación de calor residual. Son especialmente relevantes en áreas urbanas densas y renovaciones a gran escala, ofreciendo una solución escalable alineada con los objetivos de descarbonización y resiliencia.

5. Climatización centralizada a nivel edificio

En edificios multifamiliares optar por sistemas compartidos que abastecen a varias viviendas suele ser más eficiente que las soluciones individuales. Según el IDAE, este tipo de soluciones permite aprovechar mejor la energía, reducir costes operativos y facilitar el mantenimiento, especialmente cuando se combina con mejoras en la envolvente y una ubicación adecuada de los compresores (IDAE, 2022).



Al centralizar la generación de calor y frío, se reducen las fluctuaciones de temperatura, se optimiza la modulación de la carga térmica y se minimiza el impacto térmico y acústico en el entorno inmediato. Además, estos sistemas permiten integrar tecnologías como el almacenamiento térmico o la recuperación de calor, aumentando aún más su eficiencia y resiliencia urbana.

6. Sistemas eficientes individuales, con mínimo impacto al exterior

Los sistemas individuales, siguen siendo una herramienta necesaria para salvaguardar la salud y el confort. Para minimizar su impacto, deben priorizarse equipos con alta eficiencia energética, evaluada mediante el rendimiento estacional (SEER/SCOP), la clasificación energética y prestar especial atención a la correcta ubicación de las unidades exteriores.

Según la guía técnica de AFEC e IDAE (2023), las unidades exteriores deben instalarse evitando zonas confinadas, que limiten la ventilación y reduzcan la eficiencia térmica. Estudios recientes señalan que la instalación de múltiples unidades en espacios mal ventilados, como patios cerrados o callejones estrechos, puede agravar el sobrecalentamiento urbano. En entornos densos, este tipo de configuración puede elevar localmente la temperatura del aire en hasta 2°C (Masselot y Gasparrini, 2025), lo que refuerza la necesidad de integrar estas decisiones en el diseño urbano

Se debería favorecer el uso de equipos con refrigerantes que tengan menor potencial de calentamiento atmosférico (no fluorados), en línea con la normativa europea vigente. Si se diseñan, instalan y mantienen correctamente, las bombas de calor individuales son una solución de bajo impacto, especialmente si se integran en estrategias climáticas más amplias que prioricen medidas pasivas y de reverdecimiento urbano.

Esta jerarquía, que combina soluciones basadas en la naturaleza, diseño urbano, rehabilitación eficiente y tecnología optimizada, debe orientar las políticas públicas, las subvenciones y la normativa urbanística, **garantizando que el enfriamiento urbano contribuya tanto al confort térmico como a una transición climática justa, habitable y resiliente.**



Claves de gobernanza y políticas públicas para el enfriamiento urbano

Aprovechar plenamente el potencial de una climatización sostenible y equitativa (entendida como un enfoque que prioriza el confort térmico con un uso eficiente de recursos, mínima emisión de gases de efecto invernadero y coherencia con los objetivos de adaptación) requiere no solo soluciones técnicas, sino también marcos de gobernanza coherentes y una alineación adecuada con las oportunidades legislativas nacionales y europeas.

Cuando hablamos de enfriamiento en el entorno urbano, no nos referimos únicamente a los sistemas activos, como las bombas de calor o el aire acondicionado, **sino a todo el abanico de estrategias urbanas que permiten reducir el exceso de calor en las ciudades**: intervenciones basadas en la naturaleza, diseño pasivo de edificios, herramientas de planificación urbana y sistemas energéticamente eficientes.

En el caso de España, estas oportunidades resultan especialmente relevantes en el contexto de la transposición en curso la Directiva sobre el Rendimiento Energético de los Edificios (EPBD) y el desarrollo del Plan Nacional de Renovación de Edificios (PNRE), así como la transposición de la Directiva de Eficiencia Energética (EED), especialmente su artículo 25.6, que insta a los municipios mayores a 45.000 habitantes a elaborar planes locales de frío y calor. Para que estos marcos sean efectivos, **el Claves de gobernanza y políticas públicas para el enfriamiento urbano debe entenderse como un pilar central de las estrategias de renovación, cohesión social y adaptación climática.**

Marco político y normativo

A partir de los vacíos normativos actuales en España y la necesidad de integración legislativa, se proponen los siguientes fundamentos de política pública:

- **Incorporar explícitamente las necesidades de enfriamiento urbano y en edificios** en el Plan Nacional de Renovación de Edificios (PNRE), el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y el Plan Social para el Clima, garantizando que el confort térmico se trate como un derecho, y que las soluciones pasivas así como las basadas en la naturaleza, tengan prioridad junto con sistemas activos de climatización eficientes.



- **Aprovechar la transposición del artículo 25.6 de la Directiva de Eficiencia Energética (EED)** para desarrollar planes locales de calor y frío que integren la resiliencia climática, estrategias pasivas y la jerarquía de enfriamiento en la planificación urbana a nivel municipal.
- **En materia de subvenciones y ayudas públicas**, se debe fomentar la mejora de la envolvente térmica cuando sea viable, pero sin que esto sea un requisito indispensable, dado el alto coste, la lentitud y las barreras estructurales que limitan las renovaciones profundas en el parque residencial español. La descarbonización de la climatización residencial no puede esperar. El apoyo público debe estar disponible a través de múltiples vías, ya sea mediante mejoras en el edificio o la sustitución directa de sistemas de climatización. En todos los casos, la financiación debe priorizar tecnologías muy eficientes y alineadas con los objetivos climáticos (como bombas de calor aire-aire y aire-agua reversibles con controles inteligentes y alto rendimiento estacional), enfocándose en soluciones con mayor potencial para reducir emisiones, disminuir las facturas de luz y mejorar el confort térmico.
- **Incluir evaluaciones del microclima urbano** en las licencias de obras, permisos de renovación y en el diseño de espacios públicos e infraestructuras urbanas.
- **Las transposiciones de la EPBD y la EED** deberían reconocer explícitamente el papel del enfriamiento urbano como una medida clave de resiliencia, no solo dentro de las obligaciones de renovación, sino también en la definición de estándares mínimos de rendimiento y en la eliminación progresiva de los sistemas fósiles.

La alta exposición al calor, la densidad urbana y la vulnerabilidad social hacen de España un caso clave para la implementación de estas reformas.

Alinear la financiación, las estrategias de rehabilitación y la planificación local bajo un marco de climatización coherente permitiría generar beneficios inmediatos en resiliencia climática y avanzar en los objetivos de descarbonización a largo plazo. Las soluciones que se ensayen aquí pueden servir como referencia para una respuesta europea más amplia frente al aumento de las temperaturas.



Conclusiones y recomendaciones

En la era del cambio climático, el enfriamiento urbano ya no es solo una cuestión de confort, sino un asunto de supervivencia, salud pública y justicia social y climática. Si se diseña e implementa correctamente, también puede ser un motor para la transformación urbana. **Las ciudades europeas están entrando en una nueva era de estrés térmico. A medida que se intensifican las olas de calor y aumentan las temperaturas urbanas, la pregunta no es si se necesita climatización, sino cómo garantizar el acceso universal a temperaturas habitables** sin agravar el sobrecalentamiento urbano ni aumentar la vulnerabilidad social.

Las bombas de calor tienen un papel esencial en la descarbonización de la climatización. Este documento ha mostrado que no implican una aportación neta de calor al ambiente exterior, y que, cuando se integran adecuadamente en su entorno, puede evitarse la elevación térmica localizada en el entorno inmediato de las unidades exteriores y la contribución puntual al efecto isla de calor urbana. Además, el uso de sistemas de alta eficiencia energética y tecnologías como la recuperación de calor o la condensación por medios naturales permite reducir significativamente la cantidad total de calor liberado al entorno.

En este sentido, **las soluciones basadas en la naturaleza, las estrategias pasivas en edificios y los enfoques colectivos como las redes de climatización de distrito siguen siendo las formas más eficaces de reducir el calor urbano a gran escala.** Estas deben situarse como prioritarias en las políticas públicas, la financiación y la planificación urbana. Cuando se requieran sistemas activos, es fundamental priorizar tecnologías eficientes, con menor demanda eléctrica y menor impacto térmico, bajo una jerarquía clara de enfriamiento urbano que tenga en cuenta tanto el desempeño ambiental como la equidad.

España, con su exposición a calor extremo, su forma urbana densa y su activo panorama político, puede ofrecer lecciones valiosas para Europa y otras regiones del mundo.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para garantizar que el enfriamiento urbano futuro apoye (y no comprometa) la resiliencia climática y la equidad social, recomendamos:

- **Incorporar la jerarquía de enfriamiento** en los marcos de planificación nacionales y locales, priorizando soluciones pasivas y sistémicas como primera línea de actuación en los marcos de planificación.
- **Considerar el enfriamiento urbano** como una prioridad estructural en la planificación nacional y local, privilegiando soluciones pasivas y colectivas.
- **Diseñar esquemas de subvenciones flexibles** que premien tanto la mejora de la envolvente como el reemplazo eficiente de sistemas, priorizando a los colectivos vulnerables.
- **Utilizar la planificación térmica** como herramienta de coordinación para que las ciudades puedan mapear y gestionar colectiva y efectivamente las necesidades de climatización en edificios, infraestructuras y espacios públicos como herramienta clave de gobernanza climática urbana.
- **Reconocer el acceso al confort térmico como un derecho** intrínseco a la vivienda, especialmente para las poblaciones vulnerables, que sufren desproporcionadamente los impactos del calor extremo y suelen tener menos recursos para protegerse.
- **Aprovechar el liderazgo de España** en urbanismo adaptativo para impulsar respuestas europeas que combinen innovación, equidad y cuidado ambiental para impulsar respuestas europeas más ambiciosas en la adaptación climática urbana.

España cuenta hoy con herramientas técnicas, una tradición cultural de adaptación al calor, una creciente conciencia social en torno al cambio climático y sus impactos en la salud, y un marco político favorable para convertirse en líder europeo en planificación urbana sostenible para ciudades más frescas. Pero el liderazgo requiere de acción; **a medida que las temperaturas siguen aumentando, crecen los costos de la inacción, así como la injusticia de dejar a millones de personas expuestas a los impactos del calor**, con consecuencias en su salud y un creciente coste para los sistemas públicos.



El enfriamiento urbano debe ser reconocido no como una política secundaria, sino como un derecho humano básico. En un mundo cada vez más cálido y desigual, el acceso al confort térmico en las ciudades determinará quién puede vivir, trabajar, aprender y prosperar en ellas.

Más del 75 % de la población europea vive en entornos urbanos. En países como **España, donde esta cifra supera el 90 % y las olas de calor superan habitualmente los 40 °C en verano, estos riesgos no son abstractos: ya están poniendo en peligro vidas, salud y medios de vida. Lo que ocurra en nuestras ciudades será decisivo para la mayoría.**

Si abordamos la climatización de forma inteligente, desde los árboles hasta las azoteas, desde los códigos de edificación hasta las bombas de calor, no solo nos adaptaremos: transformaremos nuestras ciudades en espacios de cuidado, seguridad y resiliencia compartida. **Los edificios frescos comienzan con ciudades frescas, repensar nuestras ciudades en un clima cambiante ya no es opcional: es el gran reto de nuestro tiempo.**



Referencias

- **AFEC & IDAE.** (2023). *La bomba de calor en la rehabilitación energética de edificios. Guía técnica de rehabilitación energética.* <https://www.idae.es/publicaciones/la-bomba-de-calor-en-la-rehabilitacion-energetica-de-edificios>
- **Agencia de Protección Ambiental de EE. UU.** (2022). *¿Qué son las islas de calor?* <https://www.epa.gov/heatislands/learn-about-heat-islands>
- **Agencia Europea de Medio Ambiente.** (2023). *Calor y salud.* <https://www.eea.europa.eu/en/highlights/heat-and-health>
- **Agencia Europea de Medio Ambiente.** (2024). *Evaluación del riesgo climático en Europa 2024.* <https://www.eea.europa.eu/publications/european-climate-risk-assessment>
- **Agencia Internacional de la Energía.** (2022). *El futuro de las bombas de calor.* <https://www.iea.org/reports/the-future-of-heat-pumps>
- **Ajuntament de Barcelona.** (2022). *Los refugios climáticos en las escuelas mejoran el bienestar infantil.* https://ajuntament.barcelona.cat/educacio/en/noticia/climate-shelters-in-schools-are-improving-childrens-well-being_1117701
- **Arup.** (2022). *Madrid suffers most extreme Urban Heat Island hot spot.* Disponible en: <https://www.arup.com/news/madrid-suffers-most-extreme-urban-heat-island-hot-spot-new-international-survey-shows>
- **Ayuntamiento de Madrid.** (2022). *Informe sobre el mapa de la isla de calor urbano en Madrid. Subdirección General de Sostenibilidad y Planificación del Medio Urbano.* https://geoportal.madrid.es/fsdescargas/IDEAM_WBGEOPORTAL/SATELITE/ISLA_CALOR/EsAy.tMadridOt2022ICUInf.pdf
- **Ciudad de París.** (2021). *El proyecto Oasis: islas de frescor en las escuelas.* <https://www.paris.fr/pages/le-projet-oasis-des-iles-de-fraicheur-dans-les-ecoles-7022>
- **Climate Action Network (CAN) Europe.** (2023) *Paris Agreement Compatible Scenarios for Energy Infrastructure – PAC Scenario 2.0.* <https://www.pac-scenarios.eu>
- **CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático).** (2020.) *La acción climática urbana es crucial para doblar la curva de emisiones.* Publicado el 5 de octubre de 2020. <https://unfccc.int/news/urban-climate-action-is-crucial-to-bend-the-emissions-curve>
- **Comisión Europea.** (2023a). *Directiva de Eficiencia Energética revisada (UE) 2023/1791.* <https://eur-lex.europa.eu/>



- **Comisión Europea.** (2023b). *Directiva sobre Eficiencia Energética en Edificios (Reformulación)*. <https://energy.ec.europa.eu/>
- **Corbera, E., Coch, H. y Cecere, C.** (2016). *Urban Heat Island Effects in Barcelona: Simulation and Quantification Using EnergyPlus*. Universitat Politècnica de Catalunya. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/103922>
- **Copernicus, Servicio de Cambio Climático.** (2024). *Boletín climático: aspectos destacados del clima global en 2024*. <https://climate.copernicus.eu/>
- **De Munck, C., Lemonsu, A., Masson, V., Le Bras, J. y Bonhomme, M.** (2018). *¿Cuánto puede enfriar la vegetación a las ciudades? Simulación de aire acondicionado y mitigación del estrés térmico en París*. *Urban Climate*, 23, 128–145. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2017.01.003>
- **Financial Times.** (2025). *Las ciudades globales luchan por enfriar las “islas de calor urbanas”*. 11 de febrero. <https://www.ft.com/content/3ecf6c02-1edf-402d-b015-daa32a87d68e>
- **Geoportal del Ayuntamiento de Madrid.** (s.f.). *Mapa de vulnerabilidad al calor en la ciudad de Madrid*. https://geoportal.madrid.es/IDEAM_WBGEOPORTAL/dataset.iam?id=3ffba0d0-5ba2-4051-8a52-954b8b540207
- **Greenpeace España.** (2025). *Pobreza energética en verano: el calor también mata*. https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2025/07/Inf_Pobreza_energetica_verano.pdf
- **GrowGreen Project.** (2021). *Proyecto piloto de Madrid*. <https://growgreenproject.eu/madrid/>
- **Ichinose, T., Shimodozono, K. y Hanaki, K.** (1999). *Impacto del calor antropogénico en el clima urbano de Tokio*. *Atmospheric Environment*, 33(24–25), 3897–3909. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(99\)00132-6](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(99)00132-6)
- **Instituto de Salud Carlos III** (2023). *Sistema de monitorización de la mortalidad diaria (MoMo). Datos del verano 2023*. <https://momo.isciii.es>
- **Instituto de Salud Carlos III** (2025). *Muertes atribuibles al calor entre el 16 de mayo y el 13 de julio de 2025*. Reportado en Reuters. <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/heatwaves-spain-caused-1180-deaths-past-two-months-ministry-says-2025-07-14>
- **IPCC. Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático.** (2023). *Informe de síntesis del AR6: Cambio climático 2023*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>



REFERENCIAS

- **ISGlobal** (2024). *El calor causó más de 8.300 muertes en España en 2023, según estudio publicado en Nature Medicine*. <https://www.uso.es/el-calor-causo-mas-8-300-muertes-en-espana-en-2023-segun-estudio>
- **Masselot, P. & Gasparrini, A.** (2024). *Urban overheating across European cities*. *Nature Communications*, 15, Artículo 1258. <https://www.nature.com/articles/s41467-024-46990-9>
- **Masselot, P. & Gasparrini, A.** (2025). *El cambio climático aumenta el riesgo de muertes por calor en las ciudades europeas*. *Financial Times*, 27 de enero. <https://www.ft.com/content/3ecf6c02-ledf-402d-b015-daa32a87d68e>
- **Ministerio de Sanidad** (2024). *El calor dejó más de 2.000 muertos en España en el verano de 2024*. <https://www.rtve.es/noticias/20250628/calor-dejo-mas-2000-muertos-espana-verano-2024/16644092.shtml>
- **Organización Meteorológica Mundial (OMM)**. (2025). *La OMM confirma 2024 como el año más cálido registrado, con alrededor de 1,5 °C por encima del nivel preindustrial*. <https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2024-warmest-year-record-about-155degc-above-pre-industrial-level>
- **Salamanca, F., Georgescu, M., Mahalov, A., Moustauoi, M. y Wang, M.** (2014). *Calentamiento antropogénico del entorno urbano debido al aire acondicionado*. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 119(10), 5949–5965. <https://doi.org/10.1002/2013JD021225>
- **Santamouris, M.** (2020). *Minimizing the impact of air conditioning on urban heat*. *Solar Energy*, 205, 138–146. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.04.050>
- **Servicio Geológico de EE. UU.** (2022). *Evapotranspiración y el ciclo del agua*. <https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/evapotranspiration-and-water-cycle>
- **Sun, Y., Chen, X. y Xu, H.** (2021). *Cuantificando el impacto de las bombas de calor aire-aire sobre el microclima en ciudades densas*. *Theoretical and Applied Climatology*, 145, 1101–1112. <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03673-2>
- **University of Leeds** (2025). *Scientists find three years left of remaining carbon budget for 1.5°C*. Centre for Climate Change Economics and Policy. <https://climate.leeds.ac.uk/news/scientists-find-three-years-left-of-remaining-carbon-budget-for-1-5c/>
- **Wong, N. H., Jusuf, S. K. y Syafii, N.** (2021). *Mejorando la habitabilidad y la resiliencia climática en Singapur a través de la modelización climática urbana*. *Sustainability*, 13(5), 2526. <https://doi.org/10.3390/su13052526>



AGOSTO 2025

Enfriar el presente, habitar el futuro:

*repensando las ciudades
frente al calor extremo*



Plataforma por la
descarbonización
del calor y el frío

WWW.DECARBONIZACALORYFRIO.ORG