

CIUDAD Y TERRITORIO

ESTUDIOS TERRITORIALES

ISSN(P): 1133-4762; ISSN(E): 2659-3254

Vol. LVI, Nº 222, invierno 2024

Págs. 1283-1306

<https://doi.org/10.37230/CyTET.2024.222.10>

CC BY-NC-ND



Cambios en el impacto de la eficiencia energética, la centralidad y la calidad arquitectónica sobre los valores plurifamiliares en Barcelona 2020-2023

Carlos MARMOLEJO-DUARTE ⁽¹⁾

Paúl ESPINOZA-ZAMBRANO ⁽²⁾

Rolando BIERE-ARENAS ⁽³⁾

⁽¹⁾ Catedrático de Universidad e investigador del Centro de Política de Suelo y Valoraciones

⁽²⁾ Investigador predoctoral del Centro de Política de Suelo y Valoraciones

⁽³⁾ Profesor Lector e investigador del Centro de Política de Suelo y Valoraciones

⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾ Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya

Resumen: El periodo comprendido entre los años 2020 y 2023 ha estado marcado por eventos de singular relevancia como el confinamiento asociado a la pandemia de COVID-19, la escalada de precios energéticos y el impulso de la rehabilitación energética. Este trabajo, mediante el método de los precios hedónicos, analiza la evolución del impacto de las calificaciones energéticas y de otros atributos residenciales sobre el valor en venta de una muestra de apartamentos en la Barcelona metropolitana. Los resultados sugieren que la importancia de la eficiencia energética en la explicación de los valores

Recibido: 29.09.2023; Revisado: 18.01.2024

Correo electrónico (1): carlos.marmolejo@upc.edu; N.º ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7051-7337>

Correo electrónico (2): paul.espinoza@upc.edu; N.º ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4346-8917>

Correo electrónico (3): rolando.biere@upc.edu; N.º ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1872-7104>

Los/as autores/as agradecen las críticas constructivas recibidas, comentarios y sugerencias realizados por las personas evaluadoras anónimas, que han contribuido a mejorar y enriquecer el manuscrito original.

Los/as autores/as agradecen también a los estudiantes del Seminario de Investigación tutorizado de la línea de máster en gestión y valoración urbana y arquitectónica del MBArch de la UPC que ayudaron en la evaluación visual de las propiedades en oferta. El segundo autor agradece a la Universidad Politècnica de Catalunya por el soporte financiero de su beca FPU-UPC, con la colaboración del Banco Santander.

También se agradece la financiación del proyecto [EnerValor2](#) (ref. PID2019-104561RB-I00) que ha posibilitado este estudio.

residenciales ha incrementado a la par que ciertos atributos arquitectónicos como el estado de conservación-calidad o la presencia de balcones. En cambio, la relevancia de la centralidad ha perdido importancia, produciendo una revalorización relativa de las viviendas suburbanas. Dichas conclusiones, de carácter estructural o transitorio, deben ser confirmadas por análisis futuros, aun así, tienen implicaciones claras sobre las políticas residenciales y urbanísticas.

Palabras clave: Valores residenciales; Eficiencia energética; Modelo de precios hedónicos; COVID-19.

Changes in the effect of energy efficiency, centrality and architectural quality on multi-family values in Barcelona 2020-2023

Abstract: The period between the years 2020 and 2023 has been marked by events of singular relevance such as the COVID-19 lockdown, the boom of energy prices and the promotion of energy retrofit. This paper, using the hedonic prices method, analyzes the evolution of the impact of energy ratings and other residential attributes on the sale value of a sample of apartments in metropolitan Barcelona. The results suggest that the importance of energy efficiency in explaining residential values has increased along with certain architectural attributes such as the condition-quality or the presence of balconies. On the other hand, the relevance of centrality has lost relevance, producing a relative revaluation of suburban homes. Such conclusions, that require to be identified as structural or conjunctural by future studies, have clear implications for residential and urban planning policies.

Keywords: Real estate prices; Energy performance; Hedonic price model; COVID-19.

1. Introducción

El período comprendido entre los albores del año 2020 e inicios del año 2023 reviste especial interés por englobar dos eventos de singular relevancia: por una parte, la pandemia de la enfermedad del coronavirus (COVID-19) y, por otra, la escalada de los precios de la energía producida por la invasión rusa de Ucrania. Por razones diversas, dichos acontecimientos podrían tener un efecto tanto en la evolución generalizada de los precios de la vivienda (MORA GARCÍA & al., 2022) como, interesadamente, en la incidencia específica sobre dichos precios de ciertos atributos residenciales, es decir un cambio estructural en su conformación. Así:

- **Por una parte, la pandemia** hizo necesario decretar en España uno de los confinamientos más severos en Europa. Entre el 15 y el 29 de marzo el Estado de Alarma suspendió, con excepción de los servicios esenciales, la práctica totalidad de actividades fuera de casa. Entre el 30 de marzo y el 13 de abril el permiso retribuido recuperable mantuvo una situación similar. Entre el 14 y el 25 de abril los trabajadores no esenciales regresaron a su puesto de trabajo y, cuando fue posible, teletrabajaron. Entre el 26 de abril y el 3 de mayo se permitieron los paseos de

los infantes en las inmediaciones de su vivienda. A partir de dicha fecha comenzó un gradual y alongado desconfinamiento que, en ciertos sectores como la educación superior, se extendió hasta septiembre de 2021.

Los prácticamente dos meses de confinamiento estricto, y los muchos que se sucedieron hasta la llegada de la “nueva normalidad”, permitieron que los hogares ganaran una mayor comprensión de las deficiencias de sus viviendas. Así lo confirmaron las encuestas realizadas a los demandantes de vivienda que alertaron de cambios en las características residenciales deseadas. Dichos cambios pasaban por dar una mayor importancia a los espacios abiertos como jardines, balcones o terrazas, a luz natural (FOTOCASA RESEARCH, 2020a) a las tipologías unifamiliares y a las localizaciones próximas a los entornos naturales percibidas como de mayor “calidad de vida” (FOTOCASA RESEARCH, 2022). Incluso el acceso a la banda ancha en los entornos rurales fue señalado como un atributo locativo esencial (FOTOCASA RESEARCH, 2020b).

En ese mismo sentido, el confinamiento y su muy gradual desaparición impulsó, en ciertas ocupaciones, la difusión y/o

intensificación del teletrabajo, la digitalización de las organizaciones y la generalización de teleservicios inclusive algunos de índole médico. Según la Encuesta de Población Activa (EPA) el porcentaje de personas que teletrabajan prácticamente se ha duplicado pasando del 7% en el segundo trimestre de 2019 al 12,5% en el cuarto del 2022 (RANDSTAD RESEARCH, 2021). Si bien, existe un trasvase mediante el cual el teletrabajo habitual (más de la mitad de los días trabajados) pierde protagonismo frente al ocasional (menos de la mitad). En Barcelona y especialmente en Madrid, la intensidad de teletrabajo es sensiblemente superior a la media española. Además, según la encuesta de "Equipamiento y uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en los hogares" las personas que teletrabajaban en 2021 lo hacían 3,5 días a la semana, pero querían hacerlo 3,9 días (Instituto Nacional de Estadística, INE, 2022).

- Asimismo, las investigaciones sobre la distribución espacial de la población basadas en datos del padrón de habitantes señalan una aceleración del proceso de descentralización durante la pandemia. De esta forma, las conurbaciones centrales de las principales metrópolis españolas incrementaron la pérdida de peso en la concentración de la población a favor de sus periferias, beneficiando por igual a sus subcentros como a la urbanización dispersa (COSTA COSTA & al., 2023; COSTA COSTA & MARMOLEJO-DUARTE, 2022). Incluso las áreas auténticamente rurales ganaron peso demográfico revirtiendo la histórica tendencia hacia su despoblamiento (GUTIÉRREZ & al., 2022)¹.
- **Por otra parte, la inusitada escalada de los precios de la energía** provocada por la Guerra de Ucrania obligó a España a introducir medidas excepcionales referidas tanto a la fiscalidad del consumo finalista como a la intervención del mercado mayorista de gas, con tal de aliviar la presión de la factura energética sobre los presupuestos familiares. Según datos del EUROSTAT (2023), en España el precio medio del KWh de electricidad escaló un 68% entre el primer semestre del 2020 y el segundo semestre del 2022; mientras que el del gas un 125%. Dicha subida contrasta con los moderados incrementos ocurridos entre 2008 y 2020 situados en

el 3,8% y el 1,2% medio anual respectivamente. A pesar de las medidas de choque, incluido el "bono social", según la misma fuente, el índice de incapacidad para mantener la vivienda calefactada también se disparó significativamente. Así, dicho indicador pasó de 7,5 en 2020 a 17,10 en 2022, es decir, más de una sexta parte de los hogares españoles declaran ser incapaces de mantener su vivienda en condiciones térmicas adecuadas durante el invierno.

En la misma dimensión "energética", en el período analizado han desembarcado los fondos NextGenEU del Plan de Recuperación para Europa acordados por el Consejo Europeo en julio de 2020 y regulados, en España, por el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR). Éste se estructura en cuatro ejes transversales incluido el de transición energética, dentro del cual se enmarca el Plan de Rehabilitación de Vivienda y Regeneración Urbana dotado con 6820 millones de euros, con los que se estima que se pueden rehabilitar 1,2 millones de viviendas hasta 2030. Dichos fondos, se completan con actuaciones a nivel autonómico y local y con otros programas europeos como los orientados a promover la creación de ventanillas únicas (BIERE-ARENAS & al., 2021; MARMOLEJO-DUARTE & al., 2022). Así, la escalada de los precios energéticos fundamentalmente, y las actuaciones de impulso a la rehabilitación de forma complementaria, han traído a un primer plano la eficiencia energética residencial y su mejora.

Todo junto, hace necesario revisar el impacto de estos eventos sobre la estructura de los valores residenciales. Este trabajo avanza en este derrotero con dos objetivos e hipótesis:

- **El objetivo principal** consiste en estudiar hasta qué punto la relación entre la eficiencia energética, vista desde la perspectiva de los Certificados de Eficiencia Energética, y los valores residenciales ha cambiado en el período de estudio.

Se parte de la hipótesis que la escalada de los precios de la energía y una mayor sensibilización de la eficiencia energética fruto de los diferentes programas públicos encaminados a mejorarla han traído a un primer plano la relevancia de este atributo

¹ Sin embargo, los datos del padrón durante dicho período deben interpretarse con cautela, debido a las posibles irregularidades en el empadronamiento en la segunda vivienda

o la vivienda alquilada durante el confinamiento, como lo sugiere la recuperación de empadronados en los municipios centrales según los últimos datos publicados.

residencial produciendo un mayor sobreprecio de las viviendas eficientes.

- Además, aprovechando que para probar la hipótesis anterior es necesario controlar el resto de los atributos residenciales de índole edilicio y locativo, **el objetivo secundario** del trabajo consiste en estudiar hasta qué punto las centralidades han perdido fuerza en la explicación de los valores residenciales y, en cambio, ciertos atributos arquitectónicos relacionados con la calidad de la vivienda han ganado preeminencia en la explicación de los precios.

La hipótesis aparejada es que el cambio de perspectiva de la apreciación de los atributos residenciales arquitectónicos y locativos fruto del confinamiento y su legado han reducido el impacto de la proximidad a las centralidades sobre los valores residenciales, al tiempo que atributos como la presencia de terrazas o la calidad arquitectónica lo han incrementado.

Para ello, se parte de una muestra de 10 958 viviendas plurifamiliares en el área metropolitana

funcional de Barcelona ofrecidas en venta en febrero de los años 2020 y 2023 (Fig. 1). Dicha información se complementa con datos del entorno de los apartamentos con tal de controlar los atributos locativos, así como con una inspección visual, caso a caso, para evaluar con cierta profusión otros elementos de la calidad constructiva y arquitectónica con incidencia en la formación de los valores. Dicha información es analizada mediante el método de los precios hedónicos tal como se hace en los estudios precedentes revisados en el siguiente epígrafe.

El resto del artículo se estructura de la siguiente forma: en la sección 2 se ofrece una revisión del estado del arte centrado, por una parte, en la relación entre las calificaciones energéticas y los valores residenciales, y en otra, en el posible impacto de la escalada energética y de la pandemia sobre los mismos; la sección 3 detalla el caso de estudio, la metodología y los datos utilizados; por su parte, la sección 4 contiene los resultados y su discusión; mientras que en la conclusión se hace una síntesis de los principales hallazgos, así como sus implicaciones para la política pública y se identifican las limitaciones del trabajo.

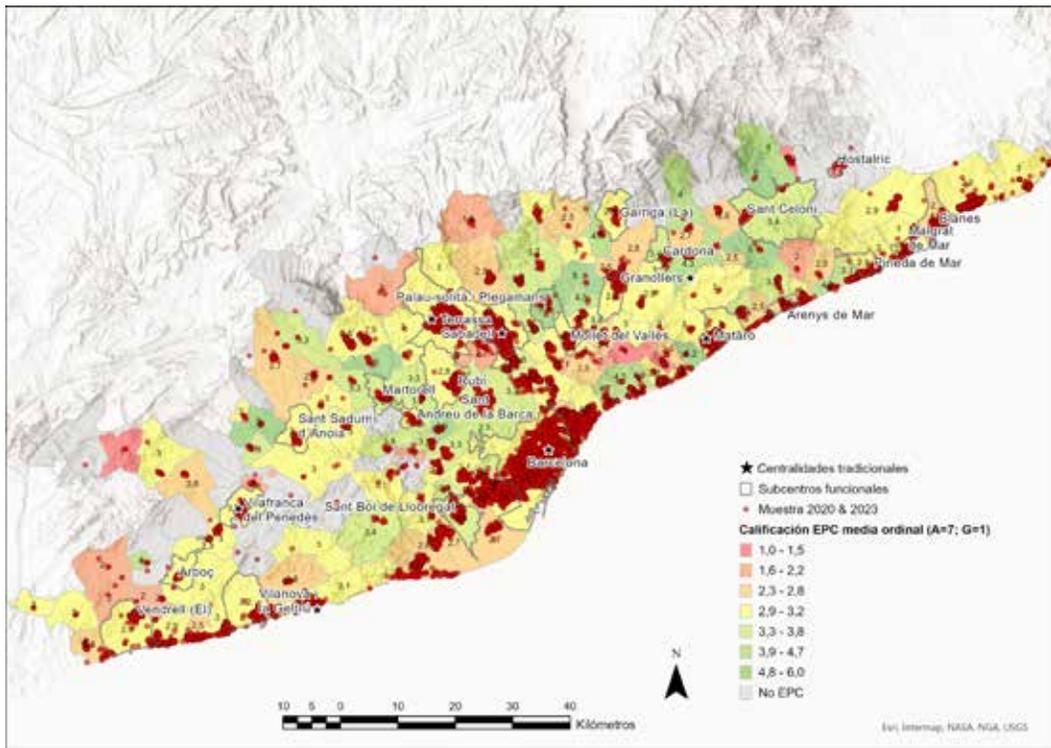


FIG. 1 / Muestra de 10 958 ofertas de venta de vivienda multifamiliar en febrero de 2020 y 2023 y media municipal de su calificación energética

Fuente: Elaboración propia

2. Revisión de la literatura

2.1. El efecto de las clases energéticas sobre los valores residenciales

Como es sabido, hace dos décadas la primera Directiva de Eficiencia Energética de la Edificación (EPBD 2002/91/EC) introdujo una política de creación de incentivos de mercado basada en la simetría informativa. Según la misma, si los demandantes están informados de los beneficios de un edificio eficiente (p. e. ahorro energético) y de los co-beneficios (p. e. reducción de CO₂), entonces es previsible que, a igualdad del resto de atributos, tiendan a preferirlos.

Según la teoría económica, este mecanismo activa una mayor disposición a pagar por dichos edificios eficientes y, a la postre, crea una diferenciación de precios de mercado: produciendo sobrepagos para los edificios eficientes y penalizaciones para los ineficientes (AKERLOF, 1970). De manera que, el sobrepago, incentiva a la oferta para producir edificios eficientes e, incluso, para rehabilitar los ineficientes. Así, la política comunitaria delegó, en ese entonces, a un mecanismo de libre mercado la misión de crear los referidos incentivos, al tiempo que hizo progresivamente más restrictivas las prestaciones energéticas mínimas a cumplir en el caso de la nueva planta y la gran rehabilitación. En dicho marco, aparecieron los certificados de eficiencia energética (EPC en sus siglas inglesas) para proveer a los futuros usuarios edificios de información imparcial en una escala de calificaciones energéticas ABCDEFG (siendo A la más eficiente) fácil de comprender, a imagen y semejanza de la introducida en el mercado de los electrodomésticos una década antes.

La búsqueda de evidencia empírica sobre la existencia de dichos sobrepagos energéticos ha sido el objetivo de una plétora de estudios iniciada cuando la reforma de la EPBD en 2010 (2010/31/EU) generalizó los EPC a la práctica totalidad de los inmuebles y obligó a incluir la etiqueta derivada en la publicidad encaminada a su comercialización. La mayor parte de dichos estudios se ha apoyado en el método de los Precios Hedónicos (PH) para aislar el efecto que tienen las calificaciones energéticas sobre los valores cumpliendo la condición *ceteris paribus*.

La Fig. 2 documenta los resultados de una selección de los trabajos que han estudiado el sobrepago energético en el mercado residencial.

En general, con contadas excepciones, dichos estudios han encontrado una correlación positiva: cuanto mayor es la eficiencia energética, tanto mayor es el precio de venta e incluso de alquiler de las viviendas (CÉSPEDES-LOPEZ & al., 2019). Si bien, dicha relación es más evidente en el caso de las viviendas en venta y más exigua en las que se alquilan. Las investigaciones basadas en las preferencias declaradas han ido en el mismo sentido.

El estudio pionero de BROUNEN & KOK (2011) encontró que las viviendas con calificación A se vendían un 10,7 % por encima de las D. Aunque en Alemania, CAJIAS & PIAZOLO (2013), hallaron un sobrepago significativamente mayor, puesto que las viviendas calificadas como B, C o D mostraban un sobrepago del 32,8% en relación con las G. Estudios como el de KHOLODILIN & MICHELSEN (2014) o CERIN & al., (2014) han correlacionado los precios directamente con el consumo energético, encontrando igualmente un sobrepago residencial por cada kWh/m²-año ahorrado. Sin embargo, otros autores como OLAUSSEN & al., (2017) o FREGONARA & al., (2017) no han encontrado correlación alguna al controlar con mayor ahínco otros atributos residenciales relevantes en la formación de los precios. El abanico de sobrepagos es, como se ve, muy amplio, lo cual no resulta sorprendente. En primer lugar, porque cada Estado miembro adoptó criterios propios para determinar las calificaciones energéticas (GARCÍA-HOOGHUIS & NEILA, 2013); además, porque las tradiciones constructivas, su regulación, las condiciones climáticas, así como la relación entre precio de la energía versus precio residencial son divergentes; como quizás también lo son otros aspectos tales como la concienciación ambiental, la difusión de las viviendas eficientes y las tecnologías implícitas en ellas.

Por otra parte, la comparabilidad de los resultados de las referidas investigaciones es problemática debido a la diversidad de fuentes de información usadas que van desde registros administrativos de transacciones efectivamente realizadas (p.e. registros de la propiedad) hasta informaciones de ofertas. Tampoco se pueden considerar del todo concluyentes, puesto que los modelos econométricos en los que se apoya el referido método de PH son sensibles a sesgos como el de selección (*i.e.* las viviendas analizadas no siempre provienen de una muestra aleatoria) o de omisión de variables relevantes (*i.e.* no se controlan en profundidad otras características de las viviendas explicativas de sus valores y, a la vez, correlacionadas con la eficiencia energética). Además, muy pocos estudios toman en consideración que el

Referencia	Ubicación	Escala de mensuración de la eficiencia energética	Tipo de transacción	Sobrepeso energético mínimo	Sobrepeso energético máximo
(BROUNEN & KOK, 2011)	Países Bajos	EPC (A-G)	Venta	2.2% C vs D	10.2% A vs D
(CAJIAS & PIAZOLO, 2013)	Sur de Alemania	EPC (A-G)	Alquiler y Venta	6.6% BCD vs G (alquiler)	28.4% BCD vs G (venta)
(HYLAND & al., 2013)	Irlanda	EPC (A-G)	Alquiler y Venta	1.8% A vs D (alquiler) 9.3% A vs D (venta)	3.2% D vs FG (alquiler) 10.6% D vs FG (venta)
(HÖGBER, 2013)	Estocolmo, Suecia	EPC (consumo kWh/m ² ·año)	Venta	0.04% por cada reducción porcentual en el consumo	
(FUERST & al., 2014)	Helsinki, Finlandia	EPC (A-G)	Venta	1.2% D vs E	6.5% AB vs D
(KHOLODILIN & MICHELSEN, 2014)	Berlín, Alemania	Consumo energético	Alquiler y Venta	0.71€ por cada kWh/m ² ·año reducido (alquiler)	1.81€ por cada kWh/m ² ·año reducido (venta)
(CERIN & al., 2014)	Suiza	EPC (consumo kWh/m ² ·año)	Venta	0.37% por cada reducción porcentual en el consumo	
(DAVIS & al., 2015)	Belfast, Irlanda del Norte	EPC (A-G)	Venta	4.9% C vs D	28.0% B vs D
(FUERST & al., 2015)	Ingllaterra, Reino Unido	EPC (A-G)	Venta: plurifamiliares y unifamiliares	-11.1% AB vs D (unifamiliar)	1.6% AB vs D (apartamentos)
(BONIFACI & COPIELLO, 2015)	Padua, Italia	EPC (A-G)	Venta	9.5% E vs G	21.9% A vs G
(FUERST & McALLISTER, & al., 2016)	Gales, Reino Unido	EPC (A-G)	Venta: plurifamiliares y unifamiliares	-1.9% AB vs D (unifamiliar) 1.7% D vs E (unifamiliar)	3.6% AB vs D (apartamentos) 8.2% D vs E (apartamentos)
(FUERST & OIKARINEN, & al., 2016)	Helsinki, Finlandia	EPC (A-G)	Venta: precio y mantenimiento	-2.9% ABC vs D (costes de mantenimiento)	1.3% ABC vs D (venta)
(DE AYALA & al., 2016)	España	EPC (A-G)	Venta	5.5% ABCD vs otros	9.8% ABC vs otros
(JENSEN & al., 2016)	Dinamarca	EPC (A-G)	Venta	1.5% D vs E	24.3% D vs G
(CHEGUT & al., 2016)	Países Bajos	EPC (A-G)	Venta	1.1% B vs no-etiquetado	5.6% A vs no-etiquetado
(MARMOLEJO-DUARTE, 2016)	Barcelona, España	EPC (A-G)	Venta	3.87% D vs G	9.62% A vs G
(WAHLSTROM, 2016)	Suecia	EPC (consumo kWh/año)	Venta	~9.0% por cada reducción porcentual en el consumo	
(STANLEY & al., 2016)	Dublín, Irlanda	EPC (consumo kWh/m ² ·año)	Venta	0.09% por cada reducción porcentual en el consumo	
(FREGONARA & al., 2017)	Turín, Italia	EPC (A-G)	Venta	No hay evidencia de prima verde.	
(OLAUSSEN & al., 2017)	Oslo, Noruega	EPC (A-G)	Venta	No hay evidencia de prima verde.	
(MARMOLEJO-DUARTE & BRAVI, 2017)	Barcelona, España	EPC (A-G)	Encuestas	Disposición a pagar de 43.11 €/mes por cambiar de E a A	
(KHOLODILIN & al., 2017)	Berlín, Alemania	EPC (consumo kWh/m ² ·año)	Alquiler y Venta	0.02% por cada kWh/m ² ·año (alquiler)	0.05% por cada kWh/m ² ·año (venta)
(TALTAVULL & al., 2017)	Bucarest, Rumania	Ad hoc-dummy renovación energética	Venta: 4 zonas urbanas	2.2% (zona oeste)	6.5% (zona norte)
(MANGANELLI & al., 2019)	Bari y Acrí, Italia	EPC (A-G)	Venta: 2 ciudades	0.7% F vs G (Bari) 17.9% F vs G (Acri)	41.2% A vs G (Bari) 84.0% A vs G (Acri)
(MARMOLEJO-DUARTE & CHEN, 2019b)	Barcelona, España	EPC (A-G)	Venta	10.5% D vs G	10.7% B vs G
(OLAUSSEN & al., 2019)	Oslo, Noruega	EPC (A-G)	Venta	No hay evidencia de prima verde (no sig.)	
(DELL'ANNA & al., 2019)	Turín, Italia; Barcelona, España	EPC (A-G)	Venta: 2 ciudades	1.88% EPC vs no-etiquetado (Barcelona)	6.33% EPC vs no-etiquetado (Turín)
(TALTAVULL DE LA PAZ & al., 2019)	Alicante, España	Ad hoc-dummy renovación energética	Venta	3.10% por cada reducción porcentual en el consumo (1.8% G vs F; 1.1% F vs E)	
(AYDIN & al., 2020)	Países Bajos	EPC (índice)	Venta	~2.2% por un aumento del 10% en el índice de eficiencia energética	
(McCORD & al., 2020)	Belfast, Irlanda del Norte	EPC (A-G)	Venta	No sig.	9.2% B vs D
(BISELLO & al., 2020)	Bolzano, Italia	EPC (A-G)	Venta	2.9% C vs G	6.4% A vs G
(FUERST & al., 2020)	Ingllaterra, Reino Unido	EPC (A-G)	Alquiler	6.3% BC vs D	11.2% D vs FG
(EVANGELISTA & al., 2020)	Portugal	EPC (A-G)	Venta: plurifamiliares y unifamiliares / nuevos y existentes	1.4% C vs D (piso existente) 3.6% D vs E (piso nuevo) 4.1% D vs E (unif. existente) 12.4% D vs G (unif. nueva)	23.6% A+ vs C (apartamento existente) 22.9% A+ vs C (apartamento nuevo) 2% A+ vs C (unif. existente) 8.8% A+ vs C (unif. nueva)
(COPIELLO & DONATI, 2021)	Padua, Italia	EPC (A-G)	Venta: 4 segmentos por ubicación y área	33.4% D vs G (céntrico y área debajo de la media) 24.8% D vs G (céntrico y área sobre la media) 63.9% A vs G (suburbano y área sobre la media) 49.6% D vs G (suburbano y área debajo de la media)	51.9% A vs G (céntrico y área debajo de la media) 64% A vs G (céntrico y área sobre la media) 103.3% A vs G (suburbano y área debajo de la media)
(CÉSPEDES-LOPEZ & al., 2022)	Alicante, España	EPC (A-G)	Venta	9.0% D vs F	12.5% D vs G
(MARMOLEJO-DUARTE & CHEN, 2022b)	Barcelona, España	EPC (A-G)	Venta: segmento alto-medio-bajo	7.5% ABC vs otros (solo pisos de segmento alto)	
(MARMOLEJO-DUARTE & CHEN, 2022a)	Barcelona y Madrid, España	EPC (A-G)	Venta: 2 ciudades	8.90% ABC vs otros (BCN)	6.90% ABC vs otros: (MAD)
(GALVIN, 2023)	Alemania	EPC (consumo kWh/m ² ·año)	Alquiler y Venta	(Alquiler) 0.5460 €/mes por cada kWh/m ² ·año reducido.	(Venta) 818.84 € por cada kWh/m ² ·año reducido.

Fig. 2 / Selección de estudios en la Unión Europea sobre el sobrepeso energético en el mercado residencial

Fuente: Elaboración propia

mercado residencial tiende a la segmentación a lo largo del espacio urbano y, por ende, difícilmente puede afirmarse que la eficiencia energética ejerza el mismo efecto en submercados orientados a hogares con características socio-demográficas diferentes que habitan viviendas con atributos divergentes.

Una parte más reducida de trabajos se han apoyado en la opinión de expertos vinculados tanto a la oferta como a la demanda residencial. Ejemplos de estos son las investigaciones de MURPHY (2014) en Holanda, PASCUAS & al. (2017) en ocho Estados miembros, CHECA-NOGUERA & BIERE-ARENAS (2017) en Barcelona o MARMOLEJO-DUARTE & al. (2020) en España. Así, mediante encuestas y entrevistas, este segundo grupo de estudios ha concluido que la eficiencia energética es poco relevante en la elección residencial y en la disposición a pagar por la vivienda, en relación con otros atributos residenciales tales como la localización, otros aspectos de la calidad edilicia o el programa arquitectónico.

2.2. La investigación del efecto de las calificaciones energéticas en los valores en España

España no se ha quedado atrás en la investigación del sobreprecio de las viviendas energéticamente eficientes. Dos son los trabajos pioneros en nuestro país. DE AYALA & al. (2016) analizaron, utilizando información de 1507 viviendas distribuidas en cinco ciudades, la relación entre la opinión que tienen las familias sobre el valor de su vivienda y una estimación de su calificación energética. Por otra parte, MARMOLEJO-DUARTE (2016) analizó dicha relación mediante el método de los PH a partir de información de mercado de 3479 viviendas en Barcelona. Ambos estudios encontraron una relación positiva: el primero indicó que las viviendas calificables como A, B o C formaban un sobreprecio del 9,8% en relación con las calificables como D, E, F o G; el segundo, que las viviendas efectivamente calificadas con una letra A tenían un precio de venta un 9,62% mayor que las viviendas G, mientras que las D tenían un precio un 3,87% mayor que las G. Dichos estudios seminales fueron continuados por tres líneas de trabajo:

1. MARMOLEJO-DUARTE & CHEN (2019a) compararon el sobreprecio en los mercados residenciales de Alicante, Barcelona y Valencia, encontrando que cuanto más escasas eran las viviendas energéticamente eficientes en oferta, aquél era superior. Asimismo,

hallaron que en Alicante existía una anomalía en la información energética publicitada, puesto que existían viviendas aparentemente calificadas con G aun cuando habían sido edificadas tras la entrada en vigor del CTE. Dicha información inverosímil podría significar que los anunciantes estuviesen incluyendo una calificación falsa con tal de no infringir la normativa. Este hallazgo es compatible con el reportado por CÉSPEDES-LÓPEZ & MORA-GARCÍA (2021) también para Alicante quienes encontraron que las viviendas que, incumpliendo la normativa, se publicitan sin información energética se ofrecen por un precio superior.

2. MARMOLEJO-DUARTE & CHEN (2019c) compararon el sobreprecio energético en tres submercados residenciales dentro de la Barcelona metropolitana, encontrando que éste era nulo en el caso de los apartamentos de reciente construcción (*i.e.* los más eficientes por normativa) dotados de toda suerte de prestaciones, en cambio era mayúsculo en aquéllos situados en barrios de renta baja y con una escasa calidad arquitectónica, constructiva y energética. Luego, MARMOLEJO-DUARTE & CHEN, & al. (2020) comprobaron dicha relación desde una perspectiva espacial usando un modelo de PH geográficamente ponderado, comprobando que, en efecto, el impacto de las calificaciones energéticas es diferente a lo largo del espacio urbano. Dichos autores fueron los primeros en sospechar, en España, que un insuficiente control de otros atributos de calidad constructiva y arquitectónica, podría estar inflando artificialmente el sobreprecio asociado a la eficiencia energética *“despite the large efforts to control quality attributes of homes and locations, there is still the possibility that omitted variables, such as decorations or specific finishings, possible spuriously concomitant to EPC ratings, do play a role in price formation”* (MARMOLEJO-DUARTE & CHEN, 2019c, p. 21). Así, en un trabajo posterior MARMOLEJO-DUARTE & CHEN (2022a), centrado en el municipio de Madrid y en la comparable área administrativa metropolitana de Barcelona, encontraron que, si dichos atributos de calidad edilicia se controlan exhaustivamente, el sobreprecio de la eficiencia energética tiende a reducirse hasta desaparecer. Sin embargo, al incrementar la muestra analizada y el ámbito territorial, concluyeron que exclusivamente las viviendas eficientes dirigidas a la población de mayor capacidad económica recibían un sobreprecio incluso controlando exhaustivamente otros atributos de calidad edificatoria

(MARMOLEJO-DUARTE & CHEN, 2022b). Estas conclusiones son compatibles con las vertidas por los trabajos de corte cualitativo centrados en la opinión de expertos (MARMOLEJO-DUARTE & GARCÍA-HOOHGHUIS, & al., 2020), así como en encuestas a los hogares (MARMOLEJO DUARTE & al., 2020) que han apuntado que la eficiencia energética es especialmente valorada por la población mejor formada que, además, ha desarrollado una mayor conciencia ambiental.

3. TALTAVULL DE LA PAZ & al. (2019) así como CÉSPEDES-LÓPEZ & MORA-GARCÍA (2021), fueron un paso más allá al complementar los datos de oferta con información de dos fuentes administrativas de información en la provincia de Alicante y analizar conjuntamente el sobreprecio de la eficiencia energética en las viviendas unifamiliares y plurifamiliares. Asimismo, estudiaron la relación no sólo entre el precio y las calificaciones, sino también con las emisiones de CO₂ y el consumo en kWh/m²/año, así como la diferencia de sobreprecios entre la costa de dicha provincia y las zonas interiores más templadas. Esta variación intrarregional fue profundizada también en Alicante por CÉSPEDES-LOPEZ & al. (2022), encontrando que algunas características comarcales tienen incidencia sobre los sobreprecios en cuestión. Ratificado, por ende, que el sobreprecio de las viviendas eficientes no es uniforme ni dentro de las ciudades, como tampoco, a lo largo del territorio.

Sin embargo, hasta donde sabemos, con excepción del trabajo de MARMOLEJO-DUARTE & CHEN (2019c) que adolece del defecto señalado en el numeral 2, no existen en nuestro país ni en su entorno comunitario trabajos que hayan analizado desde una perspectiva diacrónica la evolución del sobreprecio asociado a la eficiencia energética vista desde las calificaciones *Energy Performance Certificates*. Esta carencia se agrava delante del inusitado incremento de precios de la energía señalado en la introducción, así como de la aparición de los fondos NextGenEU.

2.3. La investigación sobre el efecto de las pandemias en los valores residenciales

El comportamiento de los precios en el mercado residencial responde, entre otras cosas, a los eventos que generan incertidumbres o expectativas. En España, la COVID-19 impactó de forma especial a los sectores más dependientes del contacto presencial y la movilidad (TORRES & FERNÁNDEZ, 2020), resintiendo las finanzas de las familias españolas y resultando en una caída de compraventas de viviendas (OCAÑA & TORRES, 2020). Estas dinámicas no son exclusivas de la COVID-19. AMBRUS & al. (2020) examinaron el impacto de una epidemia de cólera en un barrio de Londres del siglo XIX sobre los precios de alquiler, y encontraron que, incluso 10 años después de la epidemia, los precios de alquiler eran significativamente más bajos (-3%) en un radio de 100 m de la bomba de agua que inició la transmisión de la enfermedad. Los autores sugieren que dicho efecto se mantuvo a largo plazo por la estigmatización de la zona y por la devaluación de su infraestructura hídrica, incluso hasta la actualidad. Así también, WONG (2008) investigó cómo el Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS) influyó en el mercado inmobiliario de Hong Kong en 2003, reduciendo el precio de las fincas un 1.6% de media. Finalmente, FRANCKE & KOREVAAR (2021) estudiaron los brotes históricos de la peste en Ámsterdam del siglo XVII y el cólera en París del siglo XIX, demostrando que los brotes dieron lugar, en ambas ciudades, a reducciones en el precio de venta de la vivienda (9% y 10% respectivamente).

Con excepción del trabajo de Ambrús *Op. Cit.*, los estudios anteriores sugieren que el impacto de estos eventos pandémicos es transitorio, que las ciudades son resilientes (OUAZAD, 2021)² y los mercados rápidamente recuperan sus trayectorias de precios iniciales. Empero, es necesario aportar evidencia sobre los factores que subyacen en los precios del mercado inmobiliario residencial después de estos eventos. Este trabajo avanza en dicho sentido, al tiempo que explora el cambio en la agenda hedónica asociado a la proximidad a las centralidades y a la calidad de otros atributos de la vivienda que podrían haberse visto alterados tanto por el confinamiento de la COVID-19 como de la intensificación del teletrabajo en cierto tipo de ocupaciones.

² Ouzad analiza la resiliencia de los valores inmobiliarios tomando en cuenta no solo los eventos pandémicos, sino también el impacto de eventos de terrorismo (atentados del

11 de septiembre de 2001) o naturales catastróficos (terremoto de Loma Prieta en 1989).

3. **Ámbito de estudio, metodología y datos**

El caso de estudio está formado por los 184 municipios funcionalmente integrados a Barcelona que comprenden un territorio de 3760 km² y 5,37 millones de habitantes en 2023. Tanto la delimitación funcional como la identificación de subcentros se ha realizado a partir del método propuesto por ROCA CLADERA & al. (2009) apoyado en el análisis de la movilidad obligada del Censo del 2001³.

La metodología ha consistido en las etapas explicitadas en los siguientes subapartados.

3.1. **Adquisición de información de ofertas de apartamentos en venta en Habitaclia referidas a febrero de 2020 y 2023**

Se ha seleccionado esta tipología de vivienda y régimen de tenencia por ser los dominantes en el mercado de primera residencia en España. Además, porque la evidencia previa sugiere que el efecto de la eficiencia energética sobre los precios se centra en las viviendas en propiedad mientras que en aquellas en alquiler es menor o nulo (MUDGAL & al., 2013). Los datos analizados son de viviendas en oferta, en ausencia de información de transacciones que incluya todas las características arquitectónicas relevantes en la formación de los valores. De esta fuente se obtienen los datos referidos tanto a los apartamentos (p.e. superficie, programa funcional, indicadores de calidad derivados de las descripciones libres, etc.) como a los edificios que los contienen (p.e. ascensor, piscina comunitaria, año de construcción, etc.) (Fig. 3).

3.2. **Construcción de un indicador sintético de calidad y estado de conservación de las viviendas**

En tanto las calificaciones energéticas suelen estar correlacionadas con otros aspectos de la calidad arquitectónica y constructiva de las viviendas (MARMOLEJO-DUARTE, 2016), es necesario

controlar estos últimos en profundidad. De esta forma, se reduce el sesgo producido por las variables omitidas: si se controlan insuficientemente otros indicadores de la calidad, la relevancia de la calificación energética en los precios podría resultar artificialmente inflada en los análisis estadísticos. Para ello, a partir del universo de apartamentos en venta de cada año, se ha realizado una evaluación cualitativa de una muestra estadísticamente representativa. Dicha evaluación ha seguido el procedimiento sugerido por MARMOLEJO-DUARTE & CHEN (2022a), consistente en una inspección visual, caso a caso, con tal de recoger diez indicadores cualitativos relacionados con la calidad de las terminaciones, el estado de conservación, la luz natural/vistas, la existencia de elementos singulares apreciados por el mercado (p.e. muros/bóvedas vistas), el nivel de refinamiento y la contemporaneidad de los acabados de los principales espacios interiores (cocina, baño y salón) (Fig. 3). Dicha contemporaneidad se refiere al nivel de relación de las terminaciones evaluadas con las que son usuales en promociones de nueva planta en viviendas similares. Con el objetivo de reducir la redundancia de información y evitar problemas de multicolinealidad en los modelos hedónicos dichos indicadores se han sintetizado mediante un análisis de componentes principales. Así, se han encontrado dos componentes: uno, fundamental, aunque no exclusivamente, referido a la calidad/contemporaneidad y otro al estado de conservación. Cuanto mayor es el primero, mejores son las calidades, mayor el nivel de luz solar y vistas, mayor la presencia de elementos singulares apreciados por el mercado y más contemporáneos son los materiales y su combinación en relación con las promociones de nueva planta o rehabilitaciones integrales. Cuanto mayor es el segundo, mejor es el estado de conservación de los espacios y sus terminaciones.

3.3. **Construcción de un Sistema de Información Geográfica (SIG)**

Con el objetivo de controlar los atributos urbanos y ambientales que inciden en la formación de los valores se ha construido un Sistema de Información Geográfica (SIG) con la información relativa a secciones censales (p. e. datos

³ Al haberse basado en una encuesta, el censo del año 2011 presenta enormes limitaciones tanto en el análisis de los flujos de movilidad intermunicipales, como en la explotación del resto de variables a escala de sección censal. Por ello, tanto a efectos de delimitación, como de control de las variables

socioeconómicas se han usado datos del censo del 2001. Por su parte los datos de la Encuesta del Día Laboral, basados en una encuesta, tampoco permiten identificar las relaciones entre todos los municipios y por ende completar la matriz origen destino de forma fiable.

Atributos	Fuente	Año	Unidad	Notas
Características Arquitectónicas				
Precio, superficie, ubicación, número baños, número de dormitorios, altura del piso, ascensor, año de construcción, terraza privada y área de balcón, área de jardín privado / comunitario, superficie de jardín privado / comunitario, presencia de despacho, lavadero, trastero, piscina privada / comunitaria, calefacción central, aire acondicionado, chimenea, texto general de oferta y descripción de la cocina, clasificaciones de emisiones EPC, tipo de apartamento (dúplex, ático, normal) y, en su caso, reducción del precio de oferta.	HB	2020 y 2023	Apartamento geolocalizado	a
Características geográficas, de infraestructura y territoriales				
Primera línea de mar	ICGC	2020	Polilínea	b
Parques naturales terrestres y marinos	IGN	2020	Polilínea	c
Tren, metro, tranvía, estaciones de tren de cercanías	DP	2023	Coordenadas UTM	d
Eje de autopistas gratuitas y de peaje, así como autovías	ICGC	2020 y 2023	Polilínea	e
Acceso a las autopistas y autovías	DP	2020	Coordenadas UTM	f
Suelo urbanizado según <i>Corine Land Cover Project</i>	IGN	2018	Polilínea	
Uso del suelo urbano según <i>Corine Land Cover Project</i>	IGN	2018	Polilínea	g
Distrito Central de Negocios (CBD) y subcentros de empleo	DP	2001	Polilínea	h
Distancia al CBD y al subcentro funcional adscrito	CP	2001		
Características climáticas				
Temperatura media y radiación solar en enero y julio	E-OBS	2018-2023	Municipal	
Altitud sobre el nivel del mar	IGN	2020	Celdas de 80m x 80m	i
Zona climática	IP	2020	Municipios	j
Datos del Censo de Población y Edificios				
Número de empleos según la clasificación nacional de las actividades económicas, distinguiendo los ocupados por residentes y los ocupados por residentes de otros municipios	INE	2001	Municipal	k
Población activa total y población activa según la clasificación nacional de ocupación, tiempo de desplazamiento, modo de transporte	INE	2001	Sección Censal	l
Edificios: año de construcción, número de plantas, condición y uso	INE	2001	Sección Censal	m
Percepción de la calidad ambiental de los hogares: ruido, contaminación, accesibilidad, delincuencia y limpieza	INE	2001	Sección Censal	
Población: lugar de nacimiento, nacionalidad, edad	INE	2001	Sección Censal	
Población: evolución del padrón de habitantes	INE	2020 y 2022	Municipal	n
Vivienda: permanente, vacante, secundaria.	INE	2001	Sección Censal	
Ingresos fiscales				
Ingresos del hogar	INE	2018	Sección Censal	
Evaluación cualitativa propia				
Cocina: diseño y calidad de materiales, condición, gabinetes				o
Baño: diseño, calidad de materiales, condición, tipo de ducha	HB	2020 y 2023	Apartamento	p
Sala de estar y comedor: diseño, calidad del acabado, condición, elementos singulares, luz natural y vistas				q
HB= Habitación; ICGC= Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya; IGN= Instituto Geográfico Nacional; OD= Digitalización propia; CP= Cómputo propio; E-OBS= Conjunto de Datos del Clima Europeo (copernicus.eu); INE= Instituto Nacional de Estadística; IP= Identificación propia				

Notas e Indicadores derivados específicos:

a	Utilizando el texto libre general y la descripción de la cocina se ha llevado a cabo un análisis semántico, con el fin de identificar adjetivos que denotan calidad y estado de conservación. Para ello se ha diseñado un diccionario en castellano y catalán que incluye adjetivos como "bien diseñado", "magnífico", "fantástico", "alto standing", "bien mantenido", "como nuevo", "lujo", "modernizado". Reducción del precio = 1 si el precio se ha reducido durante el tiempo de anuncio. De acuerdo con la experiencia del mercado local, los apartamentos que exhiben descuentos generalmente están ubicados en lugares poco atractivos o que tienen una mala calidad o deficiencias legales, por lo que esta variable de control intenta capturar aspectos no observados.
b	Primera línea de mar = 1 si el apartamento está a menos de 200 metros de la costa.
c	Parque natural = 1 si el apartamento está situado dentro de un parque natural. Parque natural 200 = 1 si está a menos de 200 m de la frontera del parque natural.
d	Distancia a las estaciones y ferrocarril = 1 si el apartamento se encuentra a 400 y 800 m de la estación (municipios urbanos / suburbanos). Cercanías = 1 si el municipio contiene una estación de cercanías (desde septiembre de 2022 con servicio gratuito a los viajeros frecuentes).
e	Distancia a autopistas. Autopista = 1 si el apartamento está situado a menos de 200 metros del eje de la autopista. Cambio de peaje = 1 si el apartamento está situado en un municipio en el que se suprimió el peaje de una autopista respecto al año 2020.
f	Acceso autopista = 1 si el apartamento está ubicado en un municipio que tiene acceso a una rampa de autopista.
g	Utilizando los usos del suelo urbano CLC (es decir, tejido urbano continuo y discontinuo, unidades industriales / minoristas, deportes, infraestructura, etc.) se ha calculado el índice de Shannon. Cuanto mayor es este índice, más diversos son los usos del suelo del entorno de las viviendas.
h	La propia delimitación de la Región Metropolitana funcional de Barcelona, así como la identificación de cada uno de los subcentros de empleo se basa en el análisis de los flujos de desplazamiento siguiendo el método sugerido por Roca & al. (2009).
i	Calculado a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT).
j	Utilizando los criterios del CTE (es decir, el Apéndice B.1 del DB HE refundido en septiembre de 2013) y la información del MDT.
k	Autocontención = trabajadores residentes/población ocupada; Nodalidad = ocupados que entran / ocupados que salen, autosuficiencia = Trabajadores residentes / empleos.
l	Utilizando el porcentaje de población ocupada en cada una de las posibilidades ocupacionales (por ejemplo, gerentes, técnicos, empleados, etc.) se ha llevado a cabo un análisis de componentes principales (ACP). Los principales componentes resultantes son: posiciones ocupacionales altas, medias-altas y medias-bajas siendo una aproximación de la estratificación socio residencial. El ACP evita problemas de multicolinealidad en el modelo de regresión.
m	El porcentaje de edificios plurifamiliares se ha calculado como el porcentaje de edificios residenciales que tienen 4 o más plantas.
n	Se analizan los empadronamientos municipales entre los años 2020 y 2022 y se calcula la tasa de evolución demográfica.
o	Cocina: incluyendo racionalidad de diseño, estética, luz natural y vistas. Calidad: incluyendo calidad de pisos y revestimientos, grifos y fregadero.
p	Baño: incluyendo racionalidad de diseño y generosidad espacial. Calidad: incluyendo azulejos, grifos de ducha de calidad. Lavabo: incluyendo grifos, tamaño, materiales, calidad de diseño.
q	Salón/comedor: incluye racionalidad de diseño, luz natural y vistas. Calidad: incluyendo carpintería integrada de suelo, pared, techo y puertas internas de muebles. Elementos singulares: Incluyendo obras vistas, bóvedas, doble altura, estilos refinados o clásicos.

FIG. 3 / Fuentes de información e indicadores de control*Fuente: Elaboración propia*

sociodemográficos), municipios (p. e. información del tipo de empleos y evolución demográfica), trazado viario y ferroviario (p. e. presencia de estaciones, peajes, accesos a autopistas/autovías), zonas climáticas (reconstruidas siguiendo los criterios del apéndice B.1 del Documento Básico sobre Ahorro de Energía (DB HE) del Código Técnico de la Edificación (CTE) según su articulado de septiembre de 2013, con la ayuda del Modelo Digital del Terreno de 200 m), conjunto de datos del clima europeo E-OBS (p. e. temperaturas y radiación) siguiendo a ZHENG & al., (2023), usos del suelo (recuperados del Corine LandCover), zonas de transporte (p.e. indicador de centralidad construido a partir de los viajes y estadías de la Encuesta de Movilidad Cotidiana), línea de costa, parques naturales terrestres y marinos (FIG. 3). A partir de dichas bases cartográficas los datos

han sido transferidos a cada apartamento utilizando un área de influencia de 300 m de radio. Cuando dicha área se solapaba con más de una entidad geográfica los datos se han transferido de forma proporcional al área intersecada. Con el SIG también se han calculado las distancias a las centralidades, estaciones ferroviarias, la línea de costa o los accesos a las autopistas.

3.4. Construcción de una familia de Modelos de Precios Hedónicos (MPH)

El análisis fundamental se basa en el método de los precios hedónicos (ROSEN, 1974) que parte de la hipótesis que el precio en venta de las viviendas se puede escindir en el precio de cada

uno de sus atributos. Así, mediante un análisis de regresión múltiple, en donde el precio es la variable a explicar, y las características arquitectónicas y locativas las explicativas, es posible encontrar el valor marginal de cada atributo. Es decir, el incremento en valor en venta por cada unidad que incrementa la presencia del atributo en cuestión. Véase en FUERST & al. (2015) una exposición de la teoría económica en que se apoya el método y en TALTAVULL DE LA PAZ & al. (2019) su adaptación a los precios de oferta. Por ende, la ecuación utilizada es la siguiente:

$$\ln(P) = k + \sum_{AE=1}^n BAE + \sum_{EPC=1}^n BEPC + \sum_{L=1}^n BL + B2023 + e$$

(Eq. 1)

Donde $\ln(P)$ es el logaritmo neperiano del precio de venta, AE es una dimensión que incluye las n características arquitectónicas del apartamento y el edificio excepto su calificación energética, EPC es la calificación energética de la vivienda, L es una dimensión que incluye las n características microlocativas referidas a indicadores de accesibilidad, calidad ambiental y diferenciación socioeconómica, 2023 es una variable dicotómica que adopta el valor de 1 si el apartamento pertenece a la submuestra de dicho año y que controla la evolución general los precios producidos por factores de índole macroeconómico. Por ejemplo, durante el período estudiado el Euríbor se mantuvo relativamente estable en valores negativos; sin embargo, a partir de abril de 2022 se tornó positivo y empezó a escalar. Por su parte, la tasa de paro bajó del 14,41% al 13,26% según la EPA, mientras que, según datos de la Contabilidad Nacional de España, el PIB cayó durante el confinamiento para recuperarse a partir del segundo trimestre del 2021 y superar con creces su valor en 2023 en relación con 2020.

La forma funcional semilogarítmica adoptada permite acercarse a la normalidad de la variable dependiente y por ende habilita el uso de la calibración por mínimos cuadrados ordinarios. Así, los coeficientes B aparejados a cada uno de los atributos de cada dimensión están expresados en términos de semi-elasticidades, es decir la variación porcentual del precio de las viviendas por cada unidad que varían sus atributos.

La calificación energética analizada es la referida a las emisiones puesto que era la contenida en las primeras etiquetas emitidas en nuestro país y las más presentes en los anuncios inmobiliarios. Con todo, sólo un 49,89% de las viviendas ofertadas contiene información energética a pesar de que, en transposición de la EPBD 2010 (2010/31/EU), el RD 235/2013 hizo obligatoria la

inclusión de la referida etiqueta en la publicidad inmobiliaria mientras que la Disposición adicional 3ª de la Ley 8/2013 estableció el régimen sancionador.

La evidencia previa sugiere que la probabilidad de que un anuncio inmobiliario incluya información energética de la vivienda está relacionada tanto con su calidad como con su localización, cuanto peores son dichos vectores dicha probabilidad se reduce (MARMOLEJO-DUARTE & ONECHA-PÉREZ, 2021). Por tanto, es imprescindible utilizar un MPH robusto ante un eventual sesgo de selección derivado del hecho que la desinformación energética no es aleatoria en la muestra.

Por la razón anterior, se ha empleado el método de 2 pasos de Heckman (2PH). El primer paso consiste en calcular la Razón Inversa de Mills (RIM). Para ello, en primer lugar, se han identificado los atributos arquitectónicos y locativos que, según un modelo logit dicotómico, están correlacionados con la inclusión/omisión de la clase energética en las ofertas. Las variables identificadas como significativas mediante dicho procedimiento son: la ratio de baños por dormitorio, el ascensor, el indicador sintético de calidad/temporaneidad, el hecho que las viviendas hayan sido construidas antes de 1981 (interesantemente año en el que se empezaron a terminar los primeros edificios construidos bajo la Norma Básica de la Edificación -NBE-CT-79-, sobre condiciones térmicas), la distancia al centro de Barcelona, un indicador sintético del nivel socio-profesional de la población que vive en el entorno de la vivienda, su nivel de ingresos según datos de la Agencia Tributaria, así como el tiempo de desplazamiento hasta su trabajo. Con dichas variables se ha calculado la RIM siguiendo el procedimiento de 2PH en Stata. En segundo lugar, dicha razón se ha incorporado en la Eq. 1, resultando en:

$$\ln(P) = k + \sum_{AE=1}^n BAE + \sum_{EPC=1}^n BEPC + \sum_{L=1}^n BL + B2023 + BRIM + e$$

(Eq. 2)

Para analizar si el precio marginal de los atributos arquitectónicos/edilicios, de eficiencia energética y locativos ha variado entre el año 2020 y 2023 se han introducido variables de interacción entre las principales variables de cada una de las mencionadas dimensiones y el año 2023.

Por ejemplo, para el caso de los atributos arquitectónicos, la ecuación respectiva es:

$$\ln(P) = k + \sum_{AE=1}^n BAE + \sum_{AE2023=1}^n BAE2023 + \sum_{EPC=1}^n BEPC + \sum_{L=1}^n BL + B2023 + BRIM + e$$

(Eq. 2 atributos arquitectónicos/edilicios).

Donde *AE2023* es una dimensión que incluye las variables de interacción entre cada atributo arquitectónico/edilicio y el año 2023. Si el coeficiente *B* asociado a cada atributo resulta estadísticamente significativo, entonces puede concluirse que el precio marginal del atributo en cuestión ha variado en el período estudiado. Es decir, en caso de que sea significativo y positivo, entonces la influencia del atributo en la formación de los valores habrá incrementado, y viceversa si fuese negativo.

El universo de ofertas plurifamiliares en venta en el portal mencionado era de 83 551 apartamentos (de los cuales 42 741 en el año 2020). A partir de aquí, la muestra utilizada en los análisis siguientes se ha obtenido:

- Manteniendo su representación estadística y respetando su estratificación energética y espacial.
- Verificando la plausibilidad de las calificaciones energéticas. Para ello, se han contrastado las emisiones declaradas en el anuncio con el rango que legalmente corresponde a cada una de las tres zonas climáticas en las que se sitúa la Barcelona Metropolitana (IDAE, 2015). Así se han descartado ofertas con calificaciones no confiables, especialmente las referidas a la clase energética G. Muy posiblemente, con tal de no infringir la legislación vigente, los anunciantes incluyen dicha clase en ausencia del preceptivo certificado en el momento del marketing inmobiliario.
- Eliminando los anuncios repetidos.
- Eliminando los anuncios sin fotografías, con fotografías insuficientes en calidad y/o cantidad o con imágenes hiperrealistas de las posibilidades de reforma.
- Eliminando los casos atípicos. Para ello, se han recortado las colas de la distribución de precios en virtud de la dispersión de los datos y calculado la distancia de Mahalanobis que tiene por ventaja principal identificar los casos que se alejan de la generalidad tanto en el precio como en los atributos correlacionados con él.

Así, la muestra final está compuesta por 10 958 apartamentos (de los cuales 6102 corresponden al año 2020) lo que representa, en relación con el universo, un margen de error del 0,9% del precio al 95% de confianza para ambos años. La Fig. 4 detalla los estadísticos descriptivos de

los apartamentos cuyos anuncios incluyen la clase energética, ergo los usados en los MPH. Por simplicidad sólo se incluyen los atributos que han resultado significativos en los modelos desarrollados en la Sección 4.

En la submuestra del año 2020 el apartamento típico se vendía por 276 mil euros (2988 euros/m²), con una superficie de 93 m². Un 41% de las ofertas tenían terraza y un 13% de éstas tenía una superficie mayor a los 20 m². Asimismo, un 23% de las viviendas tenían trastero, un 51% aire acondicionado, un 69% ascensor y un 69% calefacción, siendo que el año medio de construcción era 1971. La piscina comunitaria estaba presente sólo en un 10% de los casos. En relación con la calificación energética, las viviendas muy eficientes (A o B o C) sumaban el 6% de la oferta, mientras que la vasta mayoría (80%) tenían una calificación E o peor. En términos locativos, la distancia media al centro de las ofertas era de 19,30 km, mientras que las personas trabajadoras en su entorno tardaban de media 23,47 minutos para llegar de su vivienda al trabajo. Únicamente un 5% de las ofertas disfrutaba de una localización próxima al mar.

Para identificar los atributos que difieren en términos estadísticos entre las viviendas ofertadas en el año 2020 y el 2023 se ha utilizado la Prueba de ANOVA (Análisis de la Varianza). Según la misma, en el año 2023 las viviendas más cualificadas eran más escasas que las del 2020. Así, las viviendas con terraza, terraza de más de 20 m², aire acondicionado, calefacción o con piscina estaban menos presentes entre las ofertas en venta. Por el contrario, en términos de eficiencia energética, la oferta del 2023 tiene una mayor proporción de viviendas situadas en el cuartil superior de la escala EPC. Finalmente, las viviendas ofertadas en el 2023 estaban situadas en localizaciones más centrales, con menor proporción de vecinos con un nivel socio-profesional elevado y en una menor proporción en la primera línea de mar.

Cabe, sin embargo, profundizar hasta qué punto la mayor escasez en 2023 de las viviendas mejor cualificadas, con más espacios abiertos, en localizaciones más periféricas, es una mera casualidad o, por el contrario, es fruto de una mayor demanda de éstas, como sugieren las encuestas de los expertos inmobiliarios. En cualquier caso, a los efectos de esta investigación, se confirma que las muestras difieren en sus características y, por ende, se refuerza la necesidad de analizar el efecto de los atributos arquitectónicos, energéticos y locativos de forma conjunta mediante la metodología de los precios hedónicos como se hace enseguida.

Atributo	Submuestra 2020				Submuestra 2023				Test ANOVA (Sig.)		
	N=3043				N=2424						
	Min.	Máx.	Media	Desv. Est.	Min.	Máx.	Media	Desv. Est.			
Dimensión Vivienda y edificio (AE)											
Precio total (€)	53.000	990.000	276.928	171.762	54.600	990.000	272.806	162.530	0,34		
Precio unitario (€/m ²)	629	7.746	2.988	1.386	504	6.825	2.933	1.247	0,13		
Ha bajado el precio (1=si)	-	1	36%	48%	-	2	24%	43%	0,00		
Superficie (m ²)	18	319	93	34	36	261	92	32	0,47		
Ratio baños/dormitorios	-	3,00	0,55	0,25	-	2,00	0,52	0,23	0,00		
Terraza (1=si)	-	1,00	41%	49%	-	1,00	13%	34%	0,00		
Gran terraza (>20 m ²) (1=si)	-	1,00	13%	34%	-	1,00	5%	21%	0,00		
Trastero (1=si)	-	1,00	23%	42%	-	1,00	15%	35%	0,00		
Aire acondicionado (1=si)	-	1,00	51%	50%	-	1,00	44%	50%	0,00		
Calefacción (1=si)	-	1,00	69%	46%	-	1,00	58%	49%	0,00		
Planta en la que está el apartamento	-	17,00	2,73	1,81	1,00	10,00	3,83	1,86	0,00		
CP alta calidad/contemporaneidad	-	1,57	3,09	0,07	1,02	-	2,11	2,33	0,03	1,01	
CP buen estado conservación	-	3,77	2,03	0,03	0,99	-	3,72	2,60	-	0,00	1,02
Año construcción	1,072	2,021	1,971	33	1,750	2,023	1,968	27	0,00		
Ascensor (1=si)	-	1,00	69%	46%	-	1,00	67%	47%	0,12		
Piscina comunitaria (1=si)	-	1,00	10%	31%	-	1,00	8%	28%	0,01		
Dimensión Calificación energética (EPC)											
Calificación A o B o C (%)	0	1	6%	25%	0	1	12%	32%	0,00		
Calificación A (%)	0	1	2%	13%	0	1	7%	26%	0,00		
Calificación B (%)	0	1	1%	12%	0	1	3%	17%	0,00		
Calificación C (%)	0	1	3%	18%	0	1	2%	14%	0,00		
Calificación D (%)	0	1	13%	33%	0	1	6%	24%	0,00		
Calificación E (%)	0	1	60%	49%	0	1	59%	49%	0,00		
Calificación F (%)	0	1	9%	29%	0	1	8%	27%	0,00		
Calificación G (%)	0	1	11%	32%	0	1	15%	36%	0,00		
Dimensión Localización (L)											
Distancia al centro (km)	0,1	79,1	19,3	18,7	0,1	63,8	15,0	13,5	0,00		
Indicador de centralidad	3,04	20,54	11,06	4,17	3,05	20,54	11,62	2,59	0,00		
Diversidad de usos del suelo (H)	-	1,63	1,02	0,29	-	1,63	1,02	0,30	0,98		
CP nivel socioprofesional alto	-	2,57	1,73	0,01	0,89	-	2,78	1,82	-	0,27	0,91
CP nivel socioprofesional medio	-	2,05	1,58	0,29	0,48	-	1,74	1,57	0,32	0,45	
Ingresos hogar (euros/año)	353	88.363	33.399	10.199	352	88.439	32.915	9.476	0,07		
Tiempo al trabajo (minutos)	8,38	37,12	23,47	4,40	13,00	34,83	23,97	3,98	0,00		
Vivienda plurifamiliar (%)	3%	100%	83%	18%	4%	100%	85%	17%	0,00		
Primera línea mar (<200 m) (1=si)	0	1	5%	21%	0	1	2%	12%	0,00		

Nota: en gris aparecen los atributos cuyas medias son indiferentes al 95% de confianza entre las submuestras del 2020 y 2023.

FIG. 4 / Estadísticos descriptivos de la muestra final

Fuente: Elaboración propia

4. Resultados y discusión

La FIG. 5 detalla los resultados del modelo Base "MOD 1 Base". Dicho modelo, al igual que el resto, está construido con la muestra agregada de los dos años de estudio introduciendo el respectivo control de evolución de los precios. Asimismo, incluye todas las dimensiones estudiadas, es decir, la arquitectónica (excepto eficiencia energética), la calificación energética

y la locativa. Como se ve, el modelo es capaz de explicar el 85,1% de la variación espacial y temporal de los precios. Todos los atributos reportados son estadísticamente significativos al 99% de confianza, con excepción de uno de tipo urbanístico que lo es sólo al 90%. El signo negativo de la RIM comprueba que, en efecto, las viviendas que incluyen su calificación energética en la publicidad tienen mejores atributos y, por ende, de no controlarse este sesgo, los coeficientes resultantes serían poco robustos.

MOD 1 BASE				
R2		0,852		
R2 Aj		0,851		
Error estándar		0,211		
ANOVA F		1116		
ANOVA (sig.)		0,00		
	B	Beta	Sig.	VIF
Intercept		10,943	0,000	
Dimensión Vivienda y edificio (AE)				
Superficie (m ²)	0,01	0,87	-	17,87
Superficie ² (m ⁴)	- 0,00	- 0,47	-	17,12
CP alta calidad/contemporaneidad	0,06	0,10	-	1,68
CP buen estado conservación	0,04	0,06	-	1,08
Piscina comunitaria (1=sí)	0,12	0,06	-	1,30
Ascensor (1=sí)	0,03	0,05	-	4,74
Interacción planta x ascensor	0,01	0,04	-	3,66
Aire acondicionado (1=sí)	0,05	0,05	-	1,30
Ratio baños por dormitorio	0,10	0,05	-	1,45
Calefacción (1=sí)	0,04	0,04	-	1,39
Terraza (1=sí)	0,03	0,03	-	1,55
Gran terraza (>20 m2) (1=sí)	0,05	0,03	-	1,41
Trastero (1=sí)	0,04	0,03	-	1,19
Ha bajado el precio (1=sí)	0,00	0,02	-	1,10
Inversa de la antigüedad (1/años)	0,09	0,02	-	1,28
Dimensión Calificación energética (EPC)				
Calificación A o B o C (1=sí)	0,07	0,04	-	1,36
Dimensión Localización (L)				
CP nivel socioprofesional alto	0,16	0,27	-	9,12
Distancia al centro (km)	- 0,01	- 0,19	-	7,96
Ingresos hogar (euros/año)	0,00	0,13	-	2,91
Primera línea mar (<200 m) (1=sí)	0,33	0,11	-	1,35
Vivienda plurifamiliar (%)	0,00	0,07	-	2,04
Diversidad de usos del suelo (H)	0,10	0,06	-	1,38
Índice de Centralidad (DP2)	0,01	0,03	-	2,58
Tiempo al trabajo (min)	- 0,00	- 0,01	0,08	2,01
Subcentro x población (personas)	0,00	0,07	-	2,88
Control de la evolución generalizada de los precios 2020-23				
Año 2023 (1=Sí)	0,06	0,06	-	1,30
Control del sesgo de selección (2do paso del Método de Heckman)				
Razón Inversa de Mills	- 0,29	- 0,06	0,00	12,20

Nota: se ha utilizado el método de pasos sucesivos en SPSS. Los coeficientes beta han sido calculados tras la transformación de las variables independientes en puntuaciones Z. Sólo aparecen los atributos cuyos coeficientes son significativos al menos al 90% de confianza. Se ha verificado la inexistencia de problemas de multicolinealidad, heterocedasteceidad y no normalidad de los residuos.

FIG. 5 / Modelo Base "MOD 1 BASE"

Fuente: Elaboración propia

El modelo sugiere que, en general, los precios de oferta se han incrementado en un 6% en el período de estudio todo lo demás igual. Sobre dicho modelo base pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- *Con relación a los atributos arquitectónicos de los apartamentos y sus edificios.* Tras la superficie, los dos indicadores cualitativos de la calidad y el estado de conservación construidos mediante la inspección caso a caso de las viviendas son los más importantes en esta dimensión. La introducción del cuadrado de la superficie permite modelar el principio de precios decrecientes, y su signo negativo, confirma que el precio unitario (euros/m²t) de los apartamentos se reduce progresivamente a medida que incrementa su superficie como lo sugiere la teoría económica. La existencia de piscina comunitaria es un atributo muy apreciado puesto que añade un 12% de valor a las viviendas. Igual de relevante es la presencia de ascensor equivalente a un 3% que, se mayor a un 1% por cada nivel que incrementa la altura a la que se encuentra el apartamento, poniendo en valor externalidades como el silencio, las vistas o la luz solar. Los equipos de confort térmico también añaden valor, un 5% para los apartamentos refrigerados y un 4% para los calefactados. Por su parte, el hecho que la vivienda cuente con terraza (balcones incluidos) incrementa en un 3% su valor y si dicha terraza supera los 20 m² se añade otro 5%. El trastero es también un elemento apreciado del programa funcional puesto que incrementa en un 4% el valor, al igual que la ratio de baños por dormitorio, por cada baño adicional, a igualdad de dormitorios, se añade un 10% al precio de oferta. La antigüedad del edificio ha sido modelada de forma inversa, lo que permite probar la hipótesis de que la depreciación es más acentuada en los primeros años de vida útil del inmueble y más suave al final. El coeficiente positivo y significativo de esta variable refrenda dicha hipótesis.
- *Con relación a la eficiencia energética.* Tras haber probado diferentes combinaciones, se ha encontrado que únicamente agrupando las viviendas eficientes ABC es posible encontrar resultados consistentes. Dicha agrupación es habitual en la literatura revisada en el epígrafe 2, y atiende al hecho de que las viviendas mejor calificadas son más escasas. Así, si la vivienda se encuentra en este rango de eficiencia energética su valor incrementa un 7% de media. Este sobreprecio de mercado es significativamente superior que el 3% (sig.=0,065) reportado por MARMOLEJO-DUARTE & CHEN (2022b) para la misma metrópoli barcelonesa y para el mismo rango de calificación energética. Así, un mayor coeficiente, y una mayor significancia estadística en nuestros resultados en relación con aquéllos, podría sugerir un cambio en la estructura de formación de precios, como se explora más adelante.
- *Con relación a la localización.* Como ya lo sugirió ROCA-CLADERA (1988), la diferenciación social del espacio es el principal factor explicativo de la distribución espacial de los valores urbanos, y lo sigue siendo casi cuatro décadas después e incluso a escala metropolitana. Así, el componente principal que sintetiza la estructura socio-profesional de los vecinos de cada apartamento, y en particular la presencia de personas ocupando cargos directivos y superiores es el principal factor explicativo según el coeficiente Beta construido con valores normalizados. Enseguida y, de forma complementaria, está el nivel de ingresos de la población. Los factores de calidad ambiental como el hecho que el apartamento se sitúe a menos de 200 m de la costa son muy importantes también, puesto que añaden, de media, un 33% al valor de oferta. La centralidad medida mediante diferentes atributos complementarios es también un elemento relevante en la formación de los valores residenciales. Así, a escala metropolitana cuanto mayor es la distancia de los apartamentos al centro de Barcelona, los precios se reducen; igualmente cuanto más abundantes son las viviendas plurifamiliares, tanto mayor es el precio. Este segundo atributo, además de ser un indicador de centralidad, puede estar capturando la presencia de servicios situados en las zonas densas. En ese mismo sentido apunta el coeficiente positivo de la diversidad de usos de suelo, puesto que, a mayor diversidad, más altos son los valores. En el sentido negativo puede decirse que los paisajes urbanos dominados por una o pocas actividades devalúan, en general, el valor medio de los apartamentos. El tiempo de desplazamiento casa-trabajo es un indicador complejo que aprehende diversas dimensiones de la movilidad, entre las que se incluyen la existencia de infraestructuras de transporte, el modo efectivamente elegido y, sobre todo, la proximidad y complementariedad en términos socio-profesionales de las zonas residenciales en relación con las de actividad económica. Como se ve, cuánto más tardan las vecinas de los apartamentos en llegar a su lugar de trabajo, tanto menor es el precio de oferta

de las viviendas. Por otro lado, Barcelona es una metrópoli con una estructura urbana compleja, de hecho, la más policéntrica de cuantas existen en España (MARMOLEJO & TORNÉS, 2015). El coeficiente positivo y significativo tanto del indicador de centralidad como de la variable ficticia “subcentro funcional” ponderada por la población residente constatan dicha complejidad. El primero se trata de una variable continua, construida sintetizando, mediante la Distancia Ponderada 2, indicadores de diversidad, intensidad de uso y nodalidad obtenidos mediante el análisis de comportamiento espacio temporal de la población a partir de las encuestas origen/destino de la Encuesta de Movilidad Cotidiana de la Autoridad del Transporte Metropolitano (MARMOLEJO-DUARTE & CERDA-TRONCOSO, 2017). El segundo, pone de relieve que no todos los subcentros funcionales ejercen un efecto positivo en los valores, puesto que este depende de su tamaño demográfico, que desvela su atractivo urbano. En cambio, no se han encontrado resultados consistentes cuando se ha modelado la proximidad a los subcentros siguiendo diferentes aproximaciones. Todo junto sugiere que, si bien la proximidad a Barcelona es relevante, la influencia que pueden ejercer los subcentros funcionales sobre el valor de los apartamentos situados en los municipios de su entorno puede verse anulada por otras externalidades presentes en dichas periferias (p. e. un mayor contacto con las zonas ambientalmente más preservadas).

La FIG. 6 contiene los modelos que evalúan el cambio de relevancia de los atributos afiliados, respectivamente, a la dimensión arquitectónica, eficiencia energética y localización entre los años 2020 y 2023. Nótese que no se ha construido un modelo integrando todas las dimensiones debido a los problemas de multicolinealidad que se generan al introducir múltiples variables de interacción temporal. Todos los modelos (MOD 2 a 4), en relación con el base (MOD 1 Base) mejoran ligeramente su ajuste, si bien, como es esperable, dicha mejoría es marginal, puesto que los atributos explicativos son exactamente los mismos, con la salvedad que dichos modelos permiten visualizar la evolución temporal de la estructura de los valores residenciales. De los mismos se pueden extraer las siguientes consideraciones:

- *Con relación a la evolución de la relevancia de los atributos de calidad edilicia y arquitectónica.* En consonancia con la segunda hipótesis de este trabajo, según el MOD 2

ARQ algunos atributos de la calidad de las viviendas han incrementado su valor marginal en el período analizado. Así, se valora más la buena conservación de las viviendas. Cabe decir que dicho indicador, al ser un componente principal, en efecto recoge fundamentalmente los atributos referidos al estado de conservación de las terminaciones de los baños, cocinas y salones; aunque también, en menor medida su calidad y contemporaneidad incluyendo la luz solar/vistas. Asimismo, la presencia de balcón o terraza incrementa de forma estadísticamente significativa su impacto en la formación de los valores residenciales, en consonancia con los resultados de las encuestas realizadas a los demandantes de vivienda por parte de los especialistas de la intermediación inmobiliaria referidos en la introducción. Por su parte la variable ficticia “ha bajado el precio” que adopta el valor de 1 si la oferta ha reducido su precio cambia de signo: en el año 2020 es positiva y en 2023 es negativa lo que podría estar indicando un cambio en el ciclo económico inmobiliario probablemente asociado a una recuperación económica. Así, el hecho de que las viviendas que han reducido su precio en 2023 tengan un menor valor podría estar indicando que las peores viviendas están experimentando rebajas.

- *Con relación a la evolución de la relevancia de la eficiencia energética.* El MOD 3 EPC confirma que, en efecto, el valor marginal de las calificaciones energéticas propias de las viviendas más eficientes ha incrementado en el período estudiado. Así, podemos desechar la hipótesis nula 1. *Este hallazgo es de singular relevancia en nuestro país porque querría decir que, por primera vez en una gran ciudad, incluso controlando en profundidad otros atributos de la calidad arquitectónica y edificatoria de las viviendas, se está produciendo una diferenciación de precios entre las viviendas más eficientes y las menos eficientes.* Aunque, cabe indicar que dicha evolución podría ser heterogénea a lo largo del mercado de los apartamentos a juzgar por la moderada, aunque suficiente, significancia estadística (Sig.= 0,04). Podría ser que, como lo han sugerido los estudios del epígrafe 2, exista también una diferenciación a escala de submercado plurifamiliar.
- *Con relación a la evolución de la relevancia de la localización.* Según el MOD 4 LOC en concordancia con la segunda hipótesis de nuestro trabajo, la proximidad a Barcelona y en general a las centralidades ha perdido fuelle en la explicación de la distribución

	MOD 2 ARQ			MOD 3 EPC			MOD 4 LOC		
R2	0,853			0,852			0,853		
R2 Aj	0,852			0,851			0,852		
ANOVA F	767			1079			1018		
ANOVA (sig.)	0,00			0,00			0,00		
	B	Beta	Sig.	B	Beta	Sig.	B	Beta	Sig.
Intercept	10,961		0,000	10,949		0,000	10,978		0,000
Dimensión Vivienda y edificio (AE)									
Superficie (m ²)	0,01	0,87	-	0,01	0,86	-	0,01	0,87	-
Superficie ² (m ⁴)	- 0,00	- 0,48	-	- 0,00	- 0,47	-	- 0,00	- 0,47	-
CP alta calidad/contemporaneidad	0,05	0,10	-	0,06	0,10	-	0,05	0,10	-
CP alta calidad/contemporaneidad x 2023	0,00	0,01	0,53						
CP buen estado conservación	0,03	0,05	-	0,04	0,06	-	0,03	0,06	-
CP buen estado conservación x 2023	0,01	0,02	0,04						
Piscina comunitaria (1=si)	0,12	0,06	-	0,12	0,06	-	0,12	0,06	-
Piscina comunitaria (1=si) x 2023	- 0,00	- 0,00	0,92						
Ascensor (1=si)	0,03	0,05	-	0,03	0,05	-	0,03	0,04	-
Ascensor (1=si) x 2023	- 0,00	- 0,00	0,90						
Interacción planta x ascensor	0,01	0,07	-	0,01	0,04	-	0,01	0,05	-
Interacción planta x ascensor x 2023	- 0,01	- 0,03	0,11						
Aire acondicionado (1=si)	0,05	0,05	-	0,05	0,05	-	0,05	0,05	-
Aire acondicionado (1=si) x 2023	- 0,00	- 0,00	0,81						
Ratio baños por dormitorio	0,11	0,05	-	0,10	0,05	-	0,11	0,05	-
Ratio baños por dormitorio x 2023	- 0,01	- 0,01	0,71						
Calefacción (1=si)	0,04	0,03	-	0,04	0,04	-	0,04	0,04	-
Calefacción (1=si) x 2023	0,01	0,01	0,46						
Terraza (1=si)	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	-	0,03	0,03	-
Terraza (1=si) x 2023	0,05	0,02	0,01						
Gran terraza (>20 m2) (1=si)	0,06	0,03	-	0,05	0,03	-	0,05	0,03	-
Gran terraza (>20 m2) (1=si) x 2023	- 0,04	- 0,01	0,15						
Trastero (1=si)	0,03	0,02	-	0,04	0,03	-	0,04	0,03	-
Trastero (1=si) x 2023	0,01	0,00	0,53						
Ha bajado el precio (1=si)	0,00	0,18	-	0,00	0,02	-	0,00	0,02	-
Ha bajado el precio (1=si) x 2023	- 0,00	- 0,16	-						
inversa de la antigüedad (1/años)	0,07	0,02	0,06	0,08	0,02	-	0,08	0,02	-
inversa de la antigüedad (1/años) x 2023	0,04	0,01	0,45						
Dimensión Calificación energética (EPC)									
Calificación A o B o C (1=si)	0,07	0,03	-	0,05	0,02	0,00	0,07	0,04	-
Calificación A o B o C (1=si) x 2023				0,04	0,02	0,04			
Dimensión Localización (L)									
CP nivel socioprofesional alto	0,16	0,27	-	0,16	0,27	-	0,17	0,28	-
Distancia al centro (km)	- 0,01	- 0,19	-	- 0,01	- 0,19	-	- 0,01	- 0,20	-
Distancia al centro (km) x 2023							0,00	0,03	0,00
Ingresos hogar (euros/año)	0,00	0,13	-	0,00	0,13	-	0,00	0,12	-
Primera línea mar (<200 m) (1=si)	0,33	0,11	-	0,33	0,11	-	0,35	0,12	-
Primera línea mar (<200 m) (1=si) x 2023							- 0,13	- 0,02	0,00
Vivienda plurifamiliar (%)	0,00	0,07	-	0,00	0,07	-	0,00	0,07	-
Diversidad de usos del suelo (H)	0,10	0,06	-	0,10	0,06	-	0,10	0,06	-
Índice de Centralidad (DF2)	0,01	0,03	-	0,01	0,03	-	0,01	0,04	-
Índice de Centralidad (DF2) x 2023							- 0,01	- 0,09	-
Tiempo al trabajo (min)	- 0,00	- 0,01	0,10	- 0,00	- 0,01	0,08	- 0,00	- 0,01	0,07
Subcentro x población (personas)	0,00	0,06	-	0,00	0,07	-	0,00	0,07	-
Control de la evolución generalizada de los precios 2020-23									
Año 2023 (1=Si)	0,06	0,06	-	0,06	0,05	-	0,14	0,12	-
Control del sesgo de selección (2do paso del Método de Heckman)									
Razón Inversa de Mills	- 0,31	- 0,06	0,00	- 0,29	- 0,06	0,00	- 0,33	- 0,07	-

Nota: se ha utilizado el método de pasos sucesivos en SPSS. Los coeficientes beta han sido calculados tras la transformación de las variables independientes en puntuaciones Z. Sólo aparecen los atributos cuyos coeficientes son significativos al menos al 90% de confianza. Se ha verificado la inexistencia de problemas de multicolinealidad, heterocedasticidad y no normalidad de los residuos.

FIG. 6 / Modelos de atributos arquitectónicos “MOD 2 ARQ”, rendimiento energético “MOD 3 EPC” y locativos “MOD 4 LOC”

Fuente: Elaboración propia

espacial de los valores inmobiliarios. El coeficiente positivo y significativo al 99% de confianza de la variable de interacción entre la distancia al centro metropolitano y el año 2023, sugiere que la pendiente con la que descienden los precios a medida que nos alejamos de Barcelona se ha aplanado. Por su parte, el coeficiente negativo y también significativo al 99% de confianza de la variable de interacción entre el indicador sintético de centralidad y el año 2023 sugiere que, en general, los atributos propios de la centralidad tales como la diversidad, nodalidad e intensidad de uso del espacio han reducido su efecto en los precios de oferta. Estos hallazgos son consistentes con el trabajo de GARCIA-LÓPEZ & MUÑIZ OLIVERA (2010), sobre el paulatino proceso de descentralización tanto en la centralidad principal como en los subcentros metropolitanos. De hecho, la variable % de evolución de la población empadronada 2020-2022 (no incluida en el modelo final por introducir problemas de multicolinealidad) está positivamente correlacionada tanto con la distancia a Barcelona como con la evolución de los precios residenciales. Así, el cambio demográfico, y muy particularmente la descentralización de la población vista con las preceptivas precauciones que merecen los datos del padrón de habitantes, podrían estar impulsando la revalorización relativa del precio de las viviendas suburbanas. Todo ello resulta compatible con las apreciaciones cualitativas de los expertos inmobiliarios. En cambio, el modelo sugiere que la proximidad a la costa sigue siendo un elemento muy importante, el más importante después del nivel socio-profesional, aunque ha perdido ímpetu en la conformación de los valores. Cabe recordar que, en Cataluña, como en otras regiones españolas, las zonas más densas y centrales son precisamente las costeras y, por ende, este hallazgo podría ser concomitante a la pérdida de peso relativo de las centralidades.

Finalmente, cabe indicar que la supresión de los peajes en 3 de las 5 principales autopistas metropolitanas desde el 31 de agosto de 2021 no ha resultado estadísticamente significativa: es decir, el precio de los apartamentos situados en localizaciones que han visto eliminado este pago no ha incrementado de forma diferencial. Tampoco hemos encontrado un incremento de los valores residenciales en las zonas servidas por estaciones de Cercanías que, desde septiembre de 2022, prestan servicio gratuito a los viajeros frecuentes. Posiblemente, los oferentes

entiendan que dichos ahorros en el coste de transporte son efímeros y, de hecho, tienen razón.

Los resultados de los modelos sugieren cambios en los elementos explicativos de la formación de los precios residenciales. Aunque, como siempre, deben ser recibidos con prudencia debido a que el período estudiado se limita a sólo tres, aunque excepcionalmente singulares, años.

5. Conclusiones

Tradicionalmente el estudio de la estructura de los valores inmobiliarios se ha realizado desde una perspectiva sincrónica, es decir, analizando en un mismo momento inmuebles localizados en diferentes puntos de una misma área de interés. En cambio, la investigación sobre la forma como dicha estructura cambia con el tiempo, es decir, la manera en que varía el precio implícito de los atributos arquitectónicos y urbanísticos de los inmuebles es marcadamente más escaso. Este trabajo, apoyado en el método de los precios hedónicos, avanza en dicho sentido.

En particular, nuestra investigación se centra en estudiar el cambio de peso relativo en la formación de los valores residenciales de tres atributos importantes: la eficiencia energética, la calidad arquitectónica y la centralidad. Dichos atributos, por diversas razones, podrían haber cambiado su relevancia en la estructura de precios residenciales en virtud de los singulares acontecimientos acaecidos en el período 2020-2023. Dichos eventos pueden englobarse en dos: 1) la pandemia de la COVID-19 con sus repercusiones residenciales a corto plazo (p.e. confinamiento) y a largo plazo (p.e. aceleración de la digitalización de la sociedad o impulso del teletrabajo) y 2) la inusitada escalada de precios de la energía asociada a la invasión de Ucrania y el desembarco de los fondos NextGenEU encaminados, en el ámbito residencial, a impulsar las rehabilitaciones energéticas, así como también, en general, la digitalización de la sociedad.

Para conseguir las metas antes señaladas se ha acudido a una muestra de casi 11 mil apartamentos que se ofrecían en venta en febrero de 2020 y febrero de 2023 situados en los municipios que conforman el área funcional barcelonesa. Dicha información de oferta, que incluye atributos arquitectónicos esencialmente de las viviendas y sus edificios, ha sido complementada por una exhaustiva sistematización de atributos urbanísticos. La recogida de datos se ha completado con una inspección visual, vivienda

a vivienda, cuyo objetivo ha sido controlar con cierta profundidad otros indicadores de la calidad arquitectónica, correlacionados tanto con la eficiencia energética como con los precios. La inclusión de dichos indicadores en los modelos hedónicos ha permitido controlar el sesgo de las variables omitidas del que adolecen otros trabajos previos revisados en la sección 2. Asimismo, se ha utilizado un método robusto al sesgo de selección, puesto que los trabajos previos han identificado que la probabilidad de que una oferta residencial incluya su etiqueta energética en la publicidad conducente a su comercialización no es aleatoria, por el contrario, incrementa en el caso de las viviendas de más calidad situadas en los barrios bienestantes.

Los resultados de nuestros análisis se alinean en dos ejes fundamentales:

- Desde una perspectiva arquitectónica, el impacto que ejerce la eficiencia energética vista desde las calificaciones de los certificados de eficiencia energética ha incrementado en el periodo de estudio. Así, por vez primera en nuestro país puede decirse que existe una correlación clara y generalizada entre las calificaciones energéticas y los valores residenciales. Cuanto mayor es la eficiencia, tanto mayor son éstos. Muy posiblemente detrás de este cambio en la estructura de la formación de los valores plurifamiliares estén la espectacular escalada de precios de la electricidad y el gas entre el primer semestre del 2020 y el segundo de 2022 equivalente a un 68% y 125% respectivamente; así como la proliferación de las políticas públicas encaminadas a incentivar la difusión de las viviendas eficientes. En este mismo eje aparecen otros cambios como una mayor apreciación del estado de conservación y, en menor medida, de la calidad de la vivienda, así como un incremento del valor marginal de los balcones y terrazas. Hallazgos ampliamente convergentes con los cambios en las preferencias de la demanda identificados por los expertos en la comercialización residencial. Cambios que podrían estar ligados a la singular experiencia del confinamiento generalizado de la población durante el Estado de Alarma y la muy paulatina “vuelta a la normalidad” que restringieron significativamente la movilidad de la población, al tiempo que le permitieron ganar conciencia de las deficiencias de su vivienda y valorar con mayor ahínco, si cabe, sus espacios abiertos.
- Desde una perspectiva urbanista los modelos econométricos sugieren que también ha habido cambios estadísticamente

significativos. Así, la pendiente con la que descienden los valores residenciales a medida que las viviendas se alejan del centro metropolitano barcelonés se ha aplanado, es decir, los apartamentos situados en la periferia se han revalorizado en términos relativos en relación con los más centrales. La pérdida de fuelle de la accesibilidad al centro no es exclusiva, sin embargo, del corazón de la metrópolis. Barcelona es, del conjunto de sistemas metropolitanos españoles, la más policéntrica. En ese sentido, la centralidad entendida como la intensidad, diversidad y nodalidad con la que se usan los tejidos urbanos, también ha perdido ímpetu en la formación de valores. Detrás de esta evolución posiblemente subyacen las nuevas formas de trabajo (p.e. teletrabajo), interacción social, consumo y prestación de servicios ampliamente impulsadas por la digitalización de la economía (incluidos los fondos NextGenEU) y la sociedad a raíz de la pandemia. También es cierto que el proceso de descentralización de la población se produce desde hace décadas y es, de hecho, el principal acicate de la metropolización en España.

Los hallazgos anteriores que tienen un carácter provisional hasta que no sean confirmados por series de tiempo más largas tienen repercusiones importantes en la política pública. Desde la perspectiva del impulso de las viviendas eficientes, el sobreprecio de mercado de las viviendas eficientes constituye un incentivo para favorecer la rehabilitación energética de las viviendas. La emergencia de este sobreprecio se alinea a la teoría económica subyacente en la simetría informativa incardinada en los certificados de eficiencia energética. Sin embargo, seguramente es insuficiente para soportar una auténtica transición hacia un parque edificado descarbonizado. Especialmente en el caso de los hogares de menor renta y, sobre todo, menor concienciación inmersos en el contexto de entornos sociales de bajo capital organizacional. Zonas en donde es crucial la existencia de subvenciones y organizaciones que los acompañen en el tortuoso camino de la rehabilitación energética. Especialmente en el contexto dibujado por la última reforma de la EPBD, según la cual el 16% del parque residencial menos eficiente de cada Estado Miembro deberá mejorar su rendimiento energético hasta alcanzar una calificación F en año 2030.

Por su parte, la evidencia relacionada con la pérdida de preeminencia de las centralidades sobre los valores no es una buena noticia de cara al impulso de sistemas urbanos estructurados por las mismas. Este hallazgo pone en evidencia una revalorización relativa de las viviendas

situadas en entornos periféricos y por ende una mayor apreciación de sus atributos entre los que se encuentran los relacionados con la calidad ambiental, y posiblemente una mayor autarquía, en ciertos segmentos sociodemográficos, de los desplazamientos relacionados con el consumo, el trabajo e incluso socialización. En cualquier caso, representa un reto para los gestores y planificadores urbanos consistente en incrementar la capacidad de las centralidades como pivotes del desarrollo urbano. Tampoco deben olvidarse otros factores que inciden en la formación de los precios residenciales, como podría ser el eventual impacto de la conversión de viviendas convencionales en apartamentos turísticos, y las externalidades en sí mismas del turismo.

Cabe concluir indicando que es necesaria más investigación alineada a tres derroteros derivados de este trabajo. En primer lugar, es necesario comprobar hasta qué punto los cambios en la estructura de los precios residenciales sugeridos por los análisis aquí reportados se sostienen en periodos más alargados de estudio, y por ende conocer si estamos verdaderamente delante de cambios estructurales o más bien de destellos coyunturales producidos por los vertiginosos cambios ocurridos en el periodo de estudio. Por tanto, resulta obligatorio replicar nuestra aproximación metodológica con series futuras de datos. En segundo lugar, cabe profundizar en qué submercados residenciales la eficiencia energética se ha convertido efectivamente en un elemento diferencial en la formación de los precios. La evidencia ofrecida por los trabajos previos sugiere que el sobreprecio de las viviendas eficientes no es homogéneo a lo largo de la ciudad, al igual que tampoco ha sido homogéneo el embate del incremento de los precios energéticos sobre los presupuestos familiares o la difusión de las políticas energéticas. Finalmente, y más importante aún, en caso de demostrarse que los cambios en la estructura de los precios aquí reportados se mantienen en el tiempo, cabe indagar con mayor profusión las razones que auténticamente subyacen, ya sea para potenciarlas en el caso que los cambios beneficien a la sociedad o viceversa. Todo ello, abre una renovada agenda de investigación científica en el campo de la formación de los valores inmobiliarios y su repercusión social.

6. Bibliografía

- AKERLOF, G. A. (1970): The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism. *The Quarterly Journal of Economics*, 84(3), p. 488. <https://doi.org/10.2307/1879431>
- AMBRUS, A. & FIELD, E. & GONZALEZ, R. (2020): Loss in the Time of Cholera: Long-Run Impact of a Disease Epidemic on the Urban Landscape. *American Economic Review*, 110(2), pp. 475-525. <https://doi.org/10.1257/aer.20190759>
- AYDIN, E. & BROUNEN, D. & KOK, N. (2020): The capitalization of energy efficiency: Evidence from the housing market. *Journal of Urban Economics*, p. 117, 103243. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2020.103243>
- BIERE ARENAS, R. & SPAIRANI BERRIO, S. & SPAIRANI BERRIO, Y. & MARMOLEJO DUARTE, C. (2021): One-Stop-Shops for Energy Renovation of Dwellings in Europe—Approach to the Factors That Determine Success and Future Lines of Action. *Sustainability*, 13(22), 12729. <https://doi.org/10.3390/su132212729>
- BISELLO, A. & ANTONIUCCI, V. & MARELLA, G. (2020): Measuring the price premium of energy efficiency: A two-step analysis in the Italian housing market. *Energy and Buildings*, 208, 109670. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109670>
- BONIFACI, P. & COPIELLO, S. (2015): Price premium for empirical findings from efficiency: buildings energy a hedonic model. *Valori e Valutazioni*, 14(May 2015), pp. 5-15.
- BROUNEN, D. & KOK, N. (2011): On the economics of energy labels in the housing market. *Journal of Environmental Economics and Management*, 62(2), pp. 166-179. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2010.11.006>
- CAJIAS, M. & PIAZOLO, D. (2013): Green performs better: Energy efficiency and financial return on buildings. *Journal of Corporate Real Estate*, 15(1), pp. 53-72. <https://doi.org/10.1108/JCRE-12-2012-0031>
- CERIN, P. & HASSEL, L. G. & SEMENOVA, N. (2014): Energy Performance and Housing Prices. *Sustainable Development*, 22(6), pp. 404-419. <https://doi.org/10.1002/sd.1566>
- CÉSPEDES LOPEZ, M.F. & PÉREZ SANCHEZ, V. R. & MORA GARCIA, R.T. (2022): The influence of housing location on energy ratings price premium in Alicante, Spain. *Ecological Economics*, p. 201, 107579. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107579>
- CÉSPEDES LÓPEZ, M. F. & MORA GARCÍA, R. (2021): Calificación energética y precio de la vivienda. *Revista de La Arquitectura Técnica CERCHA*, 149, 16. <https://www.riarte.es/handle/20.500.12251/2275/>
- CÉSPEDES LOPEZ, M. F. & MORA GARCIA, R. & PÉREZ SANCHEZ, R. & PÉREZ SANCHEZ, J. C. (2019): Meta-Analysis of Price Premiums in Housing with Energy Performance Certificates (EPC). *Sustainability*, 11(22), 6303. <https://doi.org/10.3390/su11226303>
- CHECA NOGUERA, C. & BIERE ARENAS, R. M. (2017): Aproximación a la influencia de las certificaciones energéticas en los valores inmobiliarios. *ACE: Architecture, City and Environment*, 12(35), pp.165-190. <https://doi.org/10.5821/ace.12.35.5361>
- CHEGUT, A. & EICHHOLTZ, P. & HOLTERMANS, R. (2016): Energy efficiency and economic value in affordable housing. *Energy Policy*, 97, pp.39-49. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.06.043>
- COPIELLO, S. & DONATI, E. (2021): Is investing in energy efficiency worth it? Evidence for substantial price premiums but limited profitability in the housing

- sector. *Energy and Buildings*, 251, 111371. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111371>
- COSTA COSTA, C. & MARMOLEJO DUARTE, C. (2022): El policentrismo y las densidades de población y actividad económica. ¿Cómo ha evolucionado esta relación en las metrópolis españolas? *VI Congreso Ecuatoriano de Estudios Sobre La Ciudad*. <https://cecriobamba.unach.edu.ec/agenda/>
- COSTA COSTA, C. & MARMOLEJO DUARTE, C. M. & BIERE ARENAS, R. B. (2023): Have Population Growth and Economic Activity Converged Towards the Same Pattern in the Spanish Metropolises? In *Smart Innovation, Systems and Technologies*: 336 SIST pp. 228-239. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/978-981-19-8769-4_22
- DAVIS, P. T. & MCCORD, J. & MCCORD, M. J. & HARAN, M. (2015): Modelling the effect of energy performance certificate rating on property value in the Belfast housing market. *International Journal of Housing Markets and Analysis*, 8(3), pp. 292-317. <https://doi.org/10.1108/IJHMA-09-2014-0035>
- DE AYALA, A. & GALARRAGA, I. & SPADARO, J. V. (2016): The price of energy efficiency in the Spanish housing market. *Energy Policy*, 94, pp. 16-24. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.03.032>
- DELL'ANNA, F. & BRAVI, M. & MARMOLEJO DUARTE, C. & BOTTERO, M.C. & CHEN, A. (2019): EPC Green Premium in Two Different European Climate Zones: A Comparative Study between Barcelona and Turin. *Sustainability*, 11(20), 5605. <https://doi.org/10.3390/su11205605>
- EUROSTAT. (2023): *Electricity prices for household consumers*. Electricity Price Statistics. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_price_statistics#Electricity_prices_for_household_consumers
- EVANGELISTA, R. & RAMALHO, E. A. & ANDRADE E SILVA, J. (2020): On the use of hedonic regression models to measure the effect of energy efficiency on residential property transaction prices: Evidence for Portugal and selected data issues. *Energy Economics*, 86, 104699. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104699>
- FOTOCASA RESEARCH (2020a): *Análisis de la demanda de vivienda después de la COVID-19*. https://research.fotocasa.es/wp-content/uploads/2020/06/informe_analisis_de_la_demanda_de_vivienda_despues_de_la_COVID-19.pdf
- FOTOCASA RESEARCH (2020b): *Las viviendas en propiedad están más acondicionadas para el teletrabajo que las de alquiler*. <https://research.fotocasa.es/wp-content/uploads/2020/07/Vivienda-y-teletrabajo-por-covid.pdf>
- FOTOCASA RESEARCH (2022): *La periferia de las ciudades sigue en auge: las zonas rurales y la costa son lo más buscado para comprar*. <https://s36216.pcdn.co/wp-content/uploads/2022/08/NdP-vivir-fuera-de-las-ciudades.pdf>
- FRANCKE, M. & KOREVAAR, M. (2021): Housing markets in a pandemic: Evidence from historical outbreaks. *Journal of Urban Economics*, 123, 103333. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2021.103333>
- FREGONARA, E. & ROLANDO, D. & SEMERARO, P. (2017): Energy performance certificates in the Turin real estate market. *Journal of European Real Estate Research*, 10(2), 149-169. <https://doi.org/10.1108/JERER-05-2016-0022>
- FUERST, F. & OIKARINEN, E. & SHIMIZU, C. & SZUMILO, N. (2014): *Measuring "Green Value": An International Perspective*. https://www.propertyresearchtrust.org/uploads/1/3/4/8/134819607/measuring_green_value.pdf
- FUERST, F. & McALLISTER, P. & NANDA, A. & WYATT, P. (2015): Does energy efficiency matter to homebuyers? An investigation of EPC ratings and transaction prices in England. *Energy Economics*, 48, 145-156. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.12.012>
- FUERST, F. & McALLISTER, P. & NANDA, A. & WYATT, P. (2016): Energy performance ratings and house prices in Wales: An empirical study. *Energy Policy*, 92, 20-33. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.01.024>
- FUERST, F. & OIKARINEN, E. & HARJUNEN, O. (2016): Green signalling effects in the market for energy-efficient residential buildings. *Applied Energy*, 180, 560-571. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.076>
- FUERST, F. & HADDAD, M. F. C. & ADAN, H. (2020): Is there an economic case for energy-efficient dwellings in the UK private rental market? *Journal of Cleaner Production*, 245, 118642. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118642>
- GALVIN, R. (2023): Policy pressure to retrofit Germany's residential buildings to higher energy efficiency standards: A cost-effective way to reduce CO2 emissions? *Building and Environment*, 237, 110316. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110316>
- GARCÍA HOOGHUIS, A. & NEILA, J. (2013): Modelos de transposición de las Directivas 2002/91/CE y 2010/31/UE "Energy Performance Building Directive" en los Estados miembros de la UE. Consecuencias e implicaciones. *Informes de La Construcción*, 65 (531), pp. 289-300. <https://doi.org/10.3989/ic.12.017>
- GARCIA LÓPEZ, M.Á. & MUÑOZ OLIVERA, I. (2010): Employment Decentralisation: Polycentricity or Scatteration? The Case of Barcelona. *Urban Studies*, 47(14), pp. 3035-3056. <https://doi.org/10.1177/0042098009360229>
- GUTIÉRREZ, E. & MORAL BENITO, E. & RAMOS, R. (2022): *Dinámicas de población durante el COVID-19*. <https://www.bde.es/ff/webbde/SES/Secciones/Publicaciones/PublicacionesSerias/DocumentosOcasionales/22/Fich/do2206.pdf>
- HÖGBER, L. (2013): The impact of energy performance on single-family home selling prices in Sweden. *Journal of European Real Estate Research*, 6(3), pp. 242-251. <https://doi.org/10.1108/JERER-09-2012-0024>
- HYLAND, M. & LYONS, R. C. & LYONS, S. (2013): The value of domestic building energy efficiency - evidence from Ireland. *Energy Economics*, 40, pp. 943-952. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.07.020>
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE. (2015): *Calificación de la eficiencia energética de los edificios*. <https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/energia/files-1/Eficiencia/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/documentos-reconocidos/normativamodelosutiliza>

- [cion/20151123-Calificacion-eficiencia-energetica-edificios.pdf](#)
- Instituto Nacional de Estadística, INE. (2022): *Encuesta sobre equipamiento y uso de TIC en los hogares* Condiciones de Vida. https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176741&menu=ultiDatos&dp=1254735976608
- JENSEN, O. M. & HANSEN, A. R. & KRAGH, J. (2016): Market response to the public display of energy performance rating at property sales. *Energy Policy*, 93, pp. 229-235. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.02.029>
- KHOLODILIN, K. A. & MICHELSEN, C. (2014): The Market Value of Energy Efficiency in Buildings and the Mode of Tenure. *SSRN Electronic Journal*, 35. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2472938>
- KHOLODILIN, K. A. & MENSE, A. & MICHELSEN, C. (2017): The market value of energy efficiency in buildings and the mode of tenure. *Urban Studies*, 54(14), pp. 3218-3238. <https://doi.org/10.1177/0042098016669464>
- MANGANELLI, B. & MORANO, P. & TAJANI, F. & SALVO, F. (2019): Affordability Assessment of Energy-Efficient Building Construction in Italy. *Sustainability*, 11(1), 249. <https://doi.org/10.3390/su11010249>
- MARMOLEJO DUARTE, C. (2016): The incidence of the energy rating on residential values: An analysis for the multifamily market in Barcelona. *Informes de La Construcción*, 68(543), 1-12. <https://doi.org/10.3989/ic.16.053>
- MARMOLEJO, C. & TORNÉS, M. (2015): ¿Reduce el policentrismo la movilidad laboral? Un análisis para las siete grandes áreas metropolitanas en España. *Scripta Nova*, 19(0). <https://doi.org/10.1344/sn2015.19.15095>
- MARMOLEJO DUARTE, C. & BRAVI, M. (2017): Does the Energy Label (EL) Matter in the Residential Market? A Stated Preference Analysis in Barcelona. *Buildings*, 7(4), 53. <https://doi.org/10.3390/buildings7020053>
- MARMOLEJO DUARTE, C. & CERDA TRONCOSO, J. (2017): El comportamiento espacio-temporal de la población como instrumento de análisis de la estructura urbana: el caso de la Barcelona metropolitana. *Cuadernos Geográficos*, 56(2), pp. 111-133. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/4704>
- MARMOLEJO DUARTE, C. & CHEN, A. (2019a): La incidencia de las etiquetas energéticas EPC en el mercado plurifamiliar español: un análisis para Barcelona, Valencia y Alicante. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, 51(199), pp. 101-118. <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/76717>
- MARMOLEJO DUARTE, C. & CHEN, A. (2019b): The evolution of energy efficiency impact on housing prices. An analysis for Metropolitan Barcelona. *Revista de La Construcción*, 18(1), pp. 156-166. <https://doi.org/10.7764/RDLC.18.1.156>
- MARMOLEJO-DUARTE, C. & CHEN, A. (2019c): The Uneven Price Impact of Energy Efficiency Ratings on Housing Segments and Implications for Public Policy and Private Markets. *Sustainability*, 11(2), 372. <https://doi.org/10.3390/su11020372>
- MARMOLEJO DUARTE, C. & CHEN, A. & BRAVI, M. (2020): Spatial Implications of EPC Rankings Over Residential Prices. In *Green Energy and Technology*, pp. 51-71. Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23786-8_4
- MARMOLEJO DUARTE, C. & GARCÍA HOOGHUIS, A. & SPAIRANI BERRIO, S. (2020): Panorama de la certificación energética en España. La perspectiva de los principales agentes del engranaje inmobiliario residencial. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, LII(205), pp. 437-454. <https://doi.org/10.37230/CyTET.2020.205.01>
- MARMOLEJO DUARTE, C. R. & GARCÍA HOOGHUIS, A. & GARCÍA MASIÀ, A. (2020): How much and why are we willing to pay for energy-efficient homes? A stated preferences analysis in Barcelona. *ACE: Architecture, City and Environment*, 14(42), pp. 1-16. <https://doi.org/10.5821/ace.14.42.9215>
- MARMOLEJO DUARTE, C. & SPAIRANI BERRIO, S. & DEL MORAL ÁVILA, C. & DELGADO MÉNDEZ, L. (2020): The Relevance of EPC Labels in the Spanish Residential Market: The Perspective of Real Estate Agents. *Buildings*, 10(2), 27. <https://doi.org/10.3390/buildings10020027>
- MARMOLEJO DUARTE, C. & ONECHA PÉREZ, B. (2021): The spatial uneven diffusion of energy-efficiency transparency policy. An analysis of the multi-family market in Barcelona. *Energy Policy*, 156, 112462. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112462>
- MARMOLEJO DUARTE, C. & BIÈRE ARENAS, R. & SPAIRANI BERRIO, S. & CRESPO SÁNCHEZ, E. (2022): Las One-stop-shops como modelo emergente en la gestión de la rehabilitación energética en España. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, 54(213), pp. 593-620. <https://doi.org/10.37230/CyTET.2022.213.5>
- MARMOLEJO DUARTE, C. & CHEN, A. (2022a): The effect of energy performance ratings over residential prices or how an insufficient control of architectural-quality may render spurious conclusions. *Cities*, 126, 103674. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103674>
- MARMOLEJO DUARTE, C. & CHEN, A. (2022b): Uncovering the price effect of energy performance certificate ratings when controlling for residential quality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 166, 112662. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112662>
- MCCORD, M. & HARAN, M. & DAVIS, P. & MCCORD, J. (2020): Energy performance certificates and house prices: a quantile regression approach. *Journal of European Real Estate Research*, 13(3), pp. 409-434. <https://doi.org/10.1108/JERER-06-2020-0033>
- MORA GARCÍA, R. T. & CÉSPEDES LÓPEZ, M. F. & PÉREZ SÁNCHEZ, V. R. & PÉREZ SÁNCHEZ, J. C. (2022): Precio de la vivienda pre y post COVID en Alicante. In A. Vidales Barriguet, D. Fernández Vega, & M. Álvarez Dorado (Eds.), *Innovación Tecnológica y Desarrollo Sostenible en la Edificación*, pp. 180-194. Dykinson. <http://hdl.handle.net/10045/134487>
- MUDGAL, S. & LYONS, L. & COHEN, F. & LYONS, R. & FEDRIGO-FAZIO, D. (2013): *Energy Performance Certificates in buildings and their impact on transaction prices and rents in selected EU countries*. https://energy.ec.europa.eu/publications/energy-performance-certificates-buildings-and-their-impact-transaction-prices-and-rents-selected-eu_en

- MURPHY, L. (2014): The influence of the energy performance certificate: The Dutch case. *Energy Policy*, 67, pp. 664-672. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.11.054>
- OCAÑA, C. & TORRES, R. (2020): Impacto de la pandemia sobre el sector inmobiliario. *Cuadernos de Información Económica*, 278, 11-16. <https://www.funcas.es/wp-content/uploads/2020/09/Cie278.pdf>
- OLAUSSEN, J. O. & OUST, A. & SOLSTAD, J. T. (2017): Energy performance certificates – Informing the informed or the indifferent? *Energy Policy*, 111, pp. 246-254. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.09.029>
- OLAUSSEN, J. O. & OUST, A. & SOLSTAD, J. T. & KRISTIANSEN, L. (2019): Energy Performance Certificates—The Role of the Energy Price. *Energies* 2019, 12, p. 3563, 12(18), p. 3563. <https://doi.org/10.3390/EN12183563>
- OUAZAD, A. (2021): Resilient Urban Housing Markets: Shocks Versus Fundamentals. In I. Linkov, J. Keenan, & B. Trump (Eds.), *COVID-19: Systemic Risk and Resilience*, pp. 299-331. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71587-8_17
- PASCUAS, R. P. & PAOLETTI, G. & LOLLINI, R. (2017): Impact and reliability of EPCs in the real estate market. *Energy Procedia*, 140, pp. 102-114. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.11.127>
- RANDSTAD RESEARCH. (2021): *Informe Teletrabajo en España 2021*. <https://www.randstadresearch.es/informe-teletrabajo-en-espana-2021/>
- ROCA-CLADERA, J. (1988): *La estructura de valores urbanos: un análisis teórico-empírico*. Instituto de Estudios de Administración Local.
- ROCA-CLADERA, J. & MARMOLEJO DUARTE, C. R. & MOIX, M. (2009): Urban Structure and Polycentrism: Towards a Redefinition of the Sub-centre Concept. *Urban Studies*, 46(13), pp. 2841-2868. <https://doi.org/10.1177/0042098009346329>
- ROSEN, S. (1974): Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. *Journal of Political Economy*, 82(1), pp. 34-55. <https://doi.org/10.1086/260169>
- STANLEY, S. & LYONS, R. C. & LYONS, S. (2016): The price effect of building energy ratings in the Dublin residential market. *Energy Efficiency*, 9(4), pp. 875-885. <https://doi.org/10.1007/s12053-015-9396-5>
- TALTAVULL, P. & ANGHEL, I. & CIORA, C. (2017): Impact of energy performance on transaction prices. *Journal of European Real Estate Research*, 10(1), pp. 57-72. <https://doi.org/10.1108/JERER-12-2016-0046>
- TALTAVULL DE LA PAZ, P. & PEREZ SANCHEZ, V. & MORA GARCIA, R.T. & PEREZ SANCHEZ, J.C. (2019): Green Premium Evidence from Climatic Areas: A Case in Southern Europe, Alicante (Spain). *Sustainability*, 11(3), p. 686. <https://doi.org/10.3390/su11030686>
- TORRES, R. & FERNÁNDEZ, M. J. (2020): Los rebrotes de la pandemia empeoran las expectativas económicas. *Cuadernos de Información Económica*, 278, pp. 1-10. <https://www.funcas.es/wp-content/uploads/2020/09/Cie278art02.pdf>
- WAHLSTRÖM, M. H. (2016): Doing good but not that well? A dilemma for energy conserving homeowners. *Energy Economics*, 60, pp. 197-205. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.09.025>
- WONG, G. (2008): Has SARS infected the property market? Evidence from Hong Kong. *Journal of Urban Economics*, 63(1), pp. 74-95. <https://doi.org/10.1016/J.JUE.2006.12.007>
- ZHENG, Q. & ARELLANO-RAMOS, B. & ROCA-CLADERA J. (2023). Redefiniendo las zonas climáticas de España: una nueva clasificación climática para la eficiencia energética de edificios. *ACE: Architecture, City and Environment*, 18(53), 12087. <https://doi.org/10.5821/ace.18.53.12087>

7. Listado de Acrónimos/Siglas

2PH:	Método de 2 pasos de Heckman
ACP:	Análisis del Componentes Principales
ANOVA:	Análisis de la Varianza
COVID-19:	Enfermedad del coronavirus
CTE:	Código Técnico de la Edificación
DB HE:	Documento Básico sobre Ahorro de Energía
EPA:	Encuesta de Población Activa
EPBD:	Directiva de Eficiencia Energética de la Edificación
EPC:	Certificado de Eficiencia Energética
IDAE:	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
INE:	Instituto Nacional de Estadística
MDT:	Modelo Digital del Terreno
MPH:	Modelo de Precios Hedónicos
NBE-CT-79:	Norma Básica de la Edificación
PH	Precios Hedónicos
PRTR:	Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia
RIM:	Razón Inversa de Mills
SARS	Síndrome Respiratorio Agudo Severo
SIG:	Sistema de Información Geográfica
UAB:	Universidad Autónoma de Barcelona