



Rafael Suárez Medina
Rocío Escandón Ramírez
Carmen Calama González
Alicia Alonso Carrillo
Ángel Luis León Rodríguez

Vulnerabilidad energética del parque andaluz de vivienda social pública

Indicadores para su renovación a escala regional



Editorial Universidad de Sevilla



Vulnerabilidad energética
del parque andaluz de
vivienda social pública

COLECCIÓN SOSTENIBILIDAD

Director de la colección

Manuel Enrique Figueroa Clemente

Consejo de redacción

María Rosario Álvarez Morales
Jesús Cambrollé Silva
Fernando de la Rosa Acosta
Manuel Delgado Cabeza
María Cruz Díaz Antunes-Barradas
Josefa Díez Dapena
Lourdes Encina Encina
José Manuel Gómez y Méndez
María Jesús Hernández Arnedo
Teresa Luque Palomo
Juan Manuel Mancilla Leyton
José Antonio Mejías Gimeno
Sara Muñoz Vallés
Antonio Piñero Valverde
José Luis Rivero Ysern
Amadora Rodríguez Ruiz
Alfredo E. Rubio Casal
Victoriano Sainz Gutiérrez
Inmaculada Sánchez Aguayo
Carmen Santos Lobatón

Comité científico

Ibone Amezaga Aguirre. Universidad del País Vasco
Roberto Barbato. Università degli Studi del Piemonte Orientale (Italia)
Manuel Cantos Barragán. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla CSIC
Alejo Carvalheiro Ocaña. Universidad de Santiago de Compostela
Eloy Castellanos Verdugo. Universidad de Huelva
Lucía Cox Meana. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla CSIC
Anthony Davy. University of East Anglia (Gran Bretaña)
Susana Feldman. Universidad Nacional de Rosario (Argentina)
José Antonio Fernández García. Universidad de Málaga
Ricardo Gamaza. Periodista y bloguero ambiental
José Antonio González Pérez. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla CSIC
Giovanni Guerrero. Universidad Central de Ecuador
Javier Jiménez Nieva. Universidad de Huelva
Carlos Luque Palomo. Universidad de Huelva
Juan José Negro Balmaseda. Investigador del Departamento de Ecología Evolutiva del CSIC
Xavier Niell Castanera. Universidad de Málaga
Miren Onaindia Olalde. Universidad del País Vasco
Nathalie Poupert. Université de Bretagne Occidentale
Rubén Retuerto Franco. Universidad de Santiago de Compostela
Sixto Romero Sánchez. Universidad de Huelva

Rafael Suárez Medina
Rocío Escandón Ramírez
Carmen Calama González
Alicia Alonso Carrillo
Ángel Luis León Rodríguez



Vulnerabilidad energética del parque andaluz de vivienda social pública

Indicadores para su renovación
a escala regional



Sevilla 2026

Colección Sostenibilidad

Número: 14

Comité editorial de
la Editorial Universidad de Sevilla:

Elena Leal Abad
(Directora)

Concepción Barrero Rodríguez
Rafael Fernández Chacón
María del Pópulo Pablo-Romero Gil-Delgado
Manuel Padilla Cruz
Marta Palenque
María Eugenia Petit-Breuilh Sepúlveda
Marina Ramos Serrano
José-Leonardo Ruiz Sánchez
Antonio Tejedor Cabrera

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de este libro puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación y sistemas de recuperación, sin permiso escrito de la Editorial de la Universidad de Sevilla.

© Editorial Universidad de Sevilla 2026

c/ Porvenir, 27 - 41013 Sevilla.

Tífs.: 954 487 447; 954 487 451

Correo electrónico: info-eus@us.es

Web: <https://editorial.us.es>

© Rafael Suárez Medina, Rocío Escandón Ramírez,
Carmen Calama González, Alicia Alonso Carrillo y
Ángel Luis León Rodríguez 2026

ISBN 978-84-472-3234-5

DOI <https://dx.doi.org/10.12795/9788447232345>

Diseño de interior y de cubierta: Santi García. santi@elmaquetador.es

Maquetación y realización de cubierta: Rafael Suárez *et al.*

Realización electrónica: Editorial Universidad de Sevilla

Introducción	9
Referencias	15
1. Indicadores de la vulnerabilidad energética del parque andaluz de vivienda social pública	19
Caracterización y análisis del parque andaluz de vivienda social pública	22
La vulnerabilidad socioeconómica: el usuario	37
La vulnerabilidad energética: el edificio	44
Los modelos predictivos de comportamiento ambiental y energético a escala regional	52
Referencias	65
2. El cambio climático	69
Vulnerabilidad y salud: Influencia de la temperatura sobre la tasa de mortalidad .	70
La influencia del cambio climático en la vulnerabilidad del parque andaluz de vivienda social pública	84
Referencias	97
3. Índice de vulnerabilidad energética	103
4. Renovación energética: priorización de pautas de actuación	117
Bibliografía	121
Créditos de imágenes	131
Acerca de los autores	133

I

La percepción y entendimiento de la fragilidad de nuestro planeta se intensificó en los años 70, con la primera crisis energética, y nos hizo comprender que la problemática adquiriría una nueva dimensión de orden global, como visualiza la imagen de la Tierra tomada desde el Apolo 17 (fig. 1).



Figura 1. Globalidad. La canica azul, 1972

En la mitología griega, la joven sacerdotisa Casandra fue agraciada con el don de la profecía, pero el dios Apolo, tras sentirse rechazado, le privó de la credibilidad, por lo que nadie la creyó cuando previno del engaño del caballo de Troya. Este mito puede ser la metáfora que responde a parte de nuestra actual situación energética, deteriorada tras el paso de los años por no haber sabido afrontar la realidad a tiempo. Estamos en un momento complejo e incierto donde se están produciendo cambios globales, cuyas consecuencias no son fácilmente predecibles.

Nos enfrentamos a la necesidad de conservar y regenerar lo existente. La mayor parte del parque andaluz de vivienda social pública que tendremos en las próximas décadas ya está construida, pero, en su gran mayoría, se encuentra obsoleta, no siendo capaz de satisfacer las actuales necesidades de confort y bienestar. Además, el presente panorama energético debe hacer frente en los próximos años fundamentalmente a dos grandes retos: uno social, vinculado a la pobreza energética, y otro ambiental, ante el constatado y acelerado cambio climático. Este preocupante escenario tiene graves consecuencias socioeconómicas, medioambientales y sobre la salud, poniendo en riesgo el bienestar de muchos usuarios, el cual se ha agravado debido a la actual escasez energética y a la crisis económica de la última década. Por ello, cada vez son más los hogares en Europa que experimentan restricciones de los servicios energéticos, con una reducción del nivel de uso de las instalaciones de calefacción y/o refrigeración y, por tanto, con un aumento en la falta de confort interior.

Así pues, la renovación del parque andaluz de vivienda social pública es una necesidad, y el enfoque de las acciones de intervención deberían centrarse no solo en la reducción de los consumos y emisiones, como se establece en la normativa, sino también en la mejora de la calidad de vida de los usuarios, principalmente en los hogares más vulnerables.

Dentro de las acciones para mejorar el bienestar de las personas y proteger el planeta, se encuentra el acceso a la energía, un derecho básico de los ciudadanos que no ha sido adecuadamente reconocido hasta el año 2015, cuando la Asamblea General de las Naciones Unidas en su Agenda 2030 lo incorporó como uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2015). Concretamente, el Objetivo 7 plantea «garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos» para todas las personas. Asimismo, afecta a la lucha contra la pobreza, recogido en el Objetivo 1 que propone «fomentar la resiliencia de los pobres y las personas que se encuentran en situaciones vulnerables y reducir su exposición y vulnerabilidad a los fenómenos extremos relacionados con el clima».

La Unión Europea ha centrado sus políticas en acciones enfocadas a alcanzar la neutralidad climática en 2050 mediante el Pacto Verde Europeo (Comisión Europea 2019), con una especial atención en la rehabilitación del parque andaluz de vivienda social pública que debe ir necesariamente asociada a la dimensión social. La esperada oleada de renovación (Comisión Europea 2020) se plantea, además, con vistas a posibilitar una importante transformación de nuestras ciudades y edificios, con el potencial de creación de empleo y mejora de nuestra calidad de vida.

II

La necesaria incorporación de la justicia social en el proceso de rehabilitación del parque andaluz de vivienda social pública ha llevado a políticas de protección de los ciudadanos, tratando de evitar la exclusión social y garantizando el acceso básico a la energía a precios razonables (CESE 2013), buscando erradicar la pobreza energética (Comisión Europea 2012).

La valoración y atención a la pobreza energética ha crecido desde que Boardman (1991) la definió como la «incapacidad económica de un hogar para satisfacer sus necesidades energéticas domésticas, al gastar más del 10 % de sus ingresos en necesidades energéticas básicas». Las diferencias climáticas, constructivas y socioeconómicas de cada región conllevan la necesidad de un enfoque diferenciador (Healy y Clinch 2002). En los países del norte, la pobreza energética deviene de las viviendas energéticamente ineficientes, bajos ingresos y elevados costes de la energía, por lo que existe dificultad para el pago de las facturas durante el invierno (Boardman 2010). Por el contrario, los países del sur de Europa, como Portugal, España o Grecia, presentan mayores niveles de pobreza energética (Tirado y Bouzarovski 2014), ya que, a pesar de tener inviernos más suaves, muchas personas viven en inmuebles fríos y energéticamente ineficientes, debido al bajo uso de sistemas energéticos y a la incorporación de necesidades de refrigeración a causa de los problemas de sobrecalentamiento en verano.

Los indicadores de pobreza energética no reflejan adecuadamente la compleja problemática energética de los hogares, que es difícil de captar con un único indicador (Siksnyte *et al.* 2021).

Sin embargo, este ha sido el enfoque planteado por el Observatorio Europeo sobre la pobreza energética (EPOV 2020), lo cual puede conducir al empleo de políticas deficientes para erradicarla (Simcok *et al.* 2021).

Por lo tanto, la problemática debe abordarse desde una visión más amplia y compleja, mediante el concepto de vulnerabilidad energética.

Las primeras aproximaciones a la vulnerabilidad energética se deben a Plummer (1982), siendo Bouzarovski (2014) quien planteó un cambio conceptual para pasar de un enfoque más limitado de los factores de la pobreza energética a una concepción más amplia y compleja que sobrepasa la escala del hogar individual. Este autor define la vulnerabilidad energética como «la incapacidad de alcanzar un nivel social y material necesario de servicios energéticos en el hogar»¹. Esto supone un planteamiento como fenómeno socioespacial (Bouzarovski *et al.* 2017), con un carácter integrador al incorporar los déficits energéticos de la vivienda, y no solo los consumos, sino también la dificultad de pago y la falta de acceso a los servicios energéticos, poniendo en primer plano cuestiones como la resiliencia y la precariedad. Además, este enfoque de la vulnerabilidad energética tiene en consideración tanto a la población que se identifica como pobre energéticamente, incorporando la exposición al riesgo (Bouzarovski y Petrova 2015) a un hogar que pueda estar en situación de pobreza energética en un futuro. Así, un hogar energéticamente vulnerable está más expuesto a un aumento de los costes energéticos, una disminución de ingresos o un aumento de las necesidades energéticas debido a una variación climática.

Dentro de los factores de vulnerabilidad propuestos por Bouzarovski y Petrova (2015), cabe destacar como factores determinantes: el edificio, las características del inmueble; el usuario, el nivel de renta; y el clima. La vulnerabilidad energética se ha evaluado habitualmente frente a necesidades de sobre enfriamiento, que es el enfoque recogido en el Observatorio Europeo sobre la pobreza energética, pero en un escenario de cambio climático y en el entorno del clima mediterráneo debe introducirse el riesgo de sobrecalentamiento (Santamouris y Kolokotsa 2015), que conduce así mismo a situaciones de bajo rendimiento energético y posible incremento de empleo de sistemas de refrigeración (Sánchez-Guevara 2019).

III

La vivienda social suele estar habitada por usuarios con escasos ingresos económicos, y estos edificios suelen ser energéticamente

¹ Según (Lindley *et al.* 2011) el concepto de vulnerabilidad comprende tres dimensiones que se encuentran interrelacionadas: riesgo a la exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación.

ineficientes. Además, la mayor parte de las viviendas sociales de la Unión Europea son de propiedad pública, por lo que la valoración, prevención y mitigación de la vulnerabilidad energética, debe ser entendida como una preocupación pública.

Ante el inminente y necesario plan intensivo de rehabilitación del parque andaluz de vivienda social pública fruto de las políticas energéticas de la Unión Europea, se plantean como hipótesis de investigación las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad energética de la vivienda social?
- ¿Cuánto más vulnerable es un grupo de hogares respecto a otro?
- ¿Cómo afectaría un escenario de cambio climático?
- ¿Cuál podría ser el orden de prioridad en las actuaciones de rehabilitación?

El objetivo principal de la investigación es definir un índice compuesto, que incorpore la valoración energética y socioeconómica, que permita identificar y evaluar el nivel de vulnerabilidad energética del parque andaluz de vivienda social pública, de manera que sirva como punto de partida en el proceso de toma de decisiones en los procesos de rehabilitación y que pueda servir para determinar los grupos objetivos prioritarios de intervención de una manera más dinámica y sensible.

Para evaluar la validez del índice como herramienta en los procesos de toma de decisiones, el índice de vulnerabilidad energética definido se ha aplicado en una muestra a escala regional del parque de vivienda social en régimen de alquiler de la Agencia de Vivienda y Rehabilitación de Andalucía (AVRA) de la Junta de Andalucía, construido entre los años 1970-2005.

IV

La investigación realizada plantea la evaluación de la vulnerabilidad de la vivienda social, entendida como la privación de capacidades, que ocurre tanto en el presente, cuando no se alcanzan unos niveles mínimos que garanticen unas condiciones de confort, como en el futuro, debido a la modificación de factores que afectan a la vulnerabilidad. Al aplicar este enfoque de capacidades nos distanciamos de los planteamientos de medidas, como los habitualmente aplicados a la pobreza energética, y posibilita la incorporación de políticas de adaptación y

mitigación en el tiempo al considerar futuros niveles de vulnerabilidad energética.

En un primer capítulo, se aborda establecer una métrica de la vulnerabilidad energética basada en el confort térmico con un doble enfoque. En primer lugar, incorporando la evaluación de dos indicadores a partir de bases de datos públicas: uno asociado al usuario, mediante el nivel de renta que valore la capacidad económica para mantener condiciones de confort y, otro asociado al edificio, partiendo de la demanda energética para alcanzar las condiciones de confort. En segundo lugar, mediante el empleo de modelos paramétricos de simulación a escala regional de las dos tipologías principales de viviendas sociales, bloque lineal y bloque en H. Se valora, en condiciones de libre evolución, el porcentaje de horas de confort que refleja el periodo temporal en el que el usuario no es capaz de cubrir la demanda por incapacidad económica.

En un segundo capítulo, desde un enfoque de futuro, se plantea cómo afecta el escenario de cambio climático a estas condiciones de vulnerabilidad energética. Los episodios de olas de calor están anticipando los efectos del cambio climático. El aumento de temperaturas y el incremento de intensidad, frecuencia y duración de los acontecimientos de calor extremo, suponen un agravamiento de la vulnerabilidad y riesgo de mortalidad (Linares *et al.* 2015). Se analizan y cuantifican los efectos del exceso de mortalidad debido a olas de calor y su posibilidad de reducción debido a procesos de adaptación (Arbuthnott *et al.* 2016). Continuando con el estudio iniciado en el capítulo anterior, se valora la influencia del aumento de temperaturas en la modificación de las condiciones de confort del parque de vivienda social mediante la aplicación de los modelos paramétricos de simulación energética.

En el tercer capítulo se realiza una evaluación de la vulnerabilidad energética del parque andaluz de vivienda social pública mediante el desarrollo de un índice compuesto basado en dos indicadores, uno asociado al edificio y otro al usuario. Dicho índice de vulnerabilidad energética se desarrolla en primer lugar para un escenario climático actual desde una escala regional a partir de bases de datos públicas. Para evitar la limitación de ofrecer una visión solo actual del problema, se plantea una proyección en un escenario climático del año 2050, mediante el empleo de modelos de simulación energética y enfocado desde una escala de barrio.

En el capítulo final se recogen las conclusiones que se derivan de esta investigación. Se puede anticipar que, del análisis planteado en los capítulos anteriores, el índice de vulnerabilidad energética propuesto ofrece una instantánea de la vulnerabilidad energética, pero que la proyección

de futuro mediante el empleo de modelos paramétricos de simulación, permite predecir futuras capacidades. Sin embargo, dada la complejidad del fenómeno, debe ser entendida en ambos casos como un instrumento comparativo. Estamos ante una herramienta necesaria para los procesos de toma de decisiones en un contexto regional que, mediante políticas públicas específicas enfocadas a combatir la vulnerabilidad energética, facilitará la priorización de acciones para desarrollar un plan intensivo de rehabilitación energética desde un enfoque en el que la justicia social sea un factor relevante en las decisiones políticas.

V

Este libro es principalmente el resultado de la investigación desarrollada por los autores en el proyecto de investigación regional que da título a este libro «Vulnerabilidad Energética del Parque Residencial Andaluz. Indicadores para la toma de decisiones en la rehabilitación energética a escala regional» desarrollado en el periodo 2022-2023, y financiado por la Consejería de Economía, Conocimiento, Empresas y Universidad de la Junta de Andalucía y por la Unión Europea con Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER).

Referencias

- Arbuthnott, Katherine, Shakoora Hajat, Clare Heaviside y Sotiris Vardoulakis (2016): «Changes in population susceptibility to heat and cold over time: Assessing adaptation to climate change», *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 15, 1, S33. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0102-7>
- Boardman, Brenda (1991): *Fuel poverty: from cold homes to affordable warmth*. Belhaven Pinter Pub Limited.
- Boardman, Brenda (2010): *Fixing fuel poverty: challenges and solutions*. Routledge
- Bouzarovski, Stefan (2014): «Energy poverty in the European Union: Landscapes of vulnerability», *WIREs Energy and Environment*, 3, 3, 276-289. DOI: <https://doi.org/10.1002/wene.89>
- Bouzarovski, Stefan y Saska Petrova (2015): «A global perspective on domestic energy deprivation: Overcoming the energy poverty-fuel poverty binary», *Energy Research and Social Science*, 10, 31-40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.06.007>
- Bouzarovski, Stefan, Sergio Herrero Tirado, Saska Petrova, Jan Frankowski, Roman Matoušek y Tomas Maltby (2017): «Multiple transformations: Theorizing energy vulnerability as a socio-spatial phenomenon»,

- Geografiska Annaler, Series B: Human Geography*, 99, 1, 20-41. DOI: <https://doi.org/10.1080/04353684.2016.1276733>
- CESE. Comité Económico y Social Europeo (2013): «Por una acción europea coordinada para prevenir y combatir la pobreza energética. (Dictamen de iniciativa propia)», *Bruselas, 18 de septiembre de 2013*. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX:52013IE2517> [consulta: 22/10/2024].
- Comisión Europea (2012): «Directorate-General for Energy», *Energy: roadmap 2050*, Publications Office. DOI: <https://data.europa.eu/doi/10.2833/10759>
- Comisión Europea (2019): «Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones», *El Pacto Verde Europeo*. COM/2019/640 final. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:52020DC0474> [consulta: 22/10/2024].
- Comisión Europea (2020): «Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Oleada de renovación para Europa: ecologizar nuestros edificios, crear empleo y mejorar vidas», COM/2020/662. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:52020DC0662> [consulta: 22/10/2024].
- EPOV (2020): «Energy Poverty Observatory Indicators and Data». Disponible en: <https://energy-poverty.ec.europa.eu/epah-indicators> [consulta: 22/10/2024]
- Healy, Jonathan y J. Peter Clinch (2002): «Fuel poverty in Europe: a cross-country analysis using a new composite measurement», Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/237226014_FUEL_POVERTY_IN_EUROPE_A_CROSS-COUNTRY_ANALYSIS_USING_A_NEW_COMPOSITE_MEASUREMENT#fullTextFileContent [consulta: 22/10/2024]
- Linares, Cristina, Rafael Sánchez, Isidro Mirón y Julio Díaz (2015): «Has there been a decrease in mortality due to heat waves in Spain? Findings from a multicity case study», *Journal of Integrative Environmental Sciences*, 12, 2, 153-163. DOI: <https://doi.org/10.1080/1943815X.2015.1062032>
- Lindley, Sarah, John O'Neill, Joseph Kandeh, Nigel Lawson, Richard Christian y Martin O'Neill (2011): *Climate change, justice and vulnerability*, York: The Joseph Rowntree Foundation (JRF).
- ONU. Organización Naciones Unidas. (2015): «Objetivos de Desarrollo Sostenible», Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/> [consulta: 22/10/2024]
- Plummer, James L. (1982): *Energy vulnerability*, Cambridge: Ballinger Publishing Company.
- Sánchez-Guevara, Carmen, Miguel Núñez Peiró, Jonathon Taylor, Anna Mavrogianni y Javier Neila González (2019): «Assessing population vulnerability towards summer energy poverty: Case studies of Madrid

- and London», *Energy and Buildings*, 190, 132-143. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.02.024>
- Santamouris, Mattheos y Dionysia Kolokotsa (2015): «On the impact of urban overheating and extreme climatic conditions on housing, energy, comfort and environmental quality of vulnerable population in Europe», *Energy and Buildings*, 98, 125-133. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.08.050>
- Siksnelyte-Butkiene, Indre, Dalia Streimikiene, Vidas Lekavicius y Tomas Balezentis (2021): «Energy poverty indicators: A systematic literature review and comprehensive analysis of integrity», *Sustainable Cities and Society*, 67, 102756. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102756>
- Simcock, Neil, Jan Frankowski y Stefan Bouzarovski (2021): «Rendered invisible: Institutional misrecognition and the reproduction of energy poverty», *Geoforum*, 124, 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2021.05.005>
- Tirado-Herrero, Sergio y Stefan Bouzarovski (2014): «Energy Transitions and Regional Inequalities in Energy Poverty Trends: Exploring the EU Energy Divide», *USAEF Working Paper* 14, 193. DOI: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2537067>

Bibliografía

- AEMET. Agencia Estatal de Meteorología (2018): *Mapas climáticos de España (1981-2010) y ETo (1996- 2016)*. Madrid, España. Disponible en: https://www.aemet.es/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/detalles/MapasclimaticosdeEspana19812010 [consulta: 04/05/2023].
- Agencia Andaluza de la Energía (2012): *Guía de diseño integral de viviendas energéticamente eficientes en Andalucía*. Disponible en: <https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/es/biblioteca/guia-de-diseno-integral-de-viviendas-energeticamente-eficientes-en-andalucia> [consulta: 16/02/2023].
- Anderson, G. Brooke y Michelle L. Bell (2011): «Heat waves in the United States: Mortality risk during heat waves and effect modification by heat wave characteristics in 43 U.S. communities», *Environmental Health Perspectives*, 119, 2, 210-218. DOI: <https://doi.org/10.1289/ehp.1002313>
- Arbuthnott, Katherine, Shakoor Hajat, Clare Heaviside y Sotiris Vardoulakis (2016): «Changes in population susceptibility to heat and cold over time: Assessing adaptation to climate change», *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 15, 1, S33. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0102-7>
- ASHRAE. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (2014): *ASHRAE Guideline 14-2014: Measurement of Energy, Demand and Water Savings*. ASHRAE: Atlanta, GA, USA.
- AVRA. Agencia de Vivienda y Rehabilitación de Andalucía (2023) Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/organismos/avra.html> [consulta: 26/05/2023].
- Ballarini, Ilaria, Stefano Paolo Corgnati y Vincenzo Corrado (2014): «Use of reference buildings to assess the energy saving potentials of the residential building stock: The experience of TABULA project», *Energy Policy*, 68, 273-284. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.01.027>
- Barbadilla-Martín, Elena, José Manuel Salmerón Lissén, José Guadix Martín, Pablo Aparicio-Ruiz y Luisa Brotas (2017): «Field study on adaptive

- thermal comfort in mixed mode office buildings in southwestern area of Spain», *Building and Environment*, 123, 163-175. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.06.042>
- Boardman, Brenda (1991): *Fuel poverty: from cold homes to affordable warmth*. Belhaven Pinter Pub Limited.
- Boardman, Brenda (2010): *Fixing fuel poverty: challenges and solutions*. Routledge.
- Boeckmann, Melanie e Ines Rohn (2014): «Is planned adaptation to heat reducing heat-related mortality and illness? A systematic review», *BMC Public Health*, 14, 1112. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-1112>
- Bouzarovski, Stefan (2014): «Energy poverty in the European Union: Landscapes of vulnerability», *WIREs Energy and Environment*, 3, 3, 276-289. DOI: <https://doi.org/10.1002/wene.89>
- Bouzarovski, Stefan y Saska Petrova (2015): «A global perspective on domestic energy deprivation: Overcoming the energy poverty-fuel poverty binary», *Energy Research and Social Science*, 10, 31-40. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.06.007>
- Bouzarovski, Stefan, Sergio Herrero Tirado, Saska Petrova, Jan Frankowski, Roman Matoušek y Tomas Maltby (2017): «Multiple transformations: Theorizing energy vulnerability as a socio-spatial phenomenon», *Geografiska Annaler, Series B: Human Geography*, 99, 1, 20-41. DOI: <https://doi.org/10.1080/04353684.2016.1276733>
- Brager, Gail S. y Richard J. de Dear (1998): «Thermal adaptation in the built environment: a literature review», *Energy and Buildings*, 27, 1, 83-96. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(97\)00053-4](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(97)00053-4)
- Calama-González, Carmen María, Rafael Suárez y Ángel Luis León-Rodríguez (2022): «Thermal comfort prediction of the existing housing stock in southern Spain through calibrated and validated parameterized simulation models», *Energy and Buildings*, 254, 111562. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111562>
- CEN. Comité Europeo de Normalización (Comité Européen de Normalisation) (2008): *EN 15251:2008. Parámetros del ambiente interior a considerar para el diseño y la evaluación de la eficiencia energética de edificios incluyendo la calidad del aire interior, condiciones térmicas, iluminación y ruido*. CEN: Bruselas, Bélgica.
- CEN. Comité Europeo de Normalización (Comité Européen de Normalisation) (2020): *EN 16798- 1:2020. Eficiencia energética de los edificios. Ventilación de los edificios. Parte 1: Parámetros del ambiente interior a considerar para el diseño y la evaluación de la eficiencia energética de edificios incluyendo la calidad del aire interior, condiciones térmicas, iluminación y ruido. Módulo 1-6*. CEN: Bruselas, Bélgica.
- CESE. Comité Económico y Social Europeo (2013): *Por una acción europea coordinada para prevenir y combatir la pobreza energética*.

- (Dictamen de iniciativa propia). Bruselas, 18 de septiembre de 2013. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX:52013IE2517> [consulta: 25/10/2024].
- CIBSE. Chartered Institution of Building Services Engineers (2013): *The Limits of Thermal Comfort: Avoiding Overheating in European Buildings. Technical Memorandum, TM52*. Chartered Institution of Building Services Engineers.
- Comisión Europea (2010): *Comunicación de la Comisión. Europa 2020 Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador*. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC2020&from=ES> [consulta: 26/05/2023].
- Comisión Europea, Dirección General de Energía (2012): *Energy: roadmap 2050*. Publications Office. DOI: <https://data.europa.eu/doi/10.2833/10759>
- Comisión Europea (2019): *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. El Pacto Verde Europeo*. COM/2019/640 final. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52019DC0640&qid=1678377217068> [consulta: 26/05/2023].
- Comisión Europea (2020): *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Oleada de renovación para Europa: ecologizar nuestros edificios, crear empleo y mejorar vidas*. COM/2020/662. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0662> [consulta: 26/05/2023].
- Coste, J. y A. Spira (1991): «Proportion of cases attributable to public health: definition (s), estimation(s) and interpretation», *Revue d'épidémiologie et de santé publique*, 39, 4, 399-411.
- Coulon, Pierre-Jean y Bernardo Hernández-Bataller (2013): «Opinion of the European Economic and Social Committee on 'For coordinated European measures to prevent and combat energy poverty'», *Official Journal of the European Union*, 341, 21-27. Disponible en: <https://www.eesc.europa.eu/en/our-work/opinions-information-reports/opinions/coordinated-european-measures-prevent-and-combat-energy-poverty> [consulta: 26/05/2023].
- CTE. Código Técnico de la Edificación (2006): *Documento Básico: Ahorro Energético*. Gobierno de España. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org> [consulta: 29/03/2023].
- CTE. Código Técnico de la Edificación (2013): *Documento Básico: Ahorro Energético*. Gobierno de España. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org> [consulta: 29/03/2023].
- CTE. Código Técnico de la Edificación (2019): *Documento Básico: Ahorro Energético*. Gobierno de España. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org> [consulta: 29/03/2023].

- Damián, Javier y Miguel Ángel Royo (2009): *Método Epidemiológico*. ENS-Instituto de Salud Carlos III. Instituto de Salud Carlos III, Unidad de Telemedicina y eSalud.
- Desvallées, Lise (2021): «Identificación, localización y caracterización de la vulnerabilidad energética a nivel de sección censal en el municipio de Barcelona», *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 25, 1, 293-263. Disponible en: <https://shs.hal.science/halshs-03185072/document>
- Díaz, Julio, Ricardo García-Herrera, Federico Velázquez de Castro, Elder Hernández, César López-Santiago y Ángel Otero (2002): «Effects of extremely hot days on people older than 65 years in Seville (Spain) from 1986 to 1997», *International journal of Biometeorology*, 46, 145-149. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-002-0129-z>
- Díaz, Julio, Rocío Carmona y Cristina Linares (2015): *Temperaturas umbrales de disparo de la mortalidad atribuible al calor en España en el periodo 2000-2009*. Instituto de Salud Carlos III. Madrid: Escuela Nacional de Sanidad.
- Díaz, Julio, Rocío Carmona, Isidro Mirón, M. Y. Luna y Cristina Linares (2018): «Time trend in the impact of heat waves on daily mortality in Spain for a period of over thirty years (1983-2013)», *Environment International*, 116, 10-17. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.04.001>
- D'ippoliti, Daniela, Paola Michelozzi, Claudia Marino, Francesca de'Donato, Bettina Menne, Klea Katsouyanni, Ursula Kirchmayer, Antonis Analitis, Mercedes Medina- Ramón, Anna Paldy, Richard Atkinson, Sari Kovats, Luigi Bisanti, Alexandra Schneider, Agnès Lefranc, Carmen Íñiguez y Carlo Perucci (2010): «The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: Results from the EuroHEAT project», *Environmental health*, 9, 37. DOI: <https://doi.org/10.1186/1476-069X-9-37>
- Durán, Rodrigo Javier y Miguel Ángel Condorí (2021): «Vulnerabilidad energética y socioeconómica en los hogares de Argentina», *Cuadernos Geográficos*, 60, 1, 156-180. DOI: <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v60i1.14102>
- Escandón, Rocío, Fabrizio Ascione, Nicola Bianco, Gerardo Maria Mauro, Rafael Suárez y Juan José Sendra (2019): «Thermal comfort prediction in a building category: Artificial neural network generation from calibrated models for a social housing stock in southern Europe», *Applied Thermal Engineering*, 150, 492-505. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2019.01.013>
- Escandón, Rocío, Rafael Suárez y Juan José Sendra (2019): «Field assessment of thermal comfort conditions and energy performance of social housing: The case of hot summers in the Mediterranean climate», *Energy Policy*, 128, 377-392. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.01.009>
- EPOV (2020): *Energy Poverty Observatory Indicators and Data*. Disponible en: <https://energy-poverty.ec.europa.eu/epah-indicators>

- Faiella, Ivan y Luciano Lavecchia (2021): «Energy poverty. How can you fight it, if you can't measure it?», *Energy and Buildings*, 233. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110692>
- Gasparrini, Antonio y Benedict Armstrong (2011): «The Impact of Heat Waves on Mortality», *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 22(1), 68–73. DOI: <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e3181fdcd99>
- Giorgi, Filippo (2006): «Climate change hot-spots», *Geophysical Research Letters*, 33, 8. DOI: <https://doi.org/10.1029/2006GL025734>
- Google Earth. V. 9.180.0.1 Google. Disponible en: <https://www.google.com/intl/es/earth/> [consulta: 04/05/2023].
- Gouveia, João Pedro, Pedro Palma y Sofia G. Simoes (2019): «Energy poverty vulnerability index: A multidimensional tool to identify hotspots for local action», *Energy Reports*, 5, 187-201. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2018.12.004>
- Guo, Yuming, Antonio Gasparrini, Benedict Armstrong, Shanshan Li, Benjawan Tawatsupa, Aurelio Tobias, Eric Lavigne, Micheline Coelho, Michela Leone, Xiaochuan Pan, Shilu Tong, Linwei Tian, Ho Kim, Masahiro Hashizume, Yasushi Honda, Yue-liang Guo, Chang-Fu Wu, Kornwipa Punnasiri, Seung- Muk Yi y Gail Williams (2014): «Global Variation in the Effects of Ambient Temperature on Mortality: A Systematic Evaluation», *Epidemiology*, 2014, 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1097/ede.0000000000000165>
- Guo, Yuming, Antonio Gasparrini, Ben G. Armstrong, Benjawan Tawatsupa, Aurelio Tobias, Eric Lavigne, Micheline De Sousa Zanotti Stagliorio Coelho, Xiaochuan Pan, Ho Kim, Masahiro Hashizume, Yasushi Honda, Yue Liang Leon Guo, Chang Fu Wu, Antonella Zanobetti, Joel D. Schwartz, Michelle L. Bell, Matteo Scortichini, Paola Michelozzi, Kornwipa Punnasiri, Shanshan Li, Linwei Tian, Samuel David Osorio Garcia, Xerxes Seposo, Ala Overcenco, Ariana Zeka, Patric Goodman, Tran Ngoc Dang, Do Van Dung, Fatameh Mayvaneh, Paulo Hilario Nascimento Saldiva, Gail Williams y Shilu Tong (2017): «Heat wave and mortality: A multicountry, multicomunity study», *Environmental Health Perspectives*, 125, 087006. DOI: <https://doi.org/10.1289/EHP1026>
- Guo, Yuming, Antonio Gasparrini, Shanshan Li, Francesco Sera, Ana Maria Vicedo-Cabrera, Micheline de Sousa Zanotti Stagliorio Coelho, Paulo Hilario Nascimento Saldiva, Eric Lavigne, Benjawan Tawatsupa, Kornwipa Punnasiri, Ala Overcenco, Patricia Matus Correa, Nicolas Valdes Ortega, Haidong Kan, Samuel Osorio, Jouni J. K. Jaakkola, Niilo R. I. Rytty, Patrick G. Goodman, Ariana Zeka, Paola Michelozzi, Mateao Scortichini, Masahiro Hashizume, Yasushi Honda, Xerxes Seposo, Ho Kim, Aurelio Tobias, Carmen Íñiguez, Bertil Forsberg, Daniel Oudin Åström, Yue Leon Guo, Bing Yu Chen, Antonella Zanobetti, Joel Schwartz, Tran Ngoc Dang, Dung Do Van, Michelle L. Bell, Ben Armstrong, Kristtie L. Ebi

- y Shilu Tong (2018): «Quantifying excess deaths related to heatwaves under climate change scenarios: A multicountry time series modelling study», *PLoS Medicine*, 15, 7, e1002629. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002629>
- Healy, John D.y J. Peter Clinch (2002): «Fuel poverty in Europe: a cross-country analysis using a new composite measurement», *Environmental Studies Research Series Working Papers*. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/237226014_FUEL_POVERTY_IN_EUROPE_A_CROSS-COUNTRY_ANALYSIS_USING_A_NEW_COMPOSITE_MEASUREMENT [consulta: 25/10/2024].
- INE. Instituto Nacional de Estadística (2022): *Encuesta de Condiciones de Vida. Año 2021*. Disponible en: https://www.ine.es/prensa/ecv_2021.pdf [consulta: 13/03/2023].
- INE. Instituto Nacional de Estadística (2022): *Atlas de distribución de renta de los hogares. Año 2020*. Disponible en: https://ine.es/experimental/atlas/experimental_atlas.htm [consulta: 04/05/2023].
- Informe AROPE. *El Estado de la Pobreza en las Comunidades Autónomas*. Disponible en: <https://www.eapn.es/publicaciones/526/informe-el-estado-de-la-pobreza-en-las-comunidades-autonomas> [consulta: 13/03/2023].
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2013): *The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014): *Fifth Assessment Synthesis Report*. Climate change 2014 synthesis report. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/> [consulta: 26/05/2023].
- Kavgic, Miroslava, Anna Mavrogianni, D. Mumovic, A. J. Summerfield, Zarko Stevanovic y Maja Đurović-Petrović (2010): «A review of bottom-up building stock models for energy consumption in the residential sector», *Building and Environment*, 45, 7, 1683-1697. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.01.021>
- Kollanus, Virpi, Pekka Tiittanen y Timo Lanki (2021): «Mortality risk related to heatwaves in Finland – Factors affecting vulnerability», *Environmental Research*, 201. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111503>
- Konkel, Lindsey (2014): «Learning to take the heat: Declines in U.S. heat-related mortality», *Environmental Health Perspectives*, 122, 8, A220. DOI: <https://doi.org/10.1289/ehp.122-A220>
- Kottek, Markus, Jürgen Grieser, Christoph Beck, Bruno Rudolf y Franz Rubenz (2006): «World map of the Köppen-Geiger climate classification updated», *Meteorologische Zeitschrift*, 15, 3, 259-263. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>
- Linares, Cristina, Isidro J. Mirón, Juan C. Montero, Juan J. Criado-Álvarez, Aurelio Tobías y Julio Díaz (2014): «The time trend temperature-mortality as a factor of uncertainty analysis of impacts of future heat

- waves», *Environmental Health Perspectives*, 122, 5, A118. DOI: <https://doi.org/10.1289/ehp.1306670>
- Linares, Cristina, Rafael Sánchez, Isidro Mirón y Julio Díaz (2015): «Has there been a decrease in mortality due to heat waves in Spain? Findings from a multicity case study», *Journal of Integrative Environmental Sciences*, 12, 2, 153-163. DOI: <https://doi.org/10.1080/1943815X.2015.1062032>
- Lindley, Sarah, John O'Neill, Joseph Kandeh, Nigel Lawson, Richard Christian y Martin O'Neill (2011): *Climate change, justice and vulnerability*. York: Joseph Rowntree Foundation
- Liu, Chunde, Tristan J. Kershaw, Daniel Fosas, Alfonso P. Ramallo Gonzalez, Sukumar Natarajan y David Alexander Coley (2017): «High resolution mapping of overheating and mortality risk», *Building and Environment*, 122, 1-14. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.05.028>
- Longden, Thomas (2018): «Measuring temperature-related mortality using endogenously determined thresholds», *Climatic Change*, 150, 343-375. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2269-0>
- Lorenzo, Nieves, Alejandro Díaz-Poso y Dominic Royé (2021): «Heat-wave intensity on the Iberian Peninsula: Future climate projections», *Atmospheric Research*, 258, 105655. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2021.105655>
- Martínez, Gerardo S., Cristina Linares, Ana Ayuso, Vladimir Kendrovski, Melanie Boeckmann y Julio Díaz (2019): «Heat-health action plans in Europe: Challenges ahead and how to tackle them», *Environmental Research*, 176. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108548>
- Matthies, Franziska (2008): *Heat-health Action Plans: Guidance*. WHO Regional Office for Europe. Meier, Helena y Katrin Rehdanz (2010): «Determinants of residential space heating expenditures in Great Britain», *Energy Economics*, 32, 949-959. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2009.11.008>
- Meteotest. *Meteonorm Software*. Disponible en: <https://meteonorm.meteotest.ch/en/> [consulta: 04/01/2023].
- Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. (2004): *Plan Nacional de Actuaciones Preventivas de los Efectos del Exceso de Temperaturas sobre la Salud*. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social.
- MoMo. (2015). Disponible en: https://momo.isciii.es/panel_momo/#section-momo [consulta: 13/04/2023].
- Montero, Juan Carlos, Isidro Juan Mirón, Juan José Criado, Cristina Linares y Julio Díaz (2013): «Difficulties Of Defining the Term «Heat Wave» in Public Health», *International Journal of Environmental Health Research*, 5, 377-379. DOI: <https://doi.org/10.1080/09603123.2012.733941>
- Nicol, Fergus y Brian Spires (2013): *The Limits of Thermal Comfort: Avoiding Overheating in European Buildings*, Nordwich: The Chartered Institution of Building Services Engineers London

- Nogueira, Paolo y Eleonora Paixão (2008): «Models for mortality associated with heatwaves: update of the Portuguese heat health warning system», *International Journal of Climatology*, 28, 545-562. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.1546>
- OECD. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2019): *Better policies for better lives. Measuring well-being and progress: well-being research*. Disponible en: <https://www.oecd.org/wise/measuring-well-being-and-progress.html> [consulta: 13/03/2023].
- ONU. Organización Naciones Unidas. (2015): *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/> [consulta: 26/05/2023].
- Ozarisoy, Bertug y Hasim Altan(2022): «Bridging the energy performance gap of social housing stock in south- eastern Mediterranean Europe: Climate change and mitigation», *Energy and Buildings*, 258, 111687. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111687>
- Papada, Lefkotheay Dimitris Kaliampakos (2018): «A Stochastic Model for energy poverty analysis», *Energy Policy*, 116, 153-164. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.02.004>
- Pascal, Mathilde, Véréne Wagner, Alain Le Tertre, Karine Laaidi, Cyrille Honoré, Françoise Bénichou y Pascal Beaudeau (2013): «Beaudeau Definition of temperature thresholds: the example of the French heat wave warning system», *International Journal of Biometeorology*, 57, 21-29. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-012-0530-1>
- Plummer, James L. (1982): *Energy Vulnerability*. Ballinger Publishing Company, Cambridge, MA.
- Robine, Jean-Marie Siu Lan K. Cheung, Sophie Le Roy, Herman Van Oyen, Clare Griffiths, Jean-Pierre Michel y François Richard Herrmann (2008): «Death toll exceeded 70000 in Europe during the summer of 2003». *Comptes Rendus Biologies*, 331, 171–178. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crv.2007.12.001>
- Robinson, Peter J. (2001): «On the definition of a heat wave», *Journal of Applied Meteorology*, 40 (4), 762- 775. DOI: [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(2001\)040%3C0762:OTDOAH%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(2001)040%3C0762:OTDOAH%3E2.0.CO;2)
- Roldán, Esther, Manuel Gómez, María Rosa Pino y Julio Díaz (2014): «The impact of extremely high temperatures on mortality and mortality cost», *International Journal of Environmental Health Research*, 25 (3), 277-87. DOI: <https://doi.org/10.1080/09603123.2014.938028>
- Sánchez-Guevara, Carmen, Miguel Núñez Peiró, Jonathon Taylor, Anna Mavrogianni y Javier Neila González (2019): « Assessing population vulnerability towards summer energy poverty: Case studies of Madrid and London», *Energy and Buildings Volume 190*, 132-143. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.02.024>
- Santamouris, Mattheos y Dionysia Kolokotsa (2015): «On the impact of urban overheating and extreme climatic conditions on housing, energy,

- comfort and environmental quality of vulnerable population in Europe», *Energy and Building* 98, 125-133. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.08.050>
- Sareen, Siddharth, , Harriet Thomson, Sergio Tirado Herrero, João Pedro Gouveia, Ingmar Lippert y Aleksandra Lis (2020): «European energy poverty metrics: Scales, prospects and limits», *Global Transitions*, 2, 26-36. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.glt.2020.01.003>
- Schifano, Patrizia, Michela Leone, Manuela De Sario, Francesca de'Donato, Anna Maria Bargagli, Daniela D'Ippoliti, Claudia Marino y Paola Michelozzi (2012): «Changes in the Effects of Heat on Mortality Among the Elderly from 1998-2010: Results from a Multicenter Time Series Study in Italy», *Environmental Health*, 1, 58. DOI: <https://doi.org/10.1186/1476-069X-11-58>
- Sede Electrónica del Catastro. Ministerio de Hacienda y Función Pública. Gobierno de España. (2023). Disponible en: <https://www.sedecatastro.gob.es> [consulta: 04/05/2023].
- Serrano-Notivol, Roberto, Marc Lemus-Canovas, Samuel Barrao, Pablo Sarricolea, Oliver Meseguer-Ruiz y Ernesto Tejedor (2022). «Heat and cold waves in mainland Spain: Origins, characteristics, and trends», *Weather and Climate Extremes*, 37, 100471. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100471>
- Siksnyte-Butkiene, Indre, Dalia Streimikiene, Vidas Lekavicius y Tomas Balezentis (2021): «Energy poverty indicators: a systematic literature review and comprehensive analysis of integrity», *Sustainable Cities and Society* 67, 102756. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102756>
- Simcock, Neil, Jan Frankowski, y Stefan Bouzarovski (2021): «Rendered invisible: Institutional misrecognition and the reproduction of energy poverty», *Geoforum* 124, 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2021.05.005>
- Streicher, Kai nino, Pierryves Padey, David Parra, Meinrad C. Burer y Martin K. Patel (2018): «Assessment of the current thermal performance level of the Swiss residential building stock: Statistical analysis of energy performance. *Energy and Buildings*, 178, 360-378. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.08.032>
- Swan, Lukas G. y y V. Ismet Ugursal (2009): «Modeling of end-use energy consumption in the residential sector: a review of modeling techniques», *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13 (8), 1819-1835. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2008.09.033>
- TEP-999. HABITAE. Habitabilidad, acondicionamiento y energía en arquitectura (2026). Disponible en: <https://grupo.us.es/habitaehabitae/> [consulta: 05/06/2026].
- Thomson, Harriet, Stefan Bouzarovski y Carolyn Snell (2017): «Rethinking the measurement of energy poverty in Europe: a critical analysis of

- indicators and data», *Indoor and Built Environment* 26, 879–901. DOI: <https://doi.org/10.1177/1420326X17699260>
- Tirado-Herrero, Sergio y Stefan Bouzarovski (2014): «Energy Transitions and Regional Inequalities in Energy Poverty Trends: Exploring the EU Energy Divide», *USAE Working Paper 14*, 193. DOI: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2537067>
- Tobías A, Zuza I, Ben Armstrong, Inés Zuza, Antonio Gasparrini, Cristina Linares y Julio Díaz (2012): «Mortality on extreme heat days using official thresholds in Spain: a multi-city time series analysis». *BMC Public Health*, 12, 133. DOI: <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-133>
- Van Vuuren, Detlef P., Jae Edmonds, Mikiko Kainuma, Keywan Riahi, Allison Thomson, Kathy Hibbard, George C. Hurtt, Tom Kram, Volker Krey, Jean-Francois Lamarque, Toshihiko Masui, Malte Meinshausen, Nebojsa Nakicenovic, Steven J. Smith y Steven K. Rose (2011): «The representative concentration pathways: an overview», *Climate Change* 109, 5. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0148-z>
- Walker, Sara, David Mark Lowery, y Kate S. Theobald (2014): «Low-carbon retrofits in social housing: Interaction with occupant behaviour», *Energy Research & Social Science* 2, 102–114. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2014.04.004>

Créditos de imágenes

Portada. Michiel1972. CC BY-SA 3.0. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Macarena_%28Sevilla%29_-_Aerial_photograph.jpg

Figura 1. NASA/Apollo 17. Domino público. https://es.wikipedia.org/wiki/La_canica_azul#/media/Archivo:The_Earth_seen_from_Apollo_17.jpg

Figura 2. AEMET, 2018, p.13. Datos abiertos.

Figura 4. Agencia Andaluza de la Energía, 2012

Figura 29. Ed Hawkins. CC BY 4.0. <https://showyourstripes.info/l/europe/spain/all>

Figuras 51 a 55, 57 y 58. Elaboración propia sobre base de imagen de Google Maps. Datos del mapa ©2023 Instituto Geográfico Nacional.

El resto de figuras han sido elaboradas por los autores.

Acerca de los autores

Rafael Suárez Medina

Desempeña su labor docente e investigadora como catedrático de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura en la Universidad de Sevilla. Adscrito al área de acondicionamiento e instalaciones, es miembro del grupo de investigación TEP-999: «Habitae Habitabilidad, Acondicionamiento y Energía en Arquitectura» del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación. Su producción científica, que cuenta con numerosas publicaciones, se centra fundamentalmente en dos campos: acústica arquitectónica, asociada a la recuperación y puesta en valor del patrimonio cultural de espacios religiosos, y acondicionamiento ambiental, enfocado a la rehabilitación energética. Ha desarrollado durante más de tres décadas una intensa actividad profesional, en la que destaca con obras arquitectónicas reconocidas y divulgadas.

Rocío Escandón Ramírez

Desarrolla su labor académica como doctora arquitecta y contratada postdoctoral en el Departamento de Estructuras de Edificación e Ingeniería del Terreno de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla. Pertenece al grupo de investigación TEP-999: «Habitae Habitabilidad, Acondicionamiento y Energía en Arquitectura» del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación. Sus líneas de investigación y publicaciones científicas se centran en la evaluación del confort térmico en el parque edificatorio existente, el desarrollo de modelos predictivos de simulación numérica y la optimización de toma de decisiones en procesos de rehabilitación, teniendo en cuenta escenarios de cambio climático.

Carmen María Calama González

Desarrolla su labor docente e investigadora como profesora ayudante doctor en el departamento de Arte y Arquitectura de la Universidad de Málaga. Pertenece al grupo de investigación TEP-999: «Habitaes Habitabilidad, Acondicionamiento y Energía en Arquitectura» del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación. Es autora de numerosas publicaciones en la línea de la rehabilitación energética y de la evaluación ambiental. Asimismo, dispone de amplia experiencia en la aplicación de técnicas de inteligencia artificial en el modelado paramétrico de edificios, así como en la validación y optimización multiobjetivo de modelos de simulación energética.

Alicia Alonso Carrillo

Desempeña su labor académica como doctora arquitecta y profesora titular de Construcciones Arquitectónicas en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla. Desde 2024 es Investigadora Responsable del grupo de investigación TEP-999: «Habitaes Habitabilidad, Acondicionamiento y Energía en Arquitectura» del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación. Durante su trayectoria docente e investigadora ha disfrutado de diversos contratos de concurrencia competitiva nacionales, tanto predoctorales como postdoctorales. Es autora de publicaciones centradas en el acondicionamiento ambiental diversificada en dos líneas: acústica arquitectónica, enfocada a la recuperación del espacio sonoro de recintos de culto como valor inmaterial, y rehabilitación acústica y energética en edificios existentes, orientada a la mejora de la calidad ambiental y condiciones de confort.

Ángel Luis León Rodríguez

Desempeña su labor docente e investigadora como catedrático de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura en la Universidad de Sevilla. Ha sido consultor de Servicios e Instalaciones de Arquitectura y Acondicionamiento Ambiental desde el año 1996. Desde entonces ha colaborado con arquitectos y estudios de arquitectura en más de 120 proyectos y direcciones de obra, tanto de edificios de nueva planta como rehabilitados. Pertenece al grupo de investigación TEP-999: «Habitaes Habitabilidad, Acondicionamiento y Energía en Arquitectura» del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación, cuenta con una extensa producción científica en las líneas de investigación en acondicionamiento ambiental y energía en edificios.

14

Vulnerabilidad energética del parque andaluz de vivienda social pública

¿Cuál podría ser el orden de prioridad en las actuaciones de rehabilitación a nivel regional considerando un escenario de cambio climático?

El reto de alcanzar la neutralidad climática exige un proceso de renovación energética del parque de vivienda social pública andaluza basado en estrategias de rehabilitación que consideren la vulnerabilidad energética, teniendo en cuenta el estado actual del obsoleto parque residencial, la capacidad económica de los usuarios y el clima.

Este trabajo aborda la vulnerabilidad energética integrando la capacidad del edificio y del usuario para alcanzar las necesidades energéticas de la vivienda, incorporando el riesgo a la exposición y la capacidad de adaptación. Para ello, se analiza la vulnerabilidad energética de la vivienda social pública en las principales zonas climáticas de Andalucía, desde un enfoque centrado en el confort térmico, mediante un índice de vulnerabilidad energética basado en dos indicadores que permiten valorar el comportamiento energético del edificio y los datos socioeconómicos de su población. Los diferentes niveles de vulnerabilidad energética identificados son de gran interés para la renovación del parque residencial, ayudando a establecer pautas de actuación prioritarias.