

**Observatori
Metropolità
de l'Habitatge
de Barcelona**



Artículo para el Anuari Metropolità
del Institut Metròpoli

Los programas de rehabilitación energética en BCN en el marco de los fondos Next Generation

Aleix Arcarons y Mireia Sender

Ajuntament
de Barcelona

Àrea
Metropolitana
de Barcelona

Diputació
de Barcelona

Generalitat
de Catalunya

CON EL SOPORTE DE:
Associació de Gestors
de Polítiques Socials
d'Habitatge de Catalunya

Barcelona, febrero de 2024

INVESTIGACIÓN, REDACCIÓN Y EDICIÓN:
Aleix Arcarons y Mireia Sender

Esta investigación ha obtenido el apoyo del Ayuntamiento de Barcelona.

Y la colaboración del equipo del Observatori Metropolità de l'Habitatge de Barcelona, el equipo de Cíclica, Alba Alsina, Irene Rodríguez y Ana Campaña.

NOS ENCONTRARÁS EN:
Plaça de la Vila de Gràcia 6, baixos
08012 Barcelona
info@ohb.cat

SÍGUENOS EN:
www.ohb.cat
@OMHBcn



Ajuntament
de Barcelona



AMB

Àrea Metropolitana
de Barcelona



Diputació
Barcelona



Generalitat
de Catalunya

amb el suport de



Índice

1. Introducción	3
2. Punto de partida: el estado energético del parque de viviendas.....	6
3. Potencial de mejora energética: estrategias de rehabilitación pasivas	10
4. Despliegue: la oportunidad de los fondos NextGenerationEU	14
5. Conclusiones.....	17
Referencias bibliográficas	19

1. Introducción

Ante el reto que supone el cambio climático y la degradación del medio ambiente, en diciembre de 2019 los estados miembros de la Unión Europea (UE), en línea con los acuerdos internacionales de París, se comprometieron a través del llamado Pacto Verde Europeo a reducir las emisiones de CO₂ un 55% el 2030 y convertirse en el primer continente climáticamente neutro en el 2050 (Comisión Europea, 2019). Así, teniendo en cuenta que los edificios son los responsables del 40% del consumo de energía final de la UE (Parlamento Europeo & Consejo de la Unión Europea, 2012) y que las ciudades son las responsables de más del 70% de las emisiones mundiales de carbono (IPCC, 2014), este pacto establece la transformación del entorno construido como un elemento clave para lograr los objetivos de descarbonización planteados –la reducción de emisiones de CO₂ en la atmósfera, es decir, la descarbonización del parque construido, puede lograrse mediante dos estrategias principales: i) aquella que hace referencia a la mejora de la demanda energética de los edificios a través de medidas pasivas (factor vinculado a las características constructivas) y ii) aquella que hace referencia a la reducción del consumo de energía no renovable mediante medidas activas (factor vinculado al rendimiento de los sistemas de climatización y en su origen de la energía utilizada, además de la demanda energética)– (Parlamento Europeo & Consejo de la Unión Europea, 2018).

Paralelamente, el estallido de la pandemia del COVID-19 en 2020 tuvo un impacto sin precedentes en nuestra sociedad, agravó las situaciones de vulnerabilidad existentes (Observatori Metropolità de l’Habitatge de Barcelona, 2021) y puso sobre la mesa la necesidad de incorporar, al proceso de transformación planteado, criterios de recuperación, resiliencia y justicia social. Por consiguiente, mediante el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR), la Comisión Europea movilizó los llamados fondos NextGenerationEU para ayudar a los estados miembro a aplicar las reformas y directrices formuladas (Parlamento Europeo & Consejo de la Unión Europea, 2021).

En el contexto español, estos fondos europeos se vehicularon a través del Plan de Transformación, Recuperación y Resiliencia donde, además de otras cuestiones, se estableció la estrategia de activar el sector de la rehabilitación con efecto de descarbonizar y mejorar la calidad del parque construido (Gobierno de España, 2021). Concretamente, esta estrategia se legisló a través del Real Decreto 853/2021, del 5 de octubre, que exponía los diferentes programas de ayuda en materia de rehabilitación (principalmente: barrios, edificios y viviendas) y los requisitos mínimos de las actuaciones para optar a los fondos NextGenerationEU –en términos generales, esta normativa determina que podrán ser subvencionables aquellas actuaciones de rehabilitación que actúen en edificios mayoritariamente de uso residencial donde se obtenga una mejora acreditada de la eficiencia energética– (Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana, 2021).

En el caso de la ciudad de Barcelona, se estableció una dotación presupuestaria inicial de más de 26 M€ para subvencionar aquellas actuaciones de rehabilitación del programa de barrios o edificios que actuaran en la totalidad del inmueble y que logaran unas reducciones mínimas del 25% y del 30%, respectivamente, de los indicadores de demanda energética y consumo de energía primaria no renovable. A la vez, se determinó que podían ser subvencionables aquellas actuaciones iniciadas a partir del 1 de febrero de 2020 y ejecutadas antes del 30 de junio de 2026, con un periodo de ampliación de entre 12 y 18 meses a causa del proceso de finalización de las obras (Consortio de la Vivienda de Barcelona, 2022a y 2022b).

Así, ante este proceso de transformación y como elemento clave para gobernarlo de forma eficaz y comprometida, resultaba esencial disponer de información sobre el estado energético del parque de viviendas de Barcelona y su potencial de mejora. Por este motivo, y dada la escasez de datos oficiales al respecto (actualmente, solo un 9,02% de los edificios residenciales de la ciudad disponen de CEE¹), el Observatori Metropolità de l'Habitatge de Barcelona inició el 2021 el laboratorio "Estrategias y potencial de rehabilitación. Estado físico y potencial de mejora del parque de viviendas de Barcelona"² donde mediante una simulación energética a escala de parcela se conseguía conocer de forma detallada el estado energético de prácticamente la totalidad de edificios residenciales de la ciudad (85,09%).

Esta simulación, generada con el programa urbanZEB (ISO 52016-1:2017), se centra en las parcelas catastrales de la ciudad de Barcelona con uso residencial mayoritario. Para hacer posible la simulación se clasifican las parcelas seleccionadas en 12 clústeres tipológicos que permiten hacer una hipótesis de los sistemas constructivos y la transmitancia³ de los paramentos que componen el envoltorio de los edificios de acuerdo con el ERESEE⁴. A partir de este punto, se efectúa una estimación horaria del comportamiento térmico de cada uno de los inmuebles estudiados por los 365 días del año teniendo en cuenta los perfiles de uso normalizado determinados por el Código Técnico de la Edificación: temperaturas de consigna, cargas internas, flujo de aire por ventilación, etc. Esta estimación del comportamiento térmico permite calcular la energía útil necesaria que se tiene que aportar para que cada edificio se mantenga dentro de los umbrales de temperatura de confort establecidos por el mismo Código Técnico de la Edificación. A la vez, para conocer el potencial de mejora de estos edificios, se simulan de nuevo los inmuebles una vez incorporados cada uno de los tres programas de intervención que se proponen en este trabajo.

¹ Fuente: O-HB a partir del Catastro (base alfanumérica, 2021) y del Institut Català d'Energia (Registre de CEE, 2021).

² Disponible en: content/uploads/2022/06/O22013_Lab_Rehabilitacio_Dossier-4_comprimido.pdf [consulta: 17 de abril de 2023].

³ La transmitancia térmica (valor U expresado en W/m²·K) es el flujo de calor, por unidad de tiempo y superficie, que atraviesa un elemento constructivo (formado por una o más capas de material con caras paralelas) cuando hay una diferencia de temperatura entre los dos ambientes que esta separa. Cuanto más bajo sea el valor U, menor será el paso de energía entre las dos caras y, por tanto, mejor serán las capacidades aislantes del elemento constructivo. Fuente: O-HB a partir de la CTE, DB-HE-Ahorro de Energía.

⁴ Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación en España - ERESEE- 2014. Fuente: https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/pdf/39711141-E3BB-49C4-A759-4F5C6B987766/130069/2014_article4_es_spain.pdf [consulta: 17 de abril de 2023].

El objetivo del presente artículo es el de conocer el estado energético actual del parque de viviendas de la ciudad de Barcelona, su potencial de mejora mediante programas de intervención con estrategias de rehabilitación pasivas y su posible despliegue a través de las convocatorias de ayudas públicas en materia de rehabilitación financiadas por los fondos europeos NextGenerationUE.

Después de este primer apartado introductorio, el segundo expone las principales características constructivas y energéticas actuales de los edificios de Barcelona, es decir, el punto del cual tiene que partir la transformación del parque construido. El tercer apartado describe el potencial de mejora energética de este parque mediante tres tipos de intervenciones con medidas pasivas, concretamente actuaciones centradas en la rehabilitación de la envolvente y, por consiguiente, en la mejora de su demanda energética. El cuarto analiza cómo estas intervenciones podrían desplegarse a través de las convocatorias de ayudas financiadas por los fondos NextGenerationUE (convocatoria de barrios y edificios), atendiendo los diversos condicionantes normativos establecidos. Y, finalmente, el quinto capítulo recoge las conclusiones de la investigación.

2. Punto de partida: el estado energético del parque de viviendas

El parque de viviendas de la ciudad de Barcelona se conforma, en 2021, de un total de 58.643 parcelas catastrales que contienen mayoritariamente inmuebles de uso residencial⁵, las cuales llegan a conformar un mosaico heterogéneo de edificios de tipología unifamiliar (28,44%) y plurifamiliar (71,56%).

En primer lugar, en cuanto al año de construcción de los inmuebles, casi un 87,06% de los edificios de la ciudad fueron construidos antes de la aprobación de las primeras normativas prescriptivas en materia de eficiencia energética del Estado español (la NBE-CT-79, aprobada por el Real Decreto 2429/79, de 6 de julio⁶, y el Reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, aprobado por el Real Decreto 1618/1980, de 4 de julio⁷), que procuraban dar respuesta a la crisis del petróleo de 1976 (Figura 1). Así mismo, tan solo un 2,78% fueron edificados a partir del 2007, momento en el cual entró en vigor de forma efectiva el Código Técnico de la Edificación, primera normativa que incluía directrices europeas en materia de eficiencia energética⁸.

Figura 1. Porcentaje de edificios según el año de construcción y la entrada en vigor de las principales normativas estatales en materia de eficiencia energética. Barcelona. 2021

Fuente: O-HB y Cíclica a partir de la Direcció General del Cadastre (base gráfica y alfanumérica, 2021)



En segundo lugar, en cuanto al sector de la edificación, las actuaciones de rehabilitación en nuestro territorio continúan siendo, a pesar del reclamo de los colegios profesionales y la necesidad imperante de actuar sobre el parque construido, minoritarias respecto a la construcción de obra nueva (en el primer trimestre de 2022, solo un

⁵ Fuente: O-HB a partir de la Dirección General del Catastro (base gráfica y alfanumérica, 2021)

⁶ Fuente: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1979-24866> [consulta: 31 de marzo de 2023]

⁷ Fuente: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1980-16729> [consulta: 31 de marzo de 2023]

⁸ Fuente: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2006-5515> [consulta: 31 de marzo de 2023]

23% del techo construido correspondía a actuaciones de rehabilitación⁹). En efecto, en la ciudad de Barcelona solo constan actuaciones de rehabilitación totales o integrales, es decir, intervenciones con importantes cambios constructivos y estructurales, en un 9,00% de los edificios¹⁰.

Por consiguiente, teniendo en cuenta la antigüedad efectiva de los inmuebles, además de las dos tipologías residenciales mencionadas al inicio (unifamiliar y plurifamiliar), el parque de viviendas de la ciudad de Barcelona podría definirse a través de 12 clústeres, es decir, 12 grupos de inmuebles de características similares (Tabla 1). Concretamente, y dejando a un lado los aspectos arquitectónicos, 8 clústeres se caracterizarían por: no tener ningún tipo de aislamiento térmico en su envolvente (fachadas interiores y posteriores, medianeras, cubiertas y soleras) y contar con carpinterías de muy baja calidad térmica (transmitancias de casi 6 W/m²·K); 2 se caracterizarían por tener aislamiento térmico únicamente en fachadas posteriores, cubiertas y soleras (grosos de entre 2 y 6 cm) y carpinterías de baja calidad (transmitancias de casi 4 W/m²·K); y, finalmente, los 2 restantes se caracterizarían por: tener aislamiento térmico en fachadas posteriores, medianeras, cubiertas y soleras (grosos de entre 4 y 7 cm) y carpinterías de calidad mediana (transmitancias de casi 3 W/m²·K).

Tabla 1. Clasificación del parque de viviendas según 12 clústeres basados en el año de construcción de los inmuebles y su tipología residencial. Barcelona. 2021

Fuente: O-HB y Cíclica a partir de la Dirección General del Catastro (base gráfica y alfanumérica, 2021) y el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España -ERESEE-. 2014)

Año de construcción de la parte residencial	Tipología residencial: unifamiliar	Características constructivas	Porcentaje de edificios respecto al total	Tipología residencial: plurifamiliar	Características constructivas	Porcentaje de edificios respecto al total
Inmueble inferior a 1900	Clúster A: U.INF 1900	. Sin aislamiento térmico . Carpinterías de 6 W/m ² ·K	34,06%	Clúster G: P.INF1900	. Sin aislamiento térmico . Carpinterías de 6 W/m ² ·K	53,01%
Inmueble de 1901 a 1940	Clúster B: U.1901-40	. Sin aislamiento térmico . Carpinterías de 6 W/m ² ·K	34,06%	Clúster H: P. 1901-40	. Sin aislamiento térmico . Carpinterías de 6 W/m ² ·K	53,01%
Inmueble de 1941 a 1960	Clúster C: U.1941-60	. Sin aislamiento térmico . Carpinterías de 6 W/m ² ·K	34,06%	Clúster I: P. 1941-60	. Sin aislamiento térmico . Carpinterías de 6 W/m ² ·K	53,01%
Inmueble de 1961 a 1980	Clúster D: U.1961-80	. Sin aislamiento térmico . Carpinterías de 6 W/m ² ·K	34,06%	Clúster J: P. 1961-80	. Sin aislamiento térmico . Carpinterías de 6 W/m ² ·K	53,01%

⁹ Fuente: <https://www.arquitectes.cat/ca/suport/actualitat/edificacio-catalunya-1semestre-2022> [consulta: 31 de març de 2023].

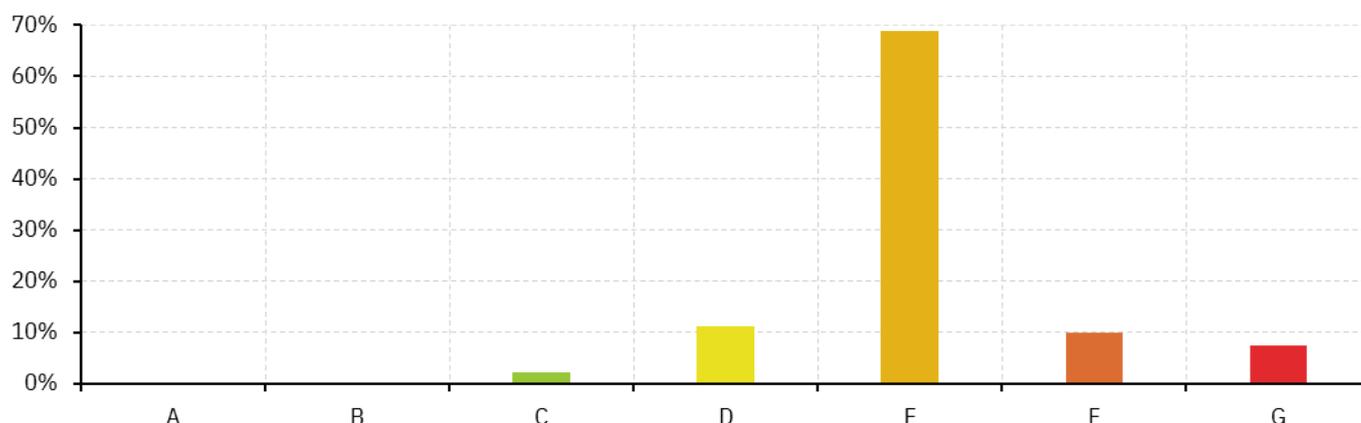
¹⁰ Fuente: O-HB a partir de la Dirección General del Catastro (base alfanumérica, 2021) i l'Ajuntament de Barcelona (Llicències OMA, 2008-2019).

Inmueble de 1981 a 2007	Clúster E: U.1981-07	. Aislamiento térmico en fachadas posteriores, cubiertas y soleras (2-6 cm) . Carpinterías de 4 W/m ² ·K	2,49%	Clúster K: P. 1981-07	. Aislamiento térmico en fachadas posteriores, cubiertas y soleras (2-6 cm) . Carpinterías de 4 W/m ² ·K	8,14%
Inmueble posterior a 2008	Clúster F: U.SUP2008	. Aislamiento térmico en fachadas posteriores, cubiertas y soleras (4-7 cm) . Carpinterías de 3 W/m ² ·K	0,75%	Clúster L: P. SUP2008	. Aislamiento térmico en fachadas posteriores, cubiertas y soleras (4-7 cm) . Carpinterías de 3 W/m ² ·K	1,54%

La distribución de los edificios de la ciudad según estos 12 clústeres (Tabla 1) confirma que, efectivamente, el parque de viviendas de Barcelona es, mayoritariamente (97,70%), antiguo y de baja calidad constructiva, lo cual tiene un impacto directo en su estado energético. De hecho, la simulación energética, llevada a cabo a fin de obtener una radiografía del estado de la cuestión, muestra que en 2021 un 86,38% de los edificios de la ciudad obtendrían una calificación “E” o inferior del indicador de emisiones de CO₂ referido a un Certificado de Eficiencia Energética (CEE)¹¹. En cambio, solo un 0,20% de los inmuebles tendrían una calificación “A” o “B”, categorías más próximas a los objetivos de descarbonización planteados (Figura 2).

Figura 2. Porcentaje de edificios según su calificación energética actual simulada (emisiones de CO₂). Barcelona. 2021

Fuente: O-HB y Cíclica a partir del simulador urbanZEB y el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Calificación eficiencia energética de los edificios. 2015)



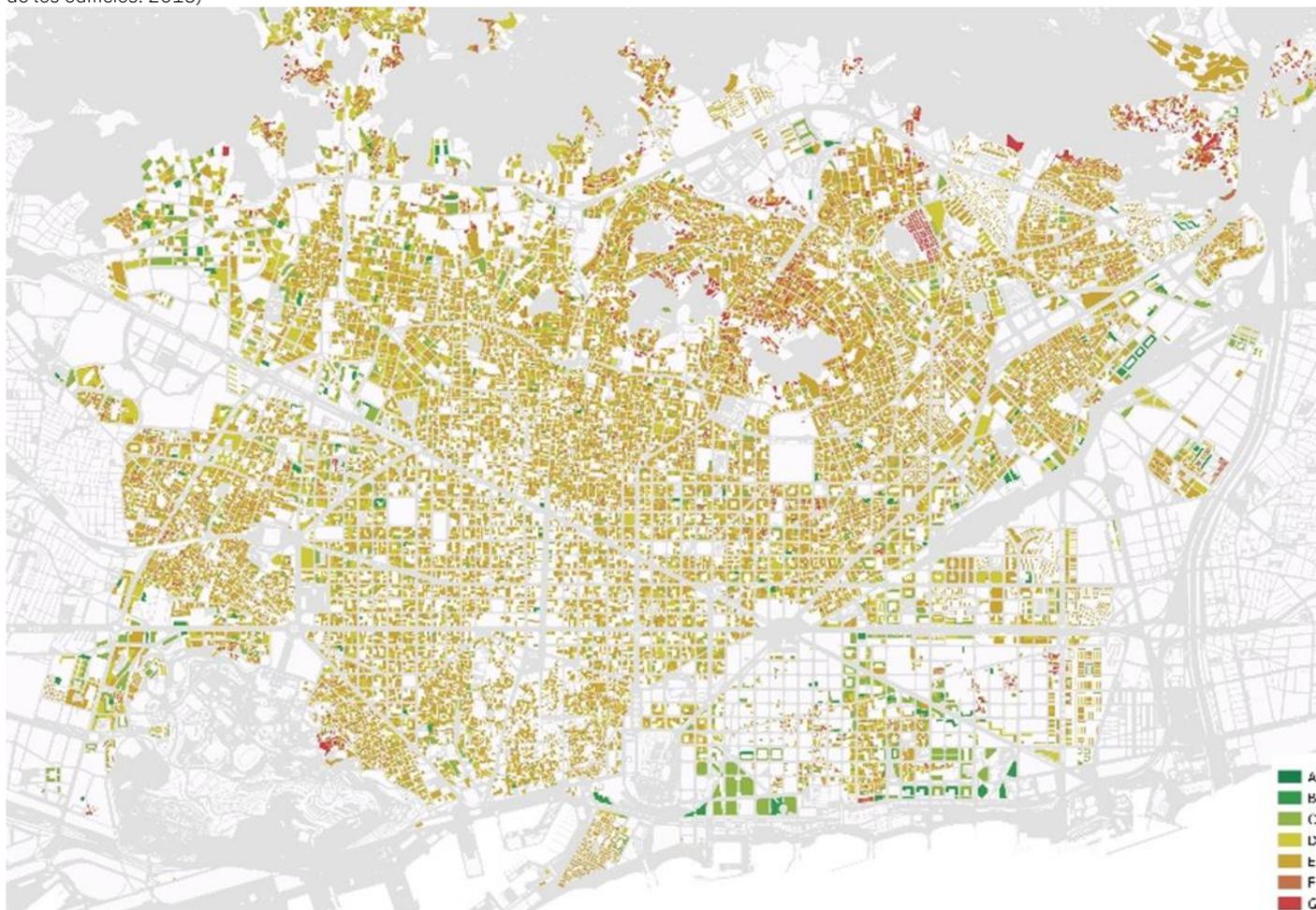
¹¹ El Certificado de Eficiencia Energética (CEE) de edificios es un documento oficial que contiene información sobre el estado de los inmuebles en relación con su demanda energética (vinculado a sus características constructivas), su consumo de energía (vinculado a la demanda y a los sistemas de climatización y agua caliente sanitaria) y sus emisiones de CO₂ (vinculado al consumo y al uso de fuentes renovables). En términos generales, este documento clasifica y valora los edificios mediante 7 etiquetas ordenadas de la “A” (situación más favorable) a la “G” (situación más desfavorable) vinculadas a los 3 indicadores mencionados anteriormente. Fuente: O-HB a partir del ICAEN.

Así pues, estos resultados señalan que el parque de viviendas de Barcelona es energéticamente vulnerable, es decir, que por sus características constructivas resulta necesario aportar mucha energía útil a los sistemas de calefacción y refrigeración de los edificios para lograr en su interior unas temperaturas normativas mínimas de confort durante los meses fríos (17-20 °C) y cálidos (entre 25 y 27 °C) del año.

Finalmente, en cuanto a la distribución territorial, la radiografía simulada de la ciudad de Barcelona muestra un estado energético, no solo vulnerable, sino también generalizado (Figura 3). En consecuencia, los costes económicos teóricos vinculados al pago de las facturas energéticas de calefacción y refrigeración para mantener un umbral mínimo de confort térmico ascienden a 393 €/mensuales para las viviendas unifamiliares y a 201 €/mensuales para las viviendas situadas en edificios plurifamiliares. Este hecho pone de relieve el alto riesgo de muchos hogares barceloneses de sufrir pobreza energética¹².

Figura 3. Distribución de los edificios según su cualificación energética actual simulada (emisiones de CO2). Barcelona. 2021

Fuente: O-HB y Cíclica a partir del simulador urbanZEB y el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Calificación eficiencia energética de los edificios. 2015)



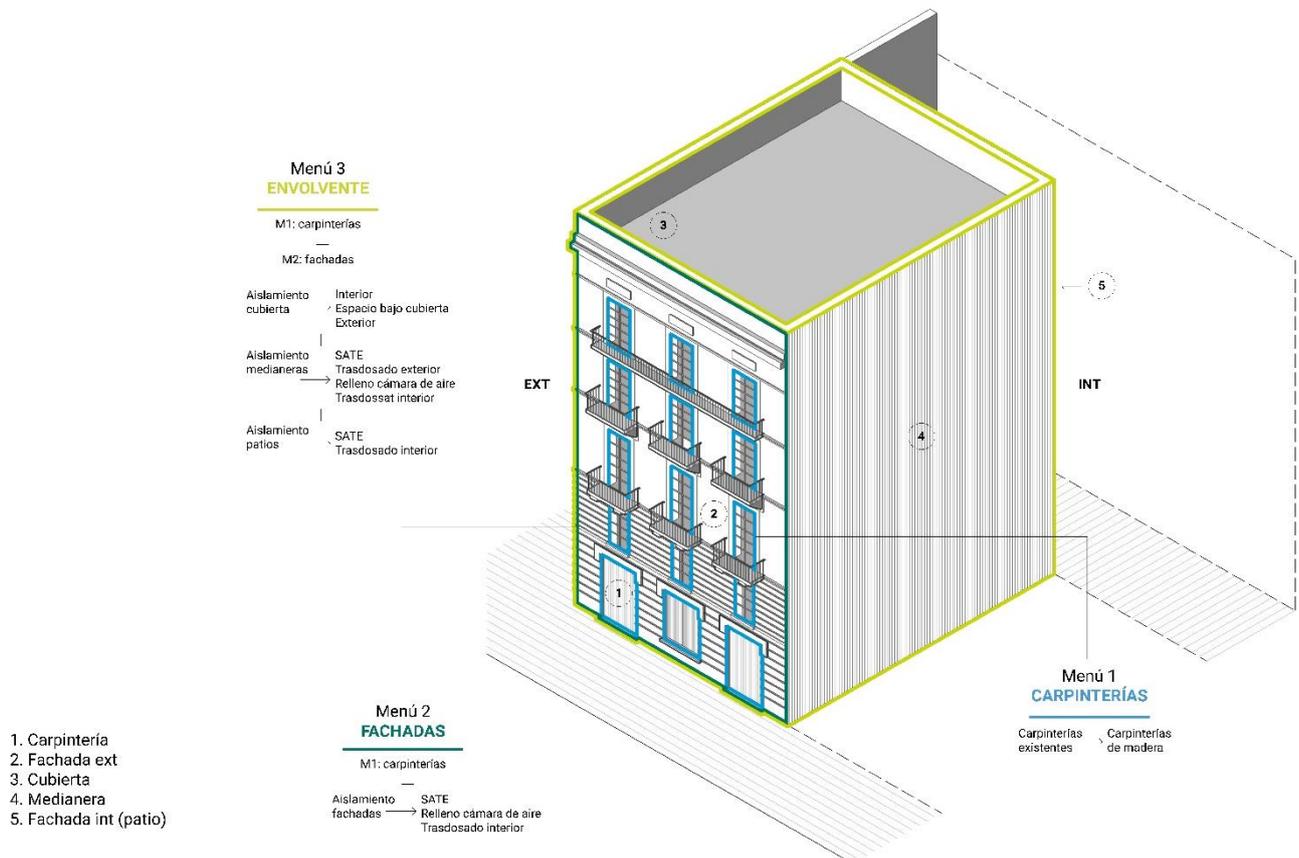
¹² Viviendas que destinan un 10 % o más de sus ingresos mensuales en el pago de las facturas energéticas (calefacción, refrigeración, etc.). Fuente: O-HB a partir del documento "Propuesta metodológica de evaluación de la pobreza energética en España" de Carmen Sánchez-Guevara.

3. Potencial de mejora energética: estrategias de rehabilitación pasivas

La evaluación del potencial de mejora del parque de viviendas de Barcelona considerado energéticamente vulnerable (el 97,70% de los inmuebles de la ciudad) se plantea a través de la definición, y su posterior simulación, de tres programas de intervención basados únicamente en estrategias de rehabilitación pasivas (Figura 4) – estrategias en línea con las directrices de transformación europeas que tienen por objetivo descarbonizar el parque de viviendas mediante la reducción de la demanda energética, es decir, sin la necesidad de utilizar fuentes de energía externas–. Estos programas están diseñados para responder a diferentes niveles de complejidad constructiva, rapidez de ejecución y costes de obra. A la vez, usan únicamente materiales de bajo carbono embebido y están adaptados a las diferentes tipologías de edificios expuestos en el capítulo anterior (Tabla 2).

Figura 4. Programas de intervención con estrategias de rehabilitación pasivas (M1, M2 y M3)

Fuente: O-HB



En términos generales, el primer programa de intervención (M1) es el más económico y rápido de ejecutar. Consiste en la sustitución de las carpinterías existentes por carpinterías nuevas con mejor transmitancia térmica (ventanas de madera con rotura de puente térmico y transmitancia de 1,55 W/m²·K). El segundo programa (M2) consiste en la sustitución de las carpinterías existentes y el aislamiento de las fachadas posteriores mediante sistemas SATE (Sistema de Aislamiento Térmico Exterior), trasdosados interiores o colmatado de cámaras de aire existentes en función del clúster a intervenir (entre 6 y 7 cm de lana de roca o celulosa insuflada). Para terminar, el tercer programa (M3) consiste en la sustitución de las carpinterías existentes y el aislamiento de casi todo el envolvente del inmueble, es decir: fachadas posteriores, medianeras, cubiertas y fachadas de patios interiores. En el caso de fachadas y medianeras se proponen otra vez sistemas SATE, trasdosados interiores y colmatado de cámaras de aire y en el caso de cubiertas se plantean actuaciones para el interior, el exterior y el espacio bajo cubierta (entre 6 y 12 cm de paneles de fibra de madera).

Tabla 2. Programas de intervención a través de estrategias de rehabilitación pasivas según clúster a intervenir

Fuente: O-HB y Cíclica a partir del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE, DB-HE-Ahorro de energía), el ITEC (base de dades BEDEC) y el Institut Municipal del Paisatge Urbà i Qualitat de Vida de l'Ajuntament de Barcelona ("Bones pràctiques. Estudi de solucions tècniques per al tractament de parets mitgeres. 2021")

Clúster a intervenir	Carpinterías (M1, M2 y M3)	Fachadas posteriores (M2 y M3)	Medianeras (M3)	Cubiertas (M3)	Fachadas interiores (M3)
Clúster A: U.INF1900	Substitución de la carpintería existente para una de madera con rotura de puente térmico (1,55 W/m ² ·K)	Colocación de un trasdosado interior con aislamiento de lana de roca (6 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)	Reconstrucció de la teulada existent i col·locació d'aïllament de panells de fibra de fusta (12 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)
Clúster B: U.1901-40	Substitución de la carpintería existente para una de madera con rotura de puente térmico (1,55 W/m ² ·K)	Colocación de un trasdosado interior con aislamiento de lana de roca (6 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)	Reconstrucció de la teulada existent i col·locació d'aïllament de panells de fibra de fusta (12 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)
Clúster C: U.1941-60	Substitución de la carpintería existente para una de madera con rotura de puente térmico (1,55 W/m ² ·K)	Colocación de un trasdosado interior con aislamiento de lana de roca (6 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)	Reconstrucció de la teulada existent i col·locació d'aïllament de panells de fibra de fusta (12 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)
Clúster D: U.1961-80	Substitución de la carpintería existente para	Inyección de celulosa en la	Col·locació d'un extradossat interior amb	Reconstrucció de la teulada existent i	Col·locació d'un extradossat interior amb

	una de madera con rotura de puente térmico (1,55 W/m ² ·K)	cámara de aire existente (9 cm)	aïllament de llana de roca (6 cm)	col·locació d'aïllament de panells de fibra de fusta (12 cm)	aïllament de llana de roca (6 cm)
Clúster E: U.1981-07	Substitución de la carpintería existente para una de madera con rotura de puente térmico (1,55 W/m ² ·K)	Inyección de celulosa en la cámara de aire existente (7 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)	Reconstrucció de la teulada existent i col·locació d'aïllament de panells de fibra de fusta (12 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)
Clúster G: P.INF1900	Substitución de la carpintería existente para una de madera con rotura de puente térmico (1,55 W/m ² ·K)	Colocación de un SATE con aislamiento de lana de roca (7 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)	Reconstrucció de la teulada existent i col·locació d'aïllament de panells de fibra de fusta (12 cm)	Col·locació d'un SATE amb aïllament de llana de roca (7 cm)
Clúster H: P.1901-40	Substitución de la carpintería existente para una de madera con rotura de puente térmico (1,55 W/m ² ·K)	Colocación de un SATE con aislamiento de lana de roca (7 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)	Reconstrucció de la teulada existent i col·locació d'aïllament de panells de fibra de fusta (12 cm)	Col·locació d'un SATE amb aïllament de llana de roca (7 cm)
Clúster I: P.1941-60	Substitución de la carpintería existente para una de madera con rotura de puente térmico (1,55 W/m ² ·K)	Colocación de un SATE con aislamiento de lana de roca (7 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)	Col·locació d'aïllament amb panells de fibra de fusta (12 cm)	Col·locació d'un SATE amb aïllament de llana de roca (7 cm)
Clúster J: P.1961-80	Substitución de la carpintería existente para una de madera con rotura de puente térmico (1,55 W/m ² ·K)	Colocación de un SATE con aislamiento de lana de roca (7 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)	Col·locació d'aïllament amb panells de fibra de fusta (12 cm)	Col·locació d'un SATE amb aïllament de llana de roca (7 cm)
Clúster K: P.1981-07	Substitución de la carpintería existente para una de madera con rotura de puente térmico (1,55 W/m ² ·K)	Colocación de un SATE con aislamiento de lana de roca (7 cm)	Col·locació d'un extradossat interior amb aïllament de llana de roca (6 cm)	Col·locació d'aïllament amb panells de fibra de fusta (6 cm)	Col·locació d'un SATE amb aïllament de llana de roca (7 cm)

Referente a la comparativa entre las tres intervenciones propuestas, la simulación llevada a cabo muestra que el programa M3 es el que logra una reducción mayor del indicador de consumo de energía final, con un descenso del 53,51% de media respecto al consumo actual del edificio.

Lo sigue el programa M2 con un 27,93% y lo M1 con un 14,00%¹³. Así, estos resultados, que ya eran esperables dado el carácter acumulativo de las actuaciones diseñadas, tienen una traducción directa con el coste mediano estimado de cada una de ellas, con una inversión media de 181,48 €/m² para el programa M3, de 119,65€/m² para el programa M2 y de 56,12€/m² en el caso del programa M1¹⁴.

En definitiva, el cruce de estas variables (reducción del consumo y coste medio estimado) permite estudiar cuál de los programas diseñados tiene un mejor rendimiento económico, en otras palabras, cuál de las intervenciones consigue un mayor porcentaje de reducción del consumo de energía por cada 1.000 € invertidos. En este caso, la simulación indica que por cada 1.000 € invertidos, el programa M3 reduce de media un 1,18% el consumo de energía final del edificio, mientras que los programas M2 y M1 lo reducen un 0,83% y un 0,70%, respectivamente (Figura 5). Además, el programa M3 es el que tiene un mejor rendimiento económico en el 66,68% de los casos, hecho que indica que las obras de rehabilitación que afectan a la totalidad del envolvente del edificio, a pesar de tener un coste de ejecución más elevado, también ofrecen una reducción del consumo de energía proporcionalmente más elevado que las actuaciones centradas en elementos puntuales.

Figura 5. Porcentaje de reducción del consumo de energía final del edificio por 1.000 € invertidos según el programa de intervención aplicado (M1, M2 y M3). Barcelona. 2021

Fuente: O-HB y Cíclica a partir del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE, DB-HE-Ahorro de energía), el ITEC (base de datos BEDEC) y el Institut Municipal del Paisatge Urbà i Qualitat de Vida de l'Ajuntament de Barcelona ("Bones pràctiques. Estudi de solucions tècniques per al tractament de parets mitgeres. 2021")



¹³ Fuente: O-HB y Cíclica a partir del simulador urbanZEB.

¹⁴ Esta inversión estimada incluye los costes directos, los beneficios industriales, los honorarios de los técnicos, el IVA y todo el resto de gastos generales e indirectos a tener en cuenta en una obra de rehabilitación. Fuente: O-HB y Cíclica a partir del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE, DB-HE-Ahorro de energía), el ITEC (base de datos BEDEC) y el Institut Municipal del Paisatge Urbà i Qualitat de Vida de l'Ajuntament de Barcelona ("Bones pràctiques. Estudi de solucions tècniques per al tractament de parets mitgeres. 2021").

4. Despliegue: la oportunidad de los fondos NextGenerationEU

Las convocatorias de ayudas en materia de rehabilitación, gestionadas por el Consorci de l’Habitatge de Barcelona y financiadas por los fondos europeos NextGenerationEU, ponen sobre la mesa una oportunidad única para empezar a transformar el parque construido de Barcelona. Cuando las intervenciones de rehabilitación logran una mejora mínima acreditada de la eficiencia energética, estos fondos ofrecen la posibilidad de subvencionar más de un 40% los costes de ejecución de las obras que se lleven a cabo, siempre que no se superen ciertos topes económicos (Tabla 3).

Tabla 3. Criterios energéticos generales vinculados a la subvención de actuaciones de rehabilitación mediante los fondos NextGenerationEU. Programa de barrios y edificios

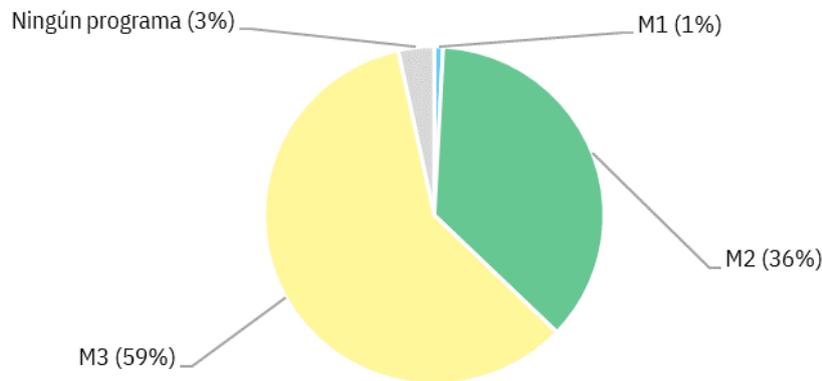
Fuente: O-HB a partir del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Real Decreto 853/2021, de 5 de octubre, por el que se regulan los programas de ayuda en materia de rehabilitación residencial y vivienda social del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia)

Programa	Ahorro energético mínimo. BCN (%)	Subvención sobre el coste (%)	Tope por vivienda (€)	Tope por local (€/m ²)
Barrios	25% demanda energética y 30% consumo de energía	40%	8.100	72
Edificios	25% demanda energética y 30% consumo de energía	40%	6.300	56

Con el objetivo de entender el impacto de estos fondos sobre el potencial de mejora energética expuesto en el capítulo anterior, se determina para cada uno de los edificios que conforman el parque energéticamente vulnerable de Barcelona (el 97,70% de los inmuebles de la ciudad) aquel programa de intervención (M1, M2 o M3) que según la simulación realizada permitiría cumplir con el ahorro energético mínimo establecido por Real Decreto. Así, según este escenario de mínimos, se determina que solo un 0,83% de los edificios podrían optar a los fondos sustituyendo únicamente las carpinterías existentes (programa M1), un 36,35% tendría que, además, aislar las fachadas posteriores del edificio (programa M2), un 59,40% tendría que intervenir en toda su envolvente (programa M3) y, finalmente, un 3,42% no cumpliría los requisitos marcados con ninguno de los tres programas de intervención diseñados (Figura 6).

Figura 6. Porcentaje de edificios según el primer programa de intervención (M1, M2 o M3) que daría cumplimiento a los requisitos establecidos para optar a los fondos NextGenerationEU. Barcelona. 2021

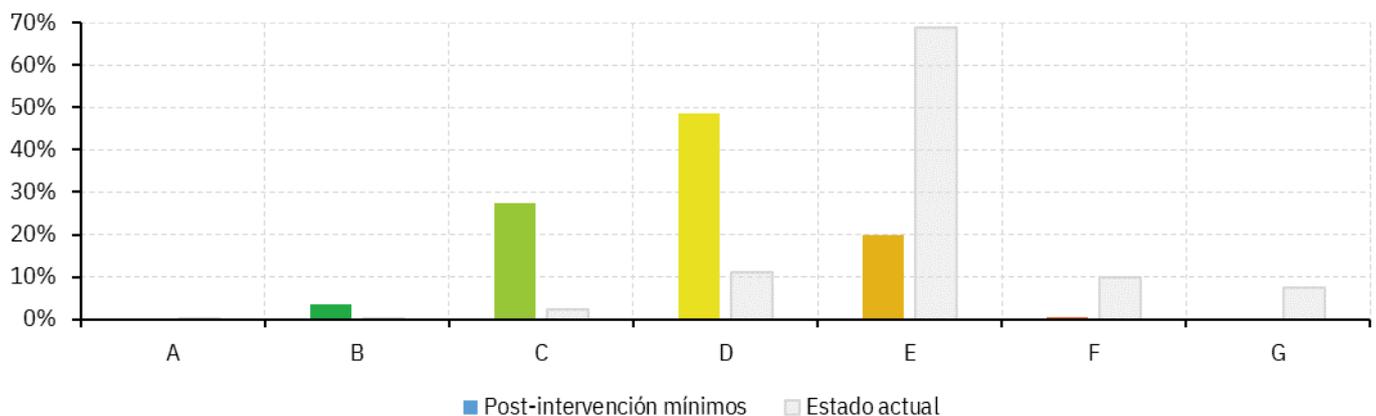
Fuente: O-HB y Cíclica a partir del simulador urbanZEB



Por lo tanto, si de forma hipotética se llevaran a cabo la totalidad de actuaciones de rehabilitación energética según el primer programa de intervención correspondiente a este escenario de mínimos, el porcentaje de edificios de Barcelona con una calificación "E" o inferior del indicador de emisiones de CO₂ pasaría del 86,38% del estado actual al 20,26% en un estado post-intervención (Figura 7 y 8). Así mismo, en este escenario, los fondos NextGenerationEU podrían llegar a subvencionar de media hasta un 38,21% los costes de las obras vinculadas al programa M1, hasta un 38,77% los del M2 y hasta un 60,94% los del M3¹⁵.

Figura 7. Porcentaje de edificios según su cualificación energética actual y post-intervención simulada (emisiones de CO₂ – Escenario de mínimos). Barcelona. 2021

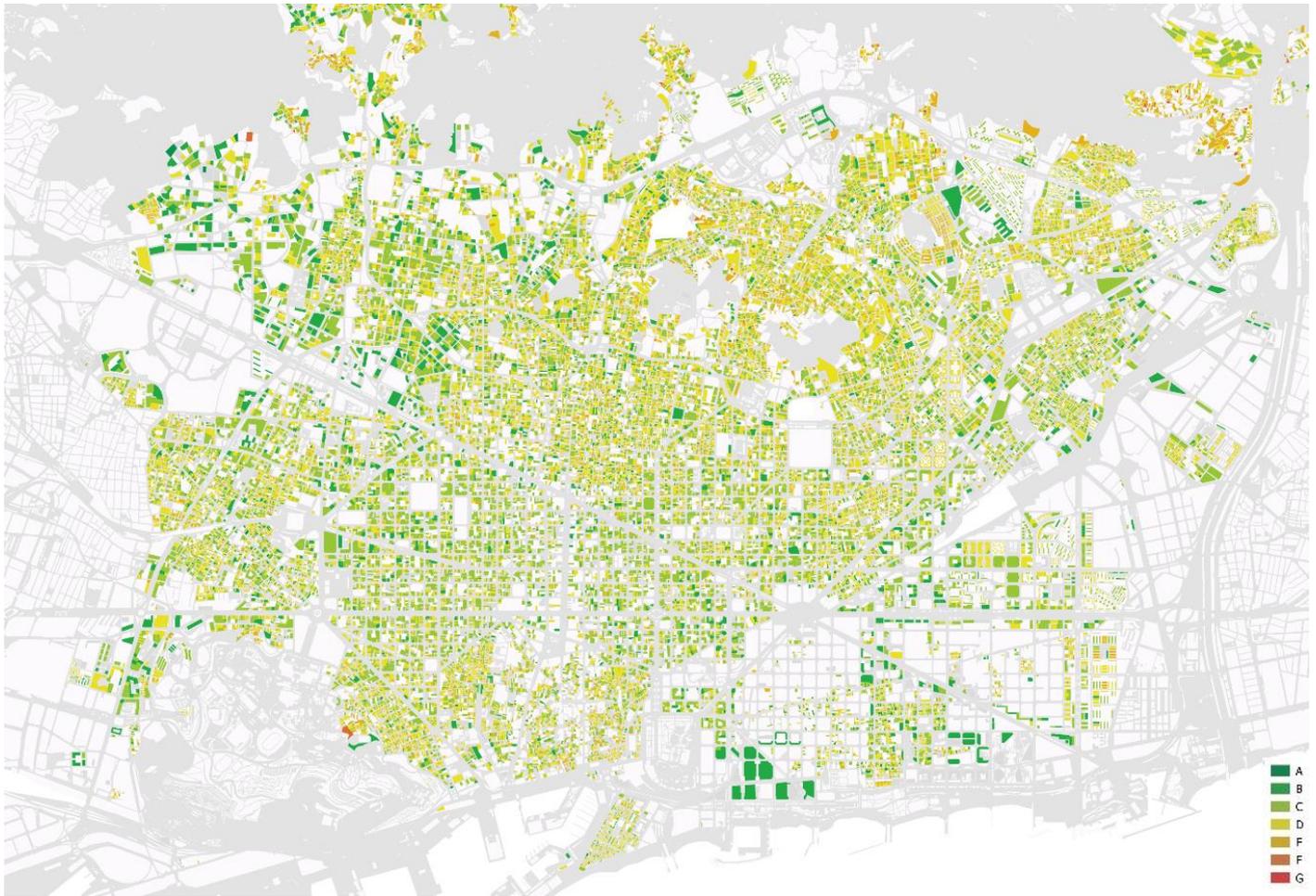
Fuente: O-HB y Cíclica a partir del simulador urbanZEB y el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Calificación eficiencia energética de los edificios. 2015)



¹⁵ Fuente: O-HB y Cíclica a partir del CTE, el ITEC, el Institut Municipal del Paisatge Urbà i Qualitat de Vida de l'Ajuntament de Barcelona ("Bones pràctiques. Estudi de solucions tècniques per al tractament de parets mitgeres. 2021") i el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (RD853/2021, de 5 de octubre).

Figura 8. Distribución de los edificios según su cualificación energética actual y post-intervención simulada (emisiones de CO2 – Escenario de mínimos). Barcelona. 2021,

Fuente: O-HB y Cíclica a partir del simulador urbanZEB y el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Calificación eficiencia energética de los edificios. 2015)



Así pues, estos resultados señalan que el uso de estrategias de rehabilitación pasivas puede suponer un impacto altamente positivo en el comportamiento energético del parque de viviendas de la ciudad, puesto que permite reducir notablemente la demanda de los edificios y mejora su certificación. Aun así, el uso de estrategias activas, como la mejora de la eficiencia de los sistemas de climatización o la producción energética a través de fuentes renovables, acontece un factor indispensable para lograr la neutralidad climática marcada por el Pacto Verde Europeo el año 2050.

5. Conclusiones

Disponer de información sobre el estado energético del parque de viviendas de Barcelona, así como de su potencial de mejora mediante actuaciones de rehabilitación y su posible despliegue a través de políticas públicas que las apoyen, resulta un elemento clave para transformar el entorno construido y lograr los objetivos de descarbonización planteados por el Pacto Verde Europeo. Concretamente, la simulación energética a escala de parcela permite ampliar la escasa información oficial en esta materia hasta llegar a incluir casi la totalidad de edificios residenciales presentes el 2021 en la ciudad de Barcelona (85%).

En primer lugar, el análisis sobre el estado actual de los inmuebles muestra que el parque de viviendas de Barcelona es, mayoritariamente (98%), antiguo y de baja calidad constructiva. Por un lado, el 87% de los edificios fueron construidos antes de las primeras normativas prescriptivas en materia de eficiencia energética. Y, por el otro, solo constan actuaciones de rehabilitación total o integral, es decir, actuaciones con importantes cambios constructivos y estructurales, en un 9% de los inmuebles. En consecuencia, la simulación energética muestra que en 2021 un 86% de los edificios de la ciudad obtendrían una calificación "E" o inferior del indicador de emisiones de CO₂ referido a un Certificado de Eficiencia Energética (CEE), lo cual tiene un impacto directo en las facturas energéticas que tendrían que hacer frente los hogares barceloneses para mantener sus viviendas a unas temperaturas interiores mínimas de confort (valores medianos de entre 393 y 201 €/mensuales en edificios de tipología unifamiliar y plurifamiliar, respectivamente).

En segundo lugar, las estrategias de rehabilitación pasivas, como la sustitución de carpinterías existentes (programa M1), el aislamiento de fachadas (programa M2) o el aislamiento de todo el envolvente: fachadas, medianeras y cubiertas (programa M3), reducen considerablemente el consumo de energía final de los edificios logrando, de media, rebajas de entre el 14 y el 54%. A la vez, en comparación con las actuaciones puntuales (M1 y M2), las intervenciones integrales (M3) resultan las más eficientes en un 67% de los casos, tanto desde el punto de vista económico como en términos absolutos de mejora energética.

Por consiguiente, en un 59% de los edificios de Barcelona se tendría que actuar en todo el envolvente para dar cumplimiento a los requisitos mínimos de ahorro energético que establecen los fondos NextGenerationEU (reducción del 25% en la demanda energética y del 30% en el consumo de energía). En cambio, en un 36% de los casos sería suficiente aislar las fachadas y sustituir las carpinterías existentes y tan solo en un 1% sería necesario cambiar las ventanas.

Así, en caso de que se llevaran a cabo todas estas actuaciones, el porcentaje de edificios de Barcelona con una calificación "E" o inferior del indicador de emisiones de CO₂ pasaría del 86% del estado actual simulado al 20% en un hipotético estado post-intervención.

Paralelamente, en este escenario de mínimos, los fondos europeos podrían llegar a subvencionar de media entre un 38 y un 61% los costes de las obras de rehabilitación. Sin embargo, las estrategias pasivas propuestas no serían suficientes para conseguir la neutralidad climática para el 2050. Por lo tanto, sería también necesaria la incorporación de estrategias activas, como el aumento de la eficiencia en los sistemas de climatización o la generación de energía a partir de fuentes renovables, para llegar a lograr la completa descarbonización del parque de viviendas de la ciudad.

Referencias bibliogràfiques

Comissió Europea (2019). COMUNICACIÓN DE LA COMISSIÓ AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES EMPT. El Pacto Verde Europeo. Brussel·les, 11.12.2019. COM(2019)640 final. Disponible a: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0004.02/DOC_1&format=PDF [consulta: 31 de març de 2023]

Comissió Europea (2021). COMUNICACIÓN DE LA COMISSIÓ EUROPEA AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES EMPT. «Objetivo 55»: cumplimiento del objetivo climático de la UE para 2030 en el camino hacia la neutralidad climática. Brussel·les, 14.7.2021. COM(2021)550 final. Disponible a: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0550> [consulta: 31 de març de 2023]

Consorci de l'Habitatge de Barcelona (2022a). Convocatòria per la concessió de subvencions (...) a l'empara del Reglament (UE) 2021/241 del Parlament Europeu i del Consell (...), del Pla de Recuperació i Resiliència, finançat per la Unió Europea – NextGenerationEU, per a les actuacions del Programa de rehabilitació a nivell de barris (...). Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya Núm.8696-27.6.2022. CVE-DOGC-A-22171079-2022

Consorci de l'Habitatge de Barcelona (2022b). Convocatòria per la concessió de subvencions (...) a l'empara del Reglament (UE) 2021/241 del Parlament Europeu i del Consell (...), del Pla de Recuperació i Resiliència, finançat per la Unió Europea – NextGenerationEU, per a les actuacions del Programa de rehabilitació a nivell d'edifici (...). Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya Núm.8696-27.6.2022. CVE-DOGC-A-22171080-2022

Govern d'Espanya (2021). PLAN DE RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA. 16 de juny de 2021. Disponible a: https://www.lamoncloa.gob.es/temas/fondos-recuperacion/Documents/160621-Plan_Recuperacion_Transformacion_Resiliencia.pdf [consulta: 31 de març de 2023]

Ministeri de Transports, Mobilitat i Agenda Urbana (2021). Real Decreto 853/2021, de 5 de octubre, por el que se regulan los programas de ayuda en materia de rehabilitación residencial y vivienda social del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. BOE Núm.239, Sec. I. Pàg. 122127. Disponible a: <https://www.boe.es/boe/dias/2021/10/06/pdfs/BOE-A-2021-16233.pdf> [consulta: 31 de març de 2023]

Observatori Metropolità de l'Habitatge de Barcelona: Sender, M., Donat, C., Bosch, J., López, J., Gigling, M., Hernández, R., Arcarons, A., Rodríguez, I., Trilla, C. (2021). L'impacte de la Covid-19 en el sistema

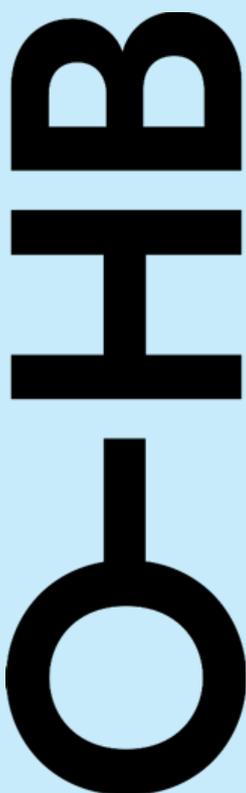
residencial de la metròpoli de Barcelona. 2020. Barcelona. Disponible a: https://www.ohb.cat/wp-content/uploads/2021/09/Informeannual_2020.pdf [consulta: 31 de març de 2023]

Parlament Europeu & Consell de la Unió Europea (2012). DIRECTIVA 2012/27/UE, de 25 de octubre de 2012. Diari Oficial de la Unió Europea. 14.11.2012. L315. Disponible a: <https://www.boe.es/doue/2012/315/L00001-00056.pdf> [consulta: 31 de març de 2023]

Parlament Europeu & Consell de la Unió Europea (2018). DIRECTIVA 2018/2002/UE, de 11 de diciembre de 2018. Diari Oficial de la Unió Europea. 21.12.2018. L 328. Disponible a: <https://www.boe.es/doue/2018/328/L00210-00230.pdf> [consulta: 31 de març de 2023]

Parlament Europeu & Consell de la Unió Europea (2021). REGLAMENTO 2021/241/UE, de 12 de febrero de 2021. Diari Oficial de la Unió Europea. 18.2.2021. L 57. Disponible a: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32021R0241> [consulta: 31 de març de 2023]

Observatori Metropolità de l'Habitatge de Barcelona



Ajuntament
de Barcelona

Àrea
Metropolitana
de Barcelona

Diputació
de Barcelona

Generalitat
de Catalunya

CON EL APOYO DE:
Associació de Gestors
de Polítiques Socials
d'Habitatge de Catalunya



NOS ENCONTRARÁS EN:
Plaça de la Vila de Gràcia 6, baixos
08012 Barcelona
info@ohb.cat

SÍGUENOS EN:
www.ohb.cat
@OMHBcn