WPS Review International on Sustainable

Housing and Urban Renewal (RI-SHUR)

GEO-LOCALIZACIÓN ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA CORDOBESA. APLICACIÓN DE CLÚSTERES APROXIMATIVOS A ESCALA MUNICIPAL.

ENERGY GEO-LOCALIZATION OF THE CORDOBESE HOUSING. APPLICATION OF APPROXIMATE CLUSTERING AT THE MUNICIPAL SCALE.

Teresa Cuerdo Vilches[1], Miguel Ángel Navas Martín[2]

[1]Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja (IETcc), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). 28033, Madrid, España
[2]Escuela Nacional de Sanidad, Instituto de Salud Carlos III (ENS-ISCIII). 28029, Madrid, España
"Publicación realizada en el marco de la RED temática de Inteligencia Artificial aplicada a la Salud (REDIAS) Acción D-6, Universidad de Málaga, Plan Propio de Investigación de la UMA".

Resumen

En un contexto de creciente ocupación de las ciudades, donde el Cambio Climático acelera este proceso debido a las numerosas alteraciones del hábitat, aquellas deben desarrollar una especial resiliencia, para garantizar la supervivencia y bienestar humanos. Entre otros efectos, se observa un aumento de los episodios extremos como las olas de calor, los cuales afectan de forma desigual a las distintas urbes, así como a su población, que se adapta también de forma distinta. Para el caso de Córdoba, se prevé un aumento de temperatura en los escenarios IPCC de los más elevados. Ante esto, la vivienda, presentada como un factor protector de la salud y el bienestar de las personas, ha de adaptarse, cumpliendo su función protectora frente a las inclemencias exteriores. Es por ello que se aborda una aproximación de la caracterización energética de las viviendas cordobesas utilizando la información disponible sobre su calificación, agrupada en clústeres de aproximación georreferenciados. Los resultados arrojan una calificación mayoritaria muy deficiente, relacionada también con el desarrollo urbano, y vertebrada principalmente sobre el eje norte-sur. Esto sugiere la necesidad de estudios más profundos transdisciplinarios, con indicadores socioeconómicos u otros del municipio, que ayuden a elaborar respuestas locales más realísticas, ajustadas y probablemente menos costosas, ante escenarios poco optimistas.

Abstract

In a context of increasing occupation of cities, where Climate Change accelerates this process due to numerous habitat alterations, the first must develop a special resilience to guarantee human survival and well-being. Among other effects, there is an increase in extreme episodes such as heat waves, which affect different cities unevenly, as well as their population, which also adapts differently. In the case of Córdoba, an increase in temperature is expected in the highest IPCC scenarios. Given this, housing, presented as a protective factor for the health and well-being of people, has to adapt, fulfilling its protective function against external weather changes. That is why an approximation of the energy characterization of cordobese homes is addressed using the information available on their energy rating, grouped into georeferenced approximation clusters. The results show a most very poor rating, also related to urban development, and mainly on the north-south axis. This suggests the need for more in-depth transdisciplinary studies, with socioeconomic and other indicators from the municipality, which help to develop more realistic, accurate and probably less costly local responses, in the face of not very optimistic scenarios.

Palabras clave (hasta 5, no incluidas en el título): vivienda, adaptación, eficiencia, calificación energética, urbano.

Keywords (hasta 5): dwelling, adaptation, efficiency, energy rating, urban.

1. Introducción

Las ciudades ya albergan a la mitad de la humanidad, es decir, a 3.500 millones de personas, y se prevé que esta cifra siga aumentando. Dado que el futuro de la mayoría de las personas será urbano, las respuestas a algunos de los retos fundamentales de la humanidad -la pobreza, el cambio climático, la sanidad y la educación- deben buscarse en las ciudades (Naciones Unidas 2016).

En España, el 80% de la población vive en ciudades, que cubren sólo el 20% de la superficie del país, lo que nos convierte en uno de los países con mayor porcentaje de regiones urbanas(Gobierno de España 2020). En Europa, es el quinto país con mayor población urbana. En España, Andalucía representa la Comunidad Autónoma con mayor población urbana (8.042.305 habitantes), seguida de Cataluña (7.518.903) y Madrid con 6.454.440 habitantes (Gobierno de España 2015b).

Entre las diferentes ciudades andaluzas, Córdoba es el término municipal más grande de Andalucía, con algo más de 1.250 km^2. Está formado por tres grandes unidades biogeográficas y paisajísticas, dentro de las cuales se inserta la trama urbana de la ciudad, así como diversos barrios, urbanizaciones y carreteras periféricas (Rosas Alcántara and Muñoz Macías 2014). Según los indicadores del Censo de Población y Vivienda del 2011, el número de viviendas familiares -

aquellas que son destinadas para ser habitadas por una o varias personas son de 152.718 en Córdoba (Instituto Nacional de Estadística 2022).

En relación a la preocupación por el cambio climático, España se enfrenta a un gran desafío climático debido a su situación geográfica y a sus características socioeconómicas. Sectores clave de nuestra economía, como la agricultura y el turismo, entre otras, dependen en gran medida del clima. Asimismo, el cambio climático afecta también a nuestro bienestar, a la salud humana, a la biodiversidad o a la vivienda (Gobierno de España 2020), por lo que el problema climático es una cuestión transversal.

En el territorio urbano, las propuestas de ocupación y distribución de los distintos usos y actividades (viviendas, equipamientos sociales, actividades económicas, servicios, infraestructuras, etc.) deben tener en cuenta las características climáticas actuales y futuras y los efectos del cambio climático, para que las ciudades se adapten plenamente al cambio del clima. Debido a la prolongación de la vida útil de los edificios y las infraestructuras, el entorno urbano se enfrenta a enormes amenazas por las consecuencias del cambio climático (daños en los materiales y las estructuras, mayores costes de mantenimiento, etc.) (Gobierno de España 2020).

Cambio climático, entornos urbanos y el consumo de recursos

Una de las principales amenazas que tendrán los entornos construidos será que fueron diseñados bajo la premisa de condiciones climáticas estables (Stagrum et al. 2020). Por ello, es necesario desarrollar medidas de adaptación a las condiciones cambiantes del clima (Gobierno de España 2020). Entre las diferentes consecuencias del efecto del cambio climático en los entornos construidos se encuentran el calentamiento y la sequía (Stagrum et al. 2020).

Con respecto al calentamiento, la combinación de las olas de calor con el aumento de las temperaturas tiene un efecto adicional. El (dis)confort térmico es su efecto inmediato, pero en circunstancias extremas, con duraciones prolongadas de altas temperaturas, provoca la peor consecuencia de todas, la enfermedad y mortalidad. Las condiciones climáticas de las ciudades se ven alteradas por las propiedades de los materiales constructivos y los elementos urbanos, lo que hace que las temperaturas suban (Gobierno de España 2019).

En relación al estrés hídrico, la repetición de épocas de intensa sequía durante largos periodos de tiempo pone en peligro la organización de muchas ciudades y áreas metropolitanas, lo que hace necesario aplicar diversas soluciones, algunas de ellas de carácter estructural. La disminución de las precipitaciones, junto con el cambio del régimen pluvial y el aumento de la población y de la actividad urbana, podría provocar diversas disfunciones si los sistemas urbanos que no son capaces de adaptarse (Gobierno de España 2019).

Los edificios suponen el 40% de la energía final consumida en la Unión Europea, según la Directiva 2012/27/UE sobre eficiencia energética, por lo que la

reducción del consumo energético y la utilización de energía procedente de fuentes renovables en el sector de la construcción son cruciales para disminuir la dependencia de la Unión Europea de la energía importada y las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ello, es necesario reorientar los recursos hacia la rehabilitación, regeneración y reconstrucción urbana como parte de la conversión del sector inmobiliario y de la construcción hacia un modelo sostenible e inclusivo. Las inversiones en rehabilitación energética de edificios pueden aumentar el valor de un edificio, al tiempo que reducen los costes de operación (ahorrar energía), mejorando su confort (Gobierno de España n.d.).

La norma actual correspondiente a la construcción, el diseño y la planificación de los mismos es el Código Técnico de la Edificación (España 2006). Esta norma preceptiva y prestacional, está en vigor desde 2006. Sin embargo, históricamente existían otras normas fundamentales de la construcción, tanto obligatorias (NBE) como recomendables (NTE), sobre prácticas constructivas o técnicas aplicables. La más relevante en cuanto a condiciones térmicas de los edificios, era la NBE-CT 79. Esta norma especificaba cómo aislar los edificios, incluidas las viviendas, contra las variaciones de temperatura y las inclemencias del tiempo para conseguir el confort interior (Gobierno de España 1979). De forma similar, la NBE-CA 88, exponía las exigencias acústicas edilicias, desde 1988, como predecesora del actual Código Técnico de la Edificación, sobre aislamiento acústico. Esta área establecía los métodos numéricos y las soluciones arquitectónicas adecuadas para aislar del ruido los espacios interiores (Gobierno de España 1988). Estos documentos serían posteriormente derogados por los Documentos Básicos del CTE HR sobre protección frente al ruido y HE sobre ahorro de energía, respectivamente.

Teniendo en cuenta la demanda tan alta de energía hoy día también para mantener la actividad diaria en condiciones habitables en los edificios, la normativa también tuvo que determinar una serie de requisitos a cumplir en materia de consumo energético y emisiones asociadas de gases de efecto invernadero. Los primeros requisitos para la calificación energética de los edificios se establecieron a través de la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, traspuesta a nivel nacional en el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprobó un procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios de nueva construcción.

Posteriormente, la Directiva 2002/91/CE fue modificada por la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la eficiencia energética de los edificios, lo que supuso la derogación de este Real Decreto, incorporando las novedades de la nueva directiva y ampliando su ámbito de aplicación a los edificios existentes (IDAE n.d.).

Como consecuencia, el Real Decreto 235/2013, publicado el 5 de abril de 2013, aprobó el procedimiento básico de certificación de la eficiencia energética de los edificios. Este real decreto obligó a todos los edificios a presentar o poner a

disposición de los compradores o inquilinos el certificado de eficiencia energética del edificio (IDAE n.d.).

La Directiva 2018/844/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2018 se dio a conocer en el marco de los acuerdos internacionales para la consecución de los objetivos de reducción de emisiones en 2018, y dentro del paquete de invierno con diversas iniciativas normativas de la Comisión Europea (IDAE n.d.).

La energía doméstica en tiempos de COVID-19

Si bien la energía demandada en las viviendas es generalmente excesiva, salvo aquellas construidas en los últimos 15 años, la pandemia por COVID-19 ha acentuado este hecho (Cuerdo Vilches, Oteiza San José, and Navas Martín 2020; M. Á. Navas-Martín, Oteiza, and Cuerdo 2022), provocado por la mayor permanencia en la vivienda de todo el núcleo del hogar, así como por el cambio de rutinas y actividades a realizar en su interior (M. Á. Navas-Martín et al. 2021) que han alterado completamente su relación con estos espacios (Teresa Cuerdo-Vilches and Navas-Martín 2022). La habitabilidad de estos espacios domésticos (Abellán García et al. 2021) y su calidad ambiental interior se ha visto comprometida (de Frutos et al. 2021; Muñoz-González et al. 2021), afectando principalmente a los más desfavorecidos (Teresa Cuerdo-Vilches, Navas-Martín, and Navas-Martín 2020; Teresa Cuerdo-Vilches and Navas-Martín 2020).

La calificación energética de edificios y viviendas

Un certificado energético es un registro escrito que detalla las características y la calificación energética de un edificio o de una parte del mismo. El objetivo del certificado es informar a los residentes sobre el uso de la energía en sus hogares o lugares de trabajo para que, al elegir una vivienda o un edificio terciario, los posibles compradores o inquilinos puedan conocer su eficiencia y hacerse una idea de los costes energéticos asociados a vivir o trabajar allí. Por lo tanto, el propietario debe tener a mano el certificado de eficiencia energética para poder presentarlo en los contratos de venta o alquiler de edificios, inmuebles o residencias (Ayuntamiento de Madrid n.d.).

La calificación energética se obtiene a través de varios indicadores que permiten explicar las causas del buen o mal comportamiento energético del edificio, y proporcionan información importante sobre los elementos a tener en cuenta (Gobierno de España 2015a).

Estos indicadores anuales, que se refieren a la unidad de superficie útil del edificio, se obtienen de la energía utilizada por el inmueble para satisfacer las demandas del funcionamiento regular y la ocupación en las condiciones climáticas aplicables. Esto incluye la energía utilizada para la producción de agua caliente sanitaria, la calefacción, la refrigeración, (y ventilación, si procede) y la iluminación (en casos de edificios no residenciales), indispensables para mantener el confort térmico, acústico y lumínico, además de la calidad del aire interior (Gobierno de España 2015a).

Previsiones de escenarios climáticos. Las ciudades del mañana
Las estimaciones en un escenario climático con altas emisiones (RCP8.5) prevén que la temperatura de España aumente entre 2ºC y 6º4C para el año 2022 (M. Navas-Martín et al. 2022).

Según Follos et al, la temperatura media máxima diaria en los meses de verano (junio-septiembre) durante el periodo 1983-2018 fue de 31,2ºC para Andalucía. De todas sus provincias, fue Córdoba la que mostró el promedio más alto, con 34,8°C. En cambio, en un escenario RCP8.5 para el periodo de tiempo 2051-2100, se proyecta una media de temperatura máxima diaria para los meses de verano de 35,2°C para las provincias de Andalucía. En este escenario es Córdoba la segunda provincia con mayor temperatura, con una estimación de 37,7°C, tras la provincia de Sevilla que registrará el valor más alto con 39,8ºC en los años venideros. En otras palabras, sólo en la provincia de Córdoba se estima según el escenario futuro, un aumento de la temperatura media máxima diaria en periodo estival, de 2,9ºC (Follos et al. 2021).
Teniendo en cuenta la falta generalizada de estudios a nivel municipal que aborden la adaptación de la vivienda tanto a las necesidades energéticas actuales, como a los requerimientos de confort térmico ante escenarios como los previstos por el IPCC, parece oportuno y necesario realizar aproximaciones a escala ciudad para conocer más sobre el parque edificado, a la luz de establecer estrategias no sólo de mejora sino preventivas, afrontando la realidad local de acuerdo a la información disponible y a las previsiones más ajustadas. Con este estudio, se mapea la ciudad de Córdoba en lo referente a la capacidad eficiente de energía doméstica del parque residencial existente.

2. Metodología

Para la obtención de los certificados energéticos de las viviendas del municipio de Córdoba, se utilizaron los datos disponibles del Registro de certificados energéticos de Andalucía, del portal web de datos abiertos de la Junta de Andalucía (Junta de Andalucía n.d.). Para ello, se descargó el fichero de certificados energéticos referente a la provincia de Córdoba, disponible en formato estructurado XML.

El fichero de certificados contiene información de variables de la identificación del edificio, como son: el municipio, código postal, tipo de edificio, año de construcción, referencia catastral y normativa vigente, además de datos energéticos del edificio, como la variable que contiene la calificación obtenida.

Para el procesamiento de los registros en formato XML, se utilizó la función “xmlToDataFrame()” de la librería XML (versión 3.99-0.11) a través del entorno de programación *R*, para su conversión en datos tabulados en formato CSV.

Una vez obtenidos los datos en formato tabulado, se eliminaron los registros erróneos. A continuación, se desecharon todos los registros de certificados correspondientes a locales y edificios de uso terciario. Asimismo, se utilizó como

criterio de selección el código postal, utilizando los recursos del grupo de trabajo IVIE (Goerlich 2022) para seleccionar los registros de la ciudad de Córdoba. Por último, se cruzaron con datos catastrales, y se seleccionaron finalmente los registros relativos a viviendas individuales en bloque y unifamiliares.

Para la representación gráfica espacial, en primer lugar, se obtuvieron los datos a través de la herramienta *Catastro Inspire Downloader* (Pérez Sampayo, Sanz, and García 2020) que permite descargar los datos de cartografía catastral de la Dirección General del Catastro a través del uso de código de programación en lenguaje *Python*. En segundo lugar, se utilizaron ficheros de los Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA), de los límites administrativos a nivel de barrios y a nivel de distritos con la información geográfica (Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía 2022).

Para el análisis, se cruzaron los datos de los certificados energéticos ya procesados, con los datos espaciales de las parcelas que contienen las referencias catastrales. A continuación, se obtuvieron los nodos de las parcelas para después crear los conglomerados por letras de calificación energética (7) utilizando la agrupación de puntos (*point cluster*), que permite agrupar los puntos cercanos en conglomerados (clústeres).

Para el tratamiento de los datos de utilizó el programa RStudio con la versión 1.4.1103, y el programa ofimático Excel Microsoft Office Professional Plus 2019. Para la representación gráfica se utilizó el programa de sistema de información geográfica QGIS 3.18.1-Zürich. Para la descarga del mapa con información catastral, se utilizó el entorno de programación de distribución libre y abierta Anaconda (versión 3), en lenguaje *Python*.

3. Resultados

Se obtuvo inicialmente un conjunto de 32.621 registros en bruto con certificaciones energéticas (todos los edificios registrados de la provincia de Córdoba). Tras el tratamiento de los datos, se seleccionaron 13.912 edificios, siendo el tipo de edificio de viviendas individuales en bloque de 81,8% (n=11.378) de tipo de edificio de viviendas unifamiliares el 18,2% (n=2.533).

Con respecto a las viviendas individuales, la mayoría (73,8%) presentaron una calificación energética E. Sólo el 2,5% de las viviendas presentaron una calificación eficiente (A, B y C). El 17,1% presentaron una calificación D. En cambio, sólo el 5,9% de las viviendas presentaron las calificaciones menos eficientes con F y G (figura 1).

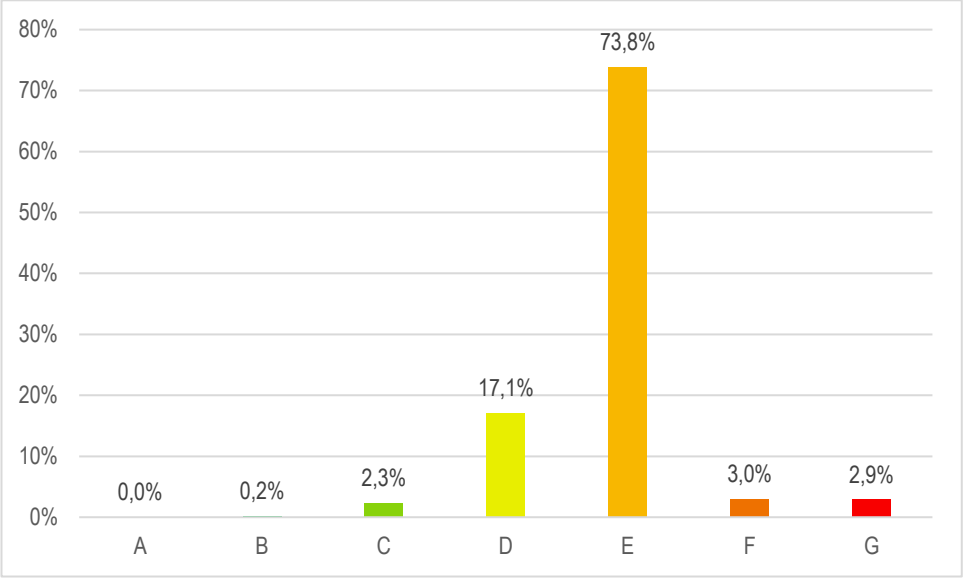

Figura 1. Porcentajes por calificación energética de las viviendas individuales en bloque del municipio de Córdoba.

En relación a las viviendas unifamiliares, la mitad (50%) presentaron una calificación del tipo E, y más de la cuarta parte (28,1%) referían una calificación D. Asimismo, el 15,7% de las viviendas se correspondieron a una calificación eficiente (A, B y C). En cambio, el 3,6% de las viviendas presentaron la peor calificación energética con las calificaciones F y G (figura 2).

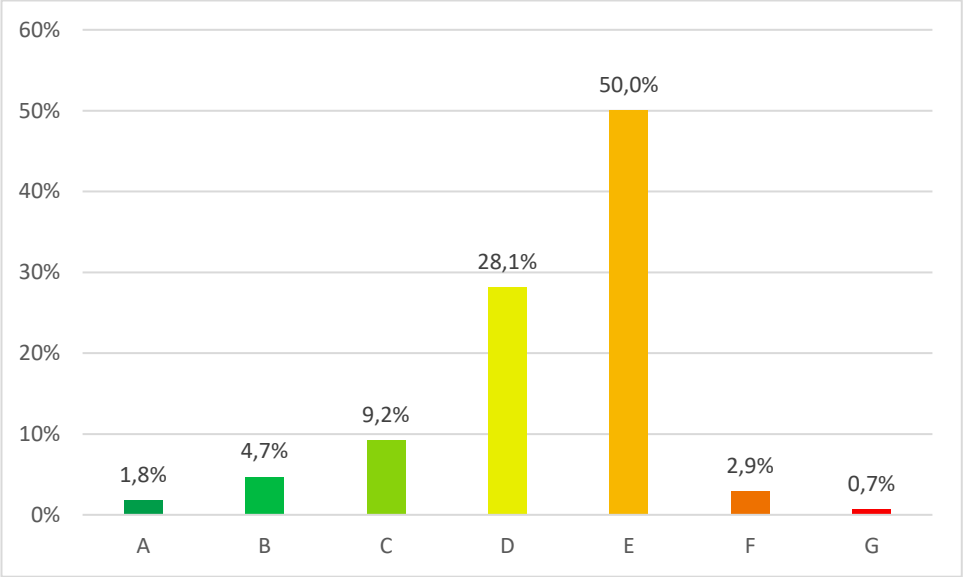

Figura 2. Porcentajes por calificación energética de las viviendas unifamiliares del municipio de Córdoba.

Del total de las viviendas registradas en Córdoba en el Registro de certificados energéticos de Andalucía, la mayoría fueron construidas antes de 1980 (55,1%). Resultaron más representativas las viviendas construidas en el periodo 1960-1979 (47,8%). Sólo el 4% se construyeron con posterioridad a 2010 (figura 3).

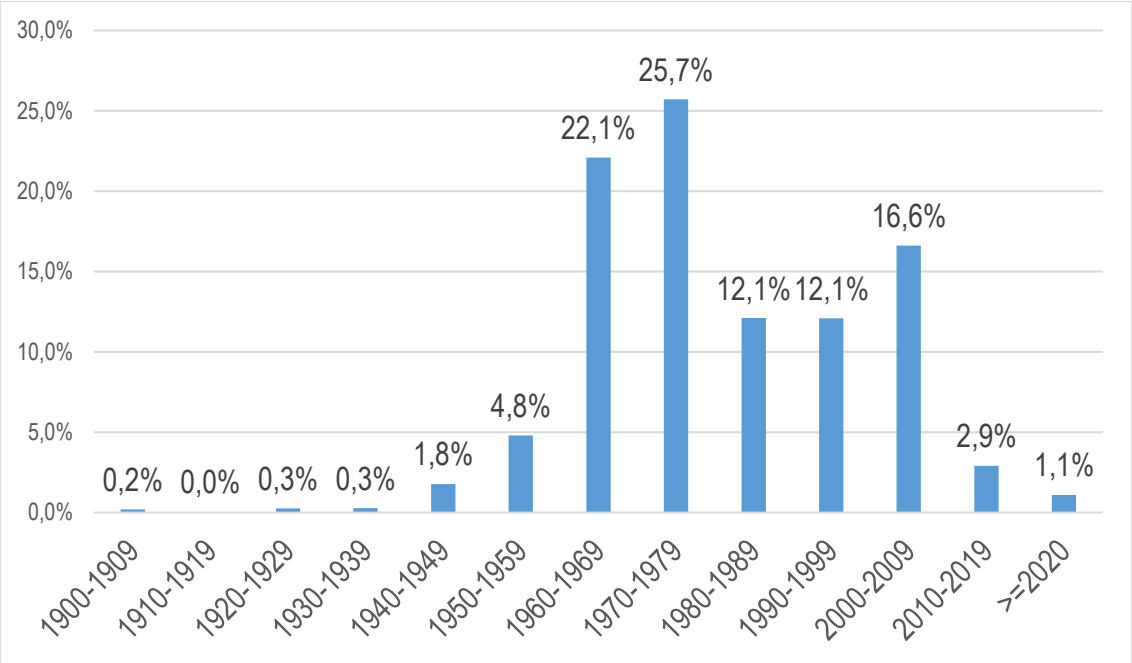

Figura 3. Periodos de construcción de los edificios de viviendas individuales en bloque y unifamiliares con certificados energéticos del municipio de Córdoba.

Según los conglomerados -la agrupación de viviendas por calificación energética agrupadas en grupos relativamente homogéneos-, se observa que la mayor densidad de viviendas con calificación energética coincide con las áreas más densas de la trama urbana de la ciudad (figura 4).

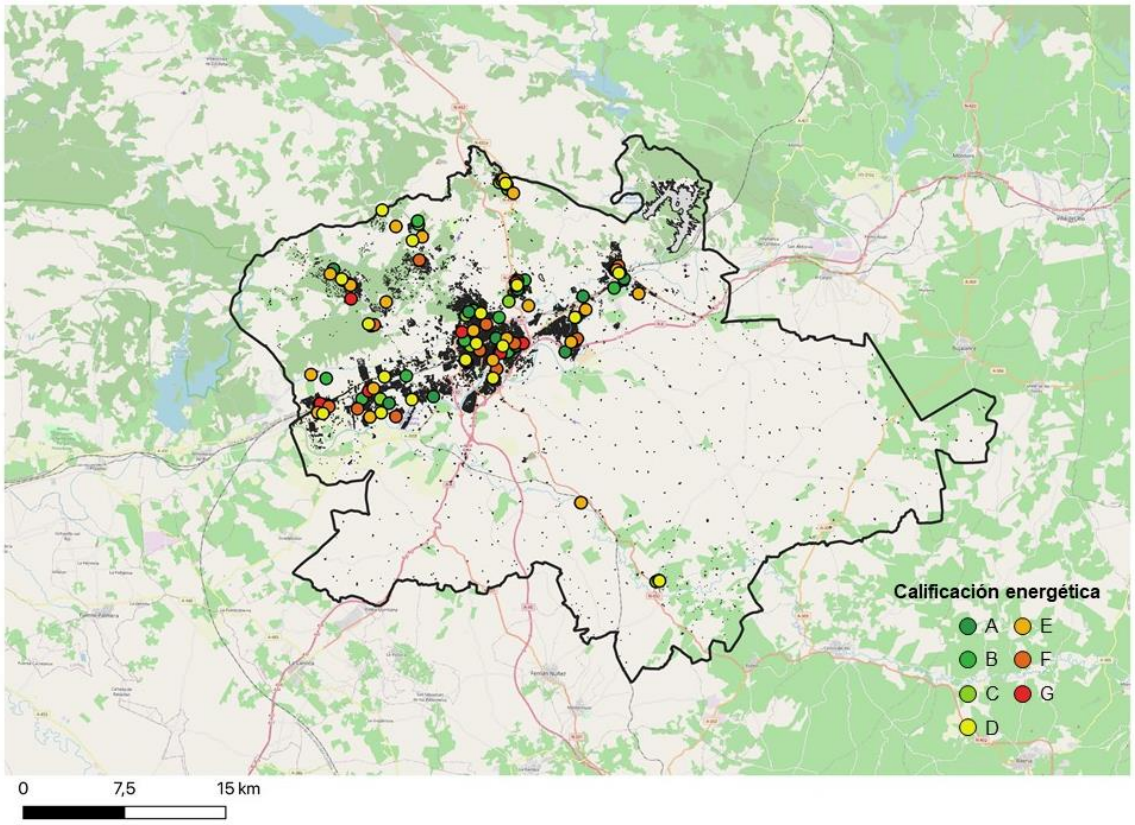

Figura 4. Conglomerados de los edificios de viviendas individuales en bloque y unifamiliares con certificados energéticos del municipio de Córdoba.

En el caso del centro de la ciudad, según el mapa de conglomerados (Figura 5), se advierte una gran heterogeneidad existente, si bien, los conjuntos con calificaciones más eficientes se encuentran más norte de la ciudad, mientras que al sur estas escasean.

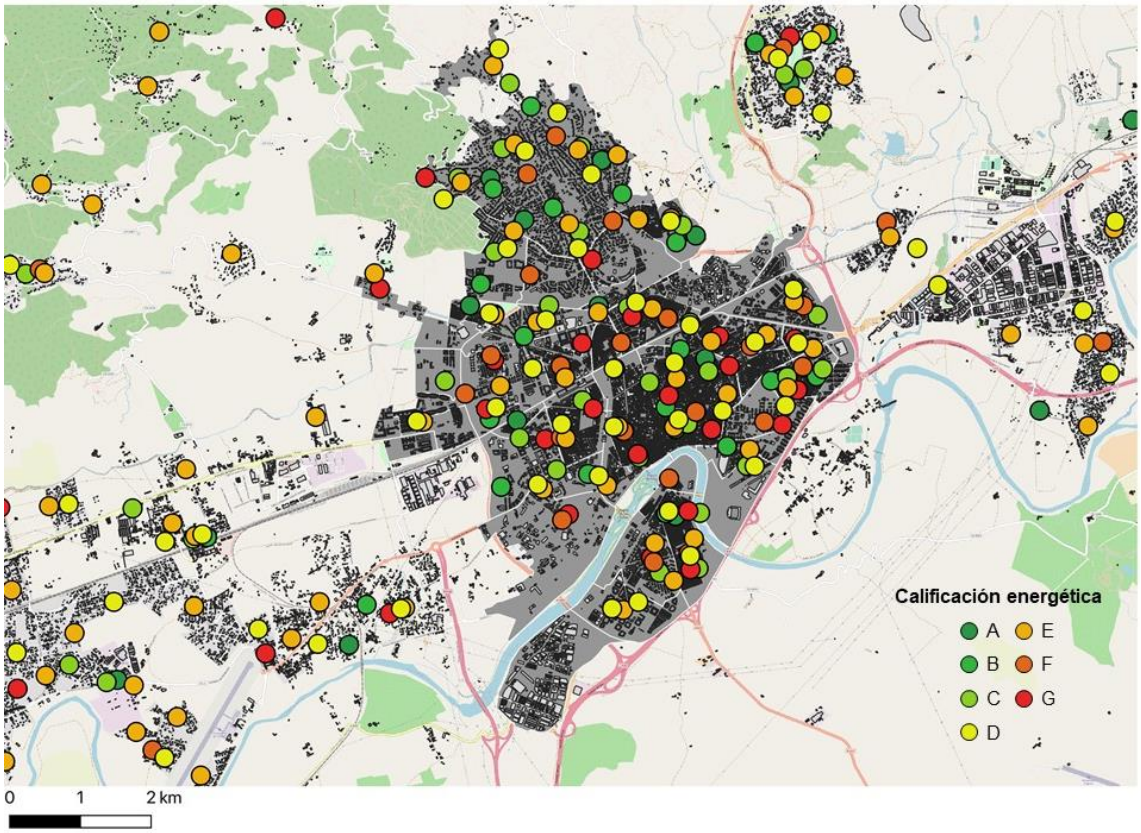

Figura 4. Conglomerados de los edificios de viviendas individuales en bloques y unifamiliares con certificados energéticos del centro consolidado de Córdoba.

4. Discusión

El análisis de clústeres o conglomerados permite agrupar grupos homogéneos en función de las características parecidas que comportan cada objeto. Su análisis se puede abordar con diferentes técnicas y se puede aplicar en diferentes ámbitos. En el caso de la vivienda, se puede utilizar para la clasificación del precio de la vivienda (Fernández Durán, Cózar Lizandra, and Llorca Ponce 2017) o la clasificación de barrios en función de las características de las viviendas y las condiciones socioeconómicas de los habitantes (Jiménez López, Zárraga Castro, and Zubia Zubiaurre 2000), entre otros usos.

En el territorio que ocupa la municipalidad de Córdoba, gracias al análisis de conglomerados se observan los puntos de mayor concentración residencial, coincidiendo con la mayor densidad de trama urbana. A mayor detalle, se observa que, en el centro de la ciudad, los conglomerados de calificación energética se dispersan en general de forma heterogénea, si bien aquellos más eficientes predominan en el área norte, mientras que son más numerosas las peores calificaciones energéticas en la zona sur, al otro lado del río Guadalquivir. Según las fuentes del crecimiento urbano histórico de Córdoba, la ciudad comenzó al noreste del meandro principal del río Guadalquivir, donde progresivamente, tras las sucesivas ocupaciones romana, e islámica, principalmente, la ciudad se expandía más allá de la medina por el norte y oeste.

Al sur, al otro lado del río, existía un arrabal, y algunas áreas de servicios, como un cementerio, y también áreas de huertas o almunias. En torno a los siglos X-XII la ciudad creció también por el este, con más arrabales, constituyendo la Axerquía. Con la llegada de los cristianos, la ciudad va conformando prácticamente la imagen actual, quienes dividieron Córdoba en Collaciones, según las parroquias. Con la llegada del ferrocarril a Córdoba, a finales del X.XIX, se generan nuevas áreas de crecimiento, así como la creación de arterias de comunicación y la eliminación de las antiguas murallas. El crecimiento de Córdoba en la segunda mitad del S. XX se genera en forma de corona concéntrica entre el eje ferroviario este-oeste y el meandro, prolongándose también en torno al primero, para conformar la Córdoba actual, según se observa en el PGOU de 2001 (Gerencia Municipal de Urbanismo de Córdoba 2013).

Esta información sobre el crecimiento de la ciudad, viene a confirmar, salvando el nivel de detalle y la limitación de haber aglutinado la información por conglomerados, que la parte norte, más allá del eje ferroviario, sobre todo, son viviendas más recientes, y por tanto mejor aisladas y con mejor comportamiento energético y de emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, en la parte antigua, y sin considerar acciones de rehabilitación, predominan ejemplos de viviendas más ineficientes, derivadas de una construcción previa a las normativas en materia de acondicionamiento térmico y comportamiento energéticamente más adecuado, así como de un desarrollismo urbano de posguerra, donde los materiales y los sistemas constructivos resultaban de peor calidad.

Limitaciones

El estudio presenta varias limitaciones. Por un lado, algunos registros encontrados sobre los certificados energéticos contienen errores. Por otro lado, debido a la falta de datos abiertos disponibles sobre códigos postales, la información disponible utilizada para la selección de los registros puede ser inexacta o errónea. Asimismo, se excluyeron las viviendas de bloques de vivienda completo, pues sólo se ofrece una clasificación, y puede que existan diferencias entre los diferentes inmuebles que pueden componer todo el bloque de viviendas, lo cual debe ser un aspecto a subsanar para homogeneizar la información disponible (Tucat 2021). Análogamente, las sucesivas versiones de las herramientas informáticas y los diferentes métodos existentes, pueden crear pequeñas diferencias a la hora de calificar las viviendas, lo cual a su vez redunda en sesgos con respecto a diferentes características de la vivienda, asimétricamente tratadas por las anteriores (López Asiain et al. 2020). Más aún, respecto a la representación visual de los conglomerados por clasificación energética, algunos registros no estuvieron disponibles durante el cruce datos de los edificios de viviendas con calificación energética y con la referencia catastral. Asimismo, algunos registros catastrales pueden presentar errores (Instituto Juan de Herrera and Universidad Politécnica de Madrid 2022). Si bien, esta falta de información en el resultado obtenido podría minimizarse, pues la agrupación de los conglomerados se realiza por similitudes entre puntos próximos. Por último, la desigual disposición de certificados energéticos aún en los registros regionales, dan muestra de una más que probable intención de

ocultar una información en muchos casos de corte ineficiente (Marmolejo Duarte 2016), si bien la rehabilitación de estas viviendas para la mejora de tal calificación puede ser positiva para los hogares, aumentando la plusvalía del inmueble (Céspedes López and Mora García 2021) y su propio ciclo de vida útil (Lambea Rueda, Grau Ruiz, and Pastor Albaladejo 2020), además de la calidad de vida de sus residentes. Sobre esto, merece la pena incidir en que las actuaciones deben ser a su vez lo más realísticas posibles, para lo cual deben disponer de la mayor información posible, no sólo de la envolvente térmica del edificio (Oteiza San José et al. 2018) sobre la que se interviene (T Cuerdo-Vilches, Blázquez, and Oteiza 2014), sino también con detallados patrones de hábitos de los usuarios, y registro de equipos y sistemas térmicos y régimen de consumos y emisiones, que pueden ser también mejorados a través de incentivos y planes de renovación (Martín-Consuegra et al. 2014). Llevar a cabo campañas de concienciación e información pueden facilitar la toma de decisiones más adecuada, económica, durable y eficiente, mientras el inmueble siga en uso (López Mesa et al. 2013), por ejemplo, en la compra de aparatos de refrigeración y calefacción (García Casals 2009).

5. Conclusiones

La georreferenciación de información relativa a las viviendas y edificios, y más aún, con respecto a su rendimiento energético, resulta muy útil al agregarla en el espacio urbano, para tener una idea a mayor escala de las áreas más susceptibles de intervención multiescala. Asimismo, si esta información se dispone en acceso abierto, y además se contrasta con otro tipo de indicadores (sociodemográficos, económicos, de vulnerabilidad, etc), se pueden encontrar reveladoras relaciones entre tales indicadores, para establecer políticas urbanas y estrategias de intervención más realísticas y ajustadas, mediante la mitigación de los problemas causantes de las carencias detectadas, con actuaciones más integrales y eficientes.

Por último, y a la luz de los resultados, es necesario resaltar no sólo la ineficiencia generalizada existente en las viviendas certificadas energéticamente en Córdoba, con los consecuentes problemas para la salud y el bienestar de sus moradores, sino más aún ante las previsiones de los próximos 10, 30 y 80 años. Visibilizar este tipo de cuestiones es necesario, más aún de forma gráfica, para que se actúe con celeridad y precisión, de acuerdo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (en particular, en los objetivos 11, 7 y 10).

Referencias

Abellán García, Antonio, Pilar Aceituno Nieto, Ana Allende, Alicia de Andrés, Ana Arenillas, Frederic Bartomeus, Ugo Bastolla, et al. 2021. “Una Visión Global de La Pandemia COVID-19: Qué Sabemos y Qué Estamos Investigando Desde El CSIC.” *Informe Elaborado Desde La Plataforma Temática Interdisciplinar Salud Global/Global Health Del CSIC*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España).

Ayuntamiento de Madrid. n.d. “Certificado de Eficiencia Energética.” Accessed December 3, 2022.

https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Samur/Certificado-de-eficiencia-energetica?vgnextfmt=default&vgnextoid=21f3aee55f14f310VgnVCM1000000b205a0aRCRD&vgnextchannel=84516c77e7d2f010VgnVCM1000000b205a0aRCRD.

Céspedes López, María Francisca, and Raúl Tomás Mora García. 2021. "Calificación Energética y Precio de La Vivienda. Una Relación Cada Vez Más Importante." *CERCHA* 149: 16–19. https://www.riarte.es/handle/20.500.12251/2275.

Cuerdo-Vilches, T, A Blázquez, and I Oteiza. 2014. "Análisis de Soluciones Innovadoras Para Rehabilitación de Fachada En Vivienda Social Con Documentos de Idoneidad Técnica (DIT, DITE/ETE, Ditplus)." In *1st Congreso Internacional Sobre Investigación En Construcción y Tecnología Arquitectónicas, Madrid*.

Cuerdo-Vilches, Teresa, Miguel Á Navas-Martín, and Marina Navas-Martín. 2020. "Estudio [COVID-HAB-PAC]: Un Enfoque Cualitativo Sobre El Confinamiento Social (COVID-19), Vivienda y Habitabilidad En Pacientes Crónicos y Su Entorno." *Paraninfo Digital*, November, e32075o-e32075o. http://ciberindex.com/p/pd/e32075o.

Cuerdo-Vilches, Teresa, and Miguel Ángel Navas-Martín. 2020. "Indicadores de Satisfacción y Hábitos de Ocupación de Los Mayores Españoles En Sus Viviendas Durante El Confinamiento Covid-19." *WPS Review International on Sustainable Housing and Urban Renewal*, no. 9–10 (December): 66–82. https://doi.org/10.24310/WPS.VI9-10.14561.

———. 2022. "Natural Ventilation as a Healthy Habit during the First Wave of the COVID-19 Pandemic: An Analysis of the Frequency of Window Opening in Spanish Homes." *Journal of Building Engineering.*

Cuerdo Vilches, Teresa, Ignacio Oteiza San José, and Miguel Ángel Navas Martín. 2020. "Proyecto Sobre Confinamiento Social (Covid-19), Vivienda y Habitabilidad [COVID-HAB]." *Paraninfo Digital* 14 (32): e32066o. http://ciberindex.com/c/pd/e32066o.

España. 2006. "Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo, Por El Que Se Aprueba El Código Técnico de La Edificación." https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2006-5515.

Fernández Durán, Laura, Andrés Cózar Lizandra, and Alicia Llorca Ponce. 2017. "Análisis Clúster de Precios de Vivienda de 2017 En La Ciudad de Valencia." In *International Conference on Regional Science*. Sevilla. https://old.reunionesdeestudiosregionales.org/sevilla2017/media/uploads/2017/10/05/Paper_Analisis_cluster.pdf.

Follos, F., C. Linares, J. A. López-Bueno, M. A. Navas, D. Culqui, J. M. Vellón, M. Y. Luna, G. Sánchez-Martínez, and J. Díaz. 2021. "Evolution of the Minimum Mortality Temperature (1983–2018): Is Spain Adapting to Heat?" *Science of the Total Environment* 784 (August): 147233.

https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147233.

Frutos, Fernando de, Teresa Cuerdo-Vilches, Carmen Alonso, Fernando Martín-Consuegra, Borja Frutos, Ignacio Oteiza, and Miguel Ángel Navas-Martín. 2021. "Indoor Environmental Quality and Consumption Patterns before and during the COVID-19 Lockdown in Twelve Social Dwellings in Madrid, Spain." *Sustainability* 13 (14): 7700. https://doi.org/10.3390/su13147700.

García Casals, Xavier. 2009. "Efecto Del Dimensionado de Los Equipos: Certificación Energética de Edificios." *Era Solar: Energías Renovables* 149: 40–54. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2921310.

Gerencia Municipal de Urbanismo de Córdoba. 2013. "Aproximación de La Historia de Córdoba a Través de Su Desarrollo Urba…." 2013. https://es.slideshare.net/gmuoncordoba/evolucin-histrica-de-crdoba.

Gobierno de España. n.d. "Residencial, Comercial e Institucional." Ministerio Para La Transición Ecológica y El Reto Demográfico. Accessed December 3, 2022. https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/edificacion.aspx.

———. 1979. *Real Decreto 2429/1979, de 6 de Julio, Por El Que Se Aprueba La Norma Básica de Edificación NBE-CT-79, Sobre Condiciones Térmicas En Los Edificios.* Presidencia del Gobierno. https://www.boe.es/eli/es/rd/1979/07/06/2429.

———. 1988. *Orden de 29 de Septiembre de 1988 Por La Que Se Aclaran y Corrigen Diversos Aspectos de Los Anexos a La Norma Básica de La Edificación NBE-CA-82 Sobre «Condiciones Acústicas En Los Edificios». Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. https://www.boe.es/eli/es/o/1988/09/29/(3).

———. 2015a. "Calificación de La Eficiencia Energética de Los Edificios." Madrid. https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/normativamodelosutilizacion/20151123-Calificacion-eficiencia-energetica-edificios.pdf.

———. 2015b. "Perfil Ambiental de España 2014." Madrid. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/pae2014_baja_completo_tcm30-185122.pdf.

———. 2019. "Agenda Urbana Española 2019." Madrid. https://apps.fomento.gob.es/CVP/handlers/pdfhandler.ashx?idpub=BAW0611.

———. 2020. "Plan Nacional de Adaptación Al Cambio Climático 2021-2030." Madrid. https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pnacc-2021-2030_tcm30-512163.pdf.

Goerlich, F. 2022. "Elaboración de Un Mapa de Códigos Postales de España Con Recursos Libres. Cómo Evitar Pagar Por Disponer Información de

Referencia." Valencia. https://doi.org/10.12842/WPIVIE_0322.

IDAE. n.d. "Calificación Energética de Edificios." Accessed August 31, 2022. https://www.idae.es/tecnologias/eficiencia-energetica/edificacion/calificacion-energetica-de-edificios.

Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. 2022. "Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA)." Límites Administrativos. February 2, 2022. https://bit.ly/3AzvvIs.

Instituto Juan de Herrera, and Universidad Politécnica de Madrid. 2022. "Informe Sobre La Localización Espacial de Clústeres Tipológicos de Vivienda En Las Grandes Ciudades Españolas y Su Relación Con La Vulnerabilidad Urbana." https://oa.upm.es/71912/1/2022_Informe_Clusteres_tipologicos_9_ciudades_a.pdf.

Instituto Nacional de Estadística. 2022. "Censos de Población y Viviendas 2011." 2022. https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176992&menu=ultiDatos&idp=1254735572981.

Jiménez López, Mariano, Amaya Zárraga Castro, and Marian Zubia Zubiaurre. 2000. "Aplicación Del Análisis Cluster En El Ámbito Económico. Un Estudio de Los Barrios de Donostia." *Documentos de Trabajo BILTOKI, ISSN-e 1134-8984, Nº. 12, 2000*, no. 12: 1. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2257539&info=resumen&idioma=ENG.

Junta de Andalucía. n.d. "Consulta Del Registro de Certificados Energéticos Andaluces." Accessed August 26, 2022. https://bit.ly/3pSpUIc.

Lambea Rueda, Ana, María Amparo Grau Ruiz, and Gema Pastor Albaladejo. 2020. "La Sostenibilidad de La Vivienda: Razones Para Incentivar Su Desarrollo En España." *Revista de Estudios Cooperativos* 133: 61–70. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7350310.

López Asiain, Juan, María de las Nieves Gónzalez García, Carlos Morón Fernández, and Alejandro Payán de Tejada. 2020. "Influencia de La Metodología Para La Certificación Energética de Edificios Sobre Los Resultados En El Indicador de Agua Caliente Sanitaria." *DYNA*, May, 256–60. https://recyt.fecyt.es/index.php/DY/article/view/79595.

López Mesa, Belinda, José Ignacio Palomero Cámara, Agustín Ortega Zapata, and Alejandro Del Amo Sancho. 2013. "La Rehabilitación y La Mejora de La Eficiencia Energética de La Vivienda Social a Examen." *Revista Aragonesa de Administración Pública* 15: 283–319. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5518550.

Marmolejo Duarte, C. 2016. "La Incidencia de La Calificación Energética Sobre Los Valores Residenciales: Un Análisis Para El Mercado Plurifamiliar En Barcelona." *Informes de La Construcción* 68 (543): e156.

https://doi.org/10.3989/ic.16.053.

Martín-Consuegra, F., I. Oteiza, C. Alonso, T. Cuerdo-Vilches, and B. Frutos. 2014. “Análisis y Propuesta de Mejoras Para La Eficiencia Energética Del Edificio Principal Del Instituto c.c. Eduardo Torroja-CSIC.” *Informes de La Construcción* 66 (536): e043. https://doi.org/10.3989/ic.14.125.

Muñoz-González, Carmen, Jonathan Ruiz-Jaramillo, Teresa Cuerdo-Vilches, Maria Dolores Joyanes-Díaz, Laura Montiel Vega, Victor Cano-Martos, and Miguel Ángel Navas-Martín. 2021. “Natural Lighting in Historic Houses during Times of Pandemic. The Case of Housing in the Mediterranean Climate.” *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18 (14): 7264. https://doi.org/10.3390/ijerph18147264.

Naciones Unidas. 2016. “Ciudades Sostenibles: Por Qué Son Importantes.” https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/11_Spanish_Why_it_Matters.pdf.

Navas-Martín, Má, J. A. López-Bueno, J. Díaz, F. Follos, Jm Vellón, Ij Mirón, My Luna, G. Sánchez-Martínez, D. Culqui, and C. Linares. 2022. “Effects of Local Factors on Adaptation to Heat in Spain (1983–2018).” *Environmental Research* 209 (June): 112784. https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.112784.

Navas-Martín, Miguel Ángel, José Antonio López-Bueno, Ignacio Oteiza, and Teresa Cuerdo-Vilches. 2021. “Routines, Time Dedication and Habit Changes in Spanish Homes during the COVID-19 Lockdown. A Large Cross-Sectional Survey.” *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18 (22): 12176. https://doi.org/10.3390/ijerph182212176.

Navas-Martín, Miguel Ángel, Ignacio Oteiza, and Teresa Cuerdo. 2022. “Dwelling in Times of COVID-19: An Analysis on Habitability and Environmental Factors of Spanish Housing.” *Journal of Building Engineering*.

Oteiza San José, Ignacio, Carmen Alonso, Fernando Martín-Consuegra, Juan Monjo Carrió, Mariam González, and Alberto Buldón. 2018. “La Envolvente Energética de La Vivienda Social. El Caso de Madrid En El Periodo 1939-1979.” In .

Pérez Sampayo, Francisco, Jorge Sanz, and Micho García. 2020. “Catastro Inspire Downloader.” 2020. https://github.com/geomatico/cidownloader.

Rosas Alcántara, María, and Francisco J. Muñoz Macías. 2014. “Guía Micológica Del Municipio de Córdoba. Los Hongos de La Sierra Cordobesa.” Córdoba. https://www.cordoba.es/guia-micologica-del-municipio-de-cordoba/book/5?page=2.

Stagrum, Anna Eknes, Erlend Andenæs, Tore Kvande, and Jardar Lohne. 2020. “Climate Change Adaptation Measures for Buildings—A Scoping Review.” *Sustainability* 12 (5): 1721. https://doi.org/10.3390/su12051721.

Tucat, Pablo. 2021. “Reduciendo La Pobreza Energética En El Largo Plazo:

Cómo Usar Los Fondos Europeos Para La Rehabilitación de Viviendas." https://www.ksnet.eu/wp-content/uploads/2021/02/01.-EsadeEcPol_KSNET_Pobreza-energetica.pdf.