



## **Autores**

Carlos Luján Torres

José Moliner Galbis

José Carlos Rodríguez Hernández

Guillermo Vilariño Feltrer

# **IMPACTO DE LAS REHABILITACIONES EXPRÉS SOBRE LA POBREZA ENERGÉTICA EN VALENCIA**



**edUPV**

Universitat Politècnica de València

**IMPACTO DE LAS  
REHABILITACIONES EXPRES  
SOBRE LA  
POBREZA ENERGÉTICA  
EN VALENCIA**

**Autores**

Carlos Luján Torres

José Moliner Galbis

José Carlos Rodríguez Hernández

Guillermo Vilariño Feltrer



Colección UPV Scientia; serie Ingeniería civil [http://tiny.cc/edUPV\\_esic](http://tiny.cc/edUPV_esic)

Los contenidos de esta publicación han sido evaluados mediante el sistema doble ciego, siguiendo el procedimiento que se recoge en [http://tiny.cc/Evaluacion\\_Obras](http://tiny.cc/Evaluacion_Obras)

Para referenciar esta publicación utilice la siguiente cita:

Luján Torres, Carlos; Moliner Galbis, José; Rodríguez Hernández, José Carlos y Vilariño Feltrer, Guillermo (2022). *Impacto de las rehabilitaciones exprés en la pobreza energética en Valencia*. edUPV. <https://doi.org/10.4995/SCING.2022.619701>

#### Autoría

Carlos Luján Torres  
José Moliner Galbis  
José Carlos Rodríguez Hernández  
Guillermo Vilariño Feltrer

#### Editorial

edUPV, <https://editorial.upv.es> | Ref.: 6197\_01\_01\_01

ISBN: 978-84-1396-032-6

DOI: <https://doi.org/10.4995/SCING.2022.619701>

©de los textos: los autores

#### Diseño y maquetación

Enrique Mateo

Si el lector detecta algún error en el libro o bien quiere contactar con los autores, puede enviar un correo a [edicion@editorial.upv.es](mailto:edicion@editorial.upv.es)



Impacto de las rehabilitaciones exprés en la pobreza energética en Valencia / edUPV

Se permite la reutilización de los contenidos mediante la copia, distribución, exhibición y representación de la obra, así como la generación de obras derivadas siempre que se reconozca la autoría y se cite con la información bibliográfica completa. No se permite el uso comercial y las obras derivadas deberán distribuirse con la misma licencia que regula la obra original.



Colaboran



València  
Clima i Energia



**TEU** cátedra  
Transición Energética Urbana

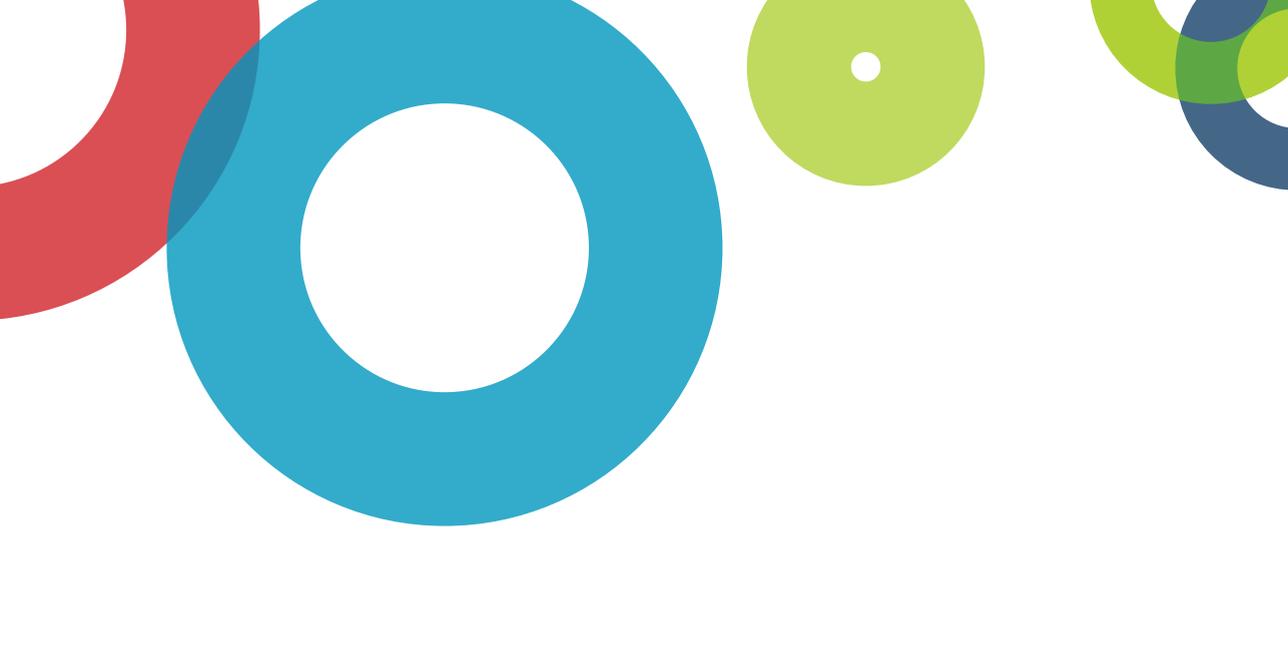
**aeioluz**  
EVOLUCIÓN ENERGÉTICA

## ○ Índice

Resumen ejecutivo.....	6
Motivación del presente estudio .....	10
Glosario de abreviaturas utilizadas.....	13
La estrategia nacional contra la pobreza energética.....	14
El Eje III como estrategia para romper el círculo vicioso... 23	
Los estudios “Pobreza Energética en España” de la Asociación de Ciencias Ambientales.....	31
La pobreza energética en el municipio de València .....	34
La singularidad climática de los territorios en España .....	35
El Mapa de Pobreza Energética de 2016.....	41
La <i>Oficina de l’Energia</i> y otras iniciativas locales para intervenir en la PE .....	45
Impacto de rehabilitar el parque de viviendas en Valencia ...	50
Extracción de parámetros estadísticos significativos.....	58
Informe estadístico del Mapa de Pobreza Energética de 2016 .....	60
Análisis.....	72
Resultados significativos y selección de parámetros para modelos .....	74
Análisis de los modelos y propuestas de mejora.....	82
Definición de cada parámetro dentro de HULC.....	83
Resultados de los modelos iniciales .....	87
Limitaciones a la hora de escoger medidas de mejora aplicables .....	92
Análisis de las mejoras.....	96
Resultados de los modelos mejorados .....	101
Conclusiones del estudio.....	108
Propuestas.....	114
Bibliografía .....	120
Anexo I .....	124



# **RESUMEN EJECUTIVO**



Durante los últimos años, el desarrollo tecnológico de España ha ido unido a un fuerte incremento en la demanda de energía. Esta tendencia ha buscado solucionar el problema a través de metodologías sostenibles que aumentasen la eficiencia energética para conseguir un menor consumo en equipos, sistemas de transporte y edificios de nueva construcción. Las medidas han ido dirigidas a nuevos proyectos, dejando de lado aquellos ya existentes.

Esta realidad la podemos encontrar en el parque de viviendas de nuestro país: edificios construidos a lo largo del siglo pasado, que están muy lejos de las directrices actuales y que rara vez han sido provistos de ninguna rehabilitación desde que fueron construidos. La presente problemática afecta a la demanda energética de las viviendas y, por ende, a las familias que habitan en ellas. Sobre todo, a las que tienen más dificultades económicas. La actual subida de los precios de la luz solo ha sido un añadido a un problema ya existente, que ha provocado un empeoramiento en la situación de unas familias que sufren la denominada pobreza energética.

Las instituciones y organismos públicos han tratado de detectar a las familias que sufren la pobreza energética con la finalidad de ofrecerles ayudas y subvenciones (como, por ejemplo, los bonos sociales). Así, pretenden minimizar las consecuencias de esta situación. Sin embargo, ninguna de estas medidas está centrada en la raíz del problema: la insuficiente eficiencia energética de los edificios y residencias de los ciudadanos.

Esta situación ha sido examinada y estudiada por diversos organismos, que han expuesto la realidad de muchas familias en la ciudad de València. Entre otras, encontramos entidades como el IDAE, la *Oficina de l'Energia* y la Cátedra TEU. Todas ellas ofrecen medidas de contención y elaboran planes estratégicos, pero no se han centrado en la toma de medidas relativas a la rehabilitación de viviendas.

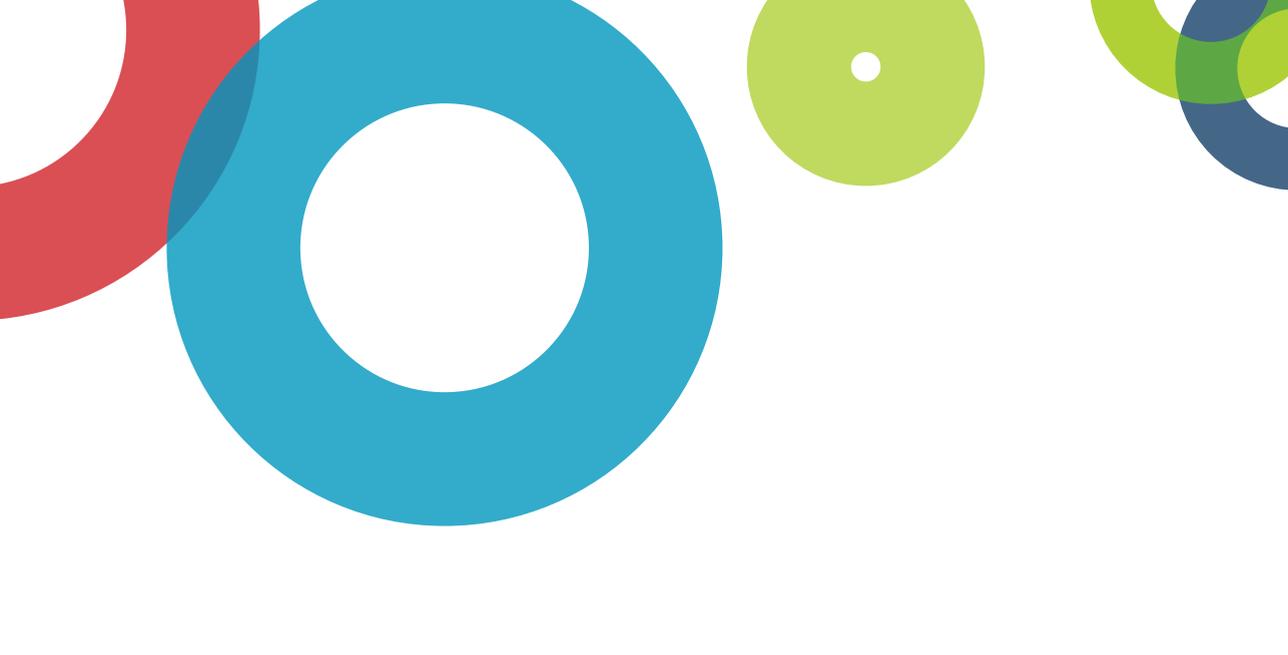
En esta dirección, se ha pretendido estudiar qué medidas de las que se podrían considerar *rehabilitaciones exprés* se pueden aplicar de una manera sencilla y práctica a la realidad del municipio de València, generando un impacto en el problema expuesto. Se analiza cómo afectan los distintos cambios que podrían realizarse en viviendas modelo y qué resultados se derivan de los mismos, permitiendo establecer una dirección clara a seguir para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos con más dificultades.

Desafortunadamente, las consecuencias que se deducen del trabajo aquí expuesto son algo alarmantes, en el sentido de que las condiciones de vida de una familia que sufre pobreza energética son tan difíciles que, incluso en un edificio con las condiciones más favorables, las únicas medidas de rehabilitación económicas y prácticas (*rehabilitaciones exprés*) que podrían llegar a emprender suponen un ahorro de unos 40€ anuales, una sutil mejora en la percepción de confort térmico y no se amortizan hasta varias décadas después.

Se requieren, por tanto, reformas estructurales que mejoren de manera muy significativa la eficiencia energética en dichas viviendas para que el resultado conlleve una mejor calidad de vida para los ocupantes y suponga un ahorro económico y energético efectivo para cambiar su situación, y nada parece indicar que estas personas sean las que puedan por sus propios medios encargarse de acometerlas, por lo que es urgente el apoyo de otros agentes relacionados, si es que se quieren cumplir los compromisos para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible.



# **MOTIVACIÓN DEL PRESENTE ESTUDIO**



El contexto en el que se fragó la idea de la Evaluación técnica de rehabilitaciones exprés para viviendas de familias afectadas por pobreza energética en la ciudad de València fue el ámbito laboral de un departamento universitario, donde se analizan, estudian y enseñan elementos constructivos y equipos electromecánicos desde un punto de vista muy técnico, orientado al ahorro energético y la sostenibilidad. Incluso en un ambiente tan poco “humanista” o social, no era la primera vez que se planteaba la pregunta: si somos capaces de diseñar sistemas y edificios extraordinariamente eficientes y lo exigimos para las viviendas del futuro, ¿por qué esto parece tener tan poca repercusión en la realidad cotidiana, sobre todo la que afecta a las personas en situación más desesperada?

Como cabe imaginar, la pregunta no era exclusiva de nuestro particular entorno, y así lo confirmó una propuesta de proyecto de Beca de Colaboración del Ministerio de Educación y Formación Profesional, orientado a evaluar medidas de aplicación realista que tuvieran impacto en edificios habitados por familias con pobreza energética. La propuesta despertó el interés de un nutrido grupo de personas y dos estudiantes del Máster Universitario en Ingeniería Industrial consiguieron, por

sus méritos e iniciativa, ser beneficiarios de sendas becas para trabajar en él durante un curso completo.

La verdad sea dicha, la orientación inicial del proyecto tuvo que redirigirse parcialmente. Como se comenta en detalle más adelante, algunos de los principales actores del problema de la pobreza energética no lo percibían como tal. No obstante, y con visos de que el trabajo tuviese la máxima utilidad social efectiva, se decidió evaluar el impacto de aquellas reformas sencillas que, teniendo un impacto significativo, no requiriesen una inversión excesiva ni comportasen trámites complejos o dilatados en el tiempo (las llamadas rehabilitaciones exprés). Con el mismo objetivo de ser concretos y precisos, se acotó el estudio a edificios y familias de València. Con ello, se pretende ofrecer directrices a servicios técnicos y sociales del Ayuntamiento de València, a ONG, a empresas de servicios energéticos y otros actores privados para que rentabilicen al máximo sus decisiones estratégicas con respecto al apoyo de personas que sufran pobreza energética, tanto económicamente como desde el punto de vista de su grado de implantación.

Invitamos al lector a revisar con especial atención las conclusiones y las propuestas, pues creemos que pueden hacer replantear y reconsiderar algunas acciones a corto y medio plazo, con el ánimo de que el esfuerzo común permita lograr más justicia energética en el periodo de tiempo más breve posible.

# GLOSARIO DE ABREVIATURAS UTILIZADAS

**ACA:** Asociación de Ciencias Ambientales.

**CTE2019:** Código Técnico de la Edificación, versión actualizada por el Real Decreto 732/2019.

**DB-HE 2019:** Documento Básico – Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación.

**ENPE1924:** Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética 2019–2024.

**EPOV:** Observatorio de la Pobreza Energética de la Comisión Europea.

**ERESEE 2020:** Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación en España.

**ESE:** Empresas de servicios energéticos.

**HULC:** Herramienta Unificada LIDER-CALENER.

**IDAE:** Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

**ITeC:** Instituto de Tecnología de la Construcción.

**IVACE:** Instituto Valenciano de la Competitividad Empresarial.

**nZEB:** Edificio de consumo de energía casi nulo.

**PE:** Pobreza energética.

**PREE:** Programa de Rehabilitación Energética de Edificios.

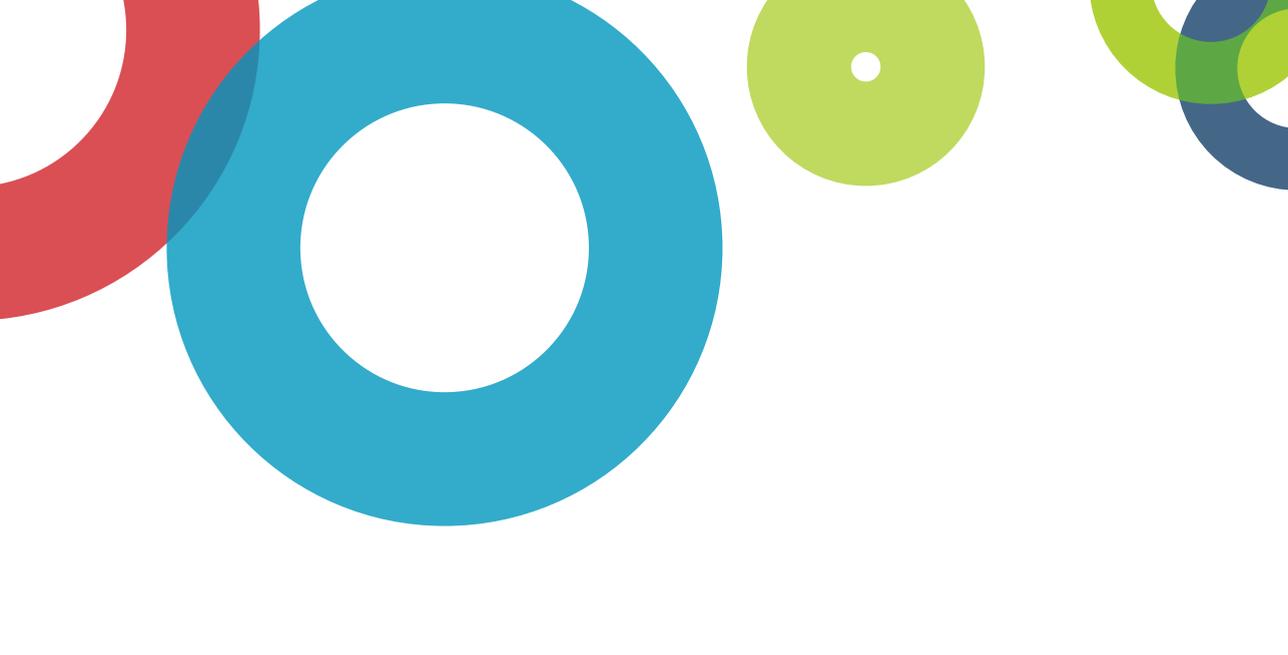
**SATE:** Sistemas de Aislamiento Térmico Exterior.

**TEU:** Cátedra de Transición Energética Urbana.



# **LA ESTRATEGIA NACIONAL CONTRA LA POBREZA ENERGÉTICA**



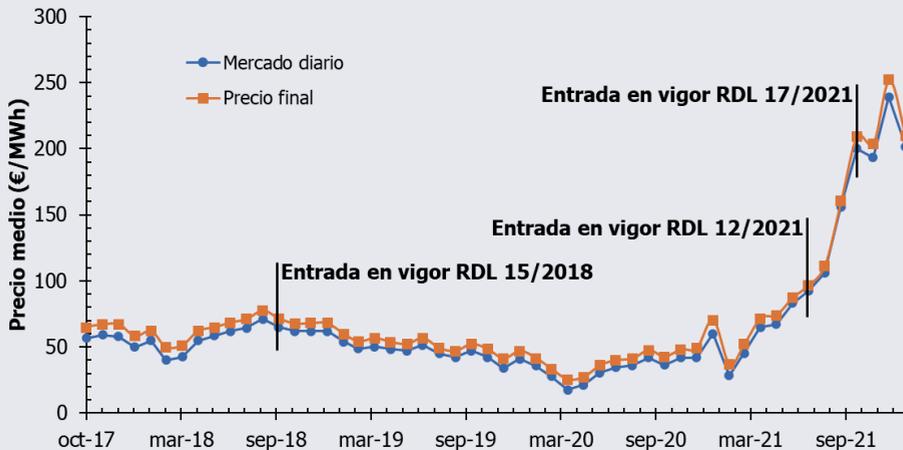


El 5 de octubre de 2018 se publicó en el Boletín Oficial del Estado el Real Decreto-Ley 15/2018 de *medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores*, el cual instaba a la aprobación de una **Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética** (Título I, Capítulo I, Artículo 1.2) por parte del Gobierno de España en el plazo de seis meses.

Según las disposiciones generales II y III del RDL 15/2018, la justificación de la urgencia de las medidas venía motivada por el elevado precio de la electricidad en el mercado mayorista y su repercusión en la facturación a los consumidores. Lejos de suponer una circunstancia puntual, se indicaba que estos precios tenían seguramente una componente estructural a futuro, considerando que el coste de comercialización de las materias primas no tenía previsión de reducirse significativamente y que el precio de los derechos de emisión de gases de efecto invernadero tiene, si acaso, una tendencia al alza en la última década (especialmente aguda en los últimos dos años).

Aunque en el **Gráfico 1** se aprecia una disminución progresiva en 2019 y la primera mitad de 2020, la perspectiva global a 5 años es bastante regular, con un agudo despunte desde inicios de 2021, registrándose máximos históricos en los últimos meses. En otras palabras, si la situación en el plano energético era particularmente llamativa en octubre de 2018, no existen evidencias razonables de que esta se vaya a revertir de manera espontánea, y cualquier previsión estratégica debe estar basada en escenarios incluso más desfavorables al actual, si se quieren satisfacer las necesidades básicas de los consumidores, como por ejemplo el consumo de electricidad.

Los consumidores más vulnerables a este tipo de incrementos en el precio final de la energía eléctrica son aquellos cuya capacidad de negociación es más limitada. Debido a su pequeño volumen de consumo, los propietarios o inquilinos de edificios residenciales deben recurrir a las empresas comercializadoras para acordar el precio de venta, sector susceptible



**Gráfico 1.** Evolución mensual de la media aritmética del precio de casación del mercado diario y del precio final de la demanda nacional en España, en €/MWh. Fuente: OMIEData (consulta pública).

de desarrollar prácticas contrarias a la libre competencia.<sup>1</sup> Si a esto se le suman factores limitantes relacionados con la carencia de recursos económicos, la deficiente eficiencia energética de algunas viviendas o una limitada comprensión del Sistema Eléctrico Español,<sup>2</sup> las familias afectadas por pobreza energética, que suelen presentar todas estas características, están abocadas a ser el *talón de Aquiles* para poder lograr varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible con los que el Gobierno de España está comprometida desde la firma de la Agenda 2030.<sup>3</sup>

Este concepto de “pobreza energética” queda definido en el documento que fue redactado por el Ministerio para la Transición Ecológica como: “la situación en la que se encuentra un hogar en el que no pueden ser satisfechas las necesidades básicas de suministros de energía, como consecuencia de un nivel de ingresos insuficiente y que, en su caso, puede verse agravada por disponer de una vivienda ineficiente en energía”.<sup>4</sup>

Más específicamente, el ministerio circunscribe el concepto de necesidades básicas en materia de energía a “calentarse, cocinar, iluminarse y utilizar electrodomésticos en su casa”, basándose en el modelo estatal británico.

## necesidades básicas en materia de energía calentarse, cocinar, iluminarse y utilizar electrodomésticos en su casa

El problema con este término de pobreza energética (PE) es que es complicado cuantificarlo numéricamente, puesto que entran en juego diferentes variables, principalmente de tipo económico (coste de la energía inasumible) y sanitario (frío o calor intensos en el interior de la vivienda). Cabe destacar, en este sentido, que cuando se habla de energía se asocia típicamente con suministro de electricidad, pero también hay otros recursos relacionados con la definición del párrafo anterior que se suelen incluir en los análisis de PE, como son el consumo de combustibles (gas natural, butano, biomasa)

- 1 Por citar un caso particularmente reciente: Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. *Informe del Consejo del expediente CNS/DE/1467/20*. Madrid, 29 de julio de 2021.
- 2 Defensor del pueblo. *Estudio sobre protección de los consumidores vulnerables en materia de energía eléctrica*, pp. 17-23. Madrid, 2017.
- 3 Como mínimo, los objetivos 1 (Fin de la pobreza), 3 (Salud y bienestar), 7 (Energía asequible y no contaminante) y 10 (Reducción de las desigualdades), si bien resultaría bastante evidente su impacto directo en, al menos, otros cuatro o cinco de los diecisiete totales.

- 4 Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. *Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética 2019 – 2024*, p. 24. Madrid, 2019.

o incluso de agua de red. Aun así, tanto el documento de la Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética 2019–2024 (ENPE1924) como el Observatorio de la Pobreza Energética<sup>5</sup> de la Comisión Europea están de acuerdo en que hay cuatro parámetros primarios que merecen un análisis exclusivo y que pueden medirse en base a datos objetivos y a resultados de encuestas representativas de la población de cada estado miembro, principalmente de la Encuesta de Presupuestos Familiares y la Encuesta de Condiciones de Vida del Instituto Nacional de Estadística (INE), en el caso de España:

▲ **Gasto desproporcionado (2M):** desde este punto de vista, se considera que una familia sufre PE si su gasto energético con relación a sus ingresos es dos veces superior a la mediana nacional (o mayor). Si la mediana estaba en torno al 2,7% en 2019,<sup>6</sup> estarían afectados por PE aquellos núcleos familiares con gasto igual o superior a 54€ de gasto energético mensual por cada 1000€ de ingreso de renta.

▲ **Pobreza energética escondida (HEP o M/2):** en este caso, se identifica PE en aquellos hogares cuyo gasto neto, en €, es dos veces inferior a la mediana nacional. Por tomar de referencia al municipio de València, si la mediana asociada estaba en torno a los 512€ anuales (ver referencia 6), con este criterio existe PE si sospechosamente se gastaban 256€ o menos, como indicio de que el núcleo familiar podría estar renunciando a cubrir sus necesidades por temor a no poder afrontar las consecuentes facturas. Este valor de ejemplo es fuertemente dependiente de la región de España que se esté analizando, algo que se ampliará en detalle en la página 35. Resulta destacable que, pese a lo excluyentes que parecen los índices 2M y HEP entre sí, una familia podría sufrir PE bajo los dos puntos de vista si, por ejemplo, tuviese unos ingresos muy reducidos.

5 Bouzarovski S, Thomson H, Cornelis M, Varo A and Guyet R (EU Energy Poverty Observatory). *Towards an inclusive energy transition in the European Union: Confronting energy poverty amidst a global crisis*, p. 41. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020.

6 Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Actualización de indicadores de la Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética. Madrid, noviembre 2020.

▲ **Incapacidad para mantener la vivienda a temperatura adecuada (*Keep Warm*):** en el contexto de la Unión Europea en su conjunto, este indicador se refiere a aquellas viviendas que no son capaces de mantener una temperatura suficientemente alta en invierno, incluso si tienen sistemas de calefacción y se utilizan. Conforme al vigente Código Técnico de la Edificación (CTE2019), para obtener el confort térmico, la temperatura de los espacios habitables de una vivienda debería mantenerse por encima de 21 °C en invierno y por debajo de 26 °C en verano, pero para el análisis del ENPE1924 se recurre a los resultados subjetivos de la Encuesta de Condiciones de Vida del INE (*sí/no puede el hogar permitirse mantener la vivienda a una temperatura adecuada en los meses fríos*). Por las condiciones climatológicas tan singulares que poseen los países del sur de Europa, la recomendación es que también se evalúe si la temperatura es adecuada en verano, pero el ENPE1924 no parece haber obtenido un registro continuo de este factor, por lo que no se tiene en cuenta.

▲ **Retraso en el pago de facturas (*Arrears*):** este indicador es positivo para PE si ha habido algún retraso o impago en facturas de agua, combustibles, electricidad o comunidad en el último año. No se tiene en cuenta el pago de hipotecas o alquiler que son, por otro lado, cuantías típicamente superiores, llegando a alcanzar el 30-40% de los ingresos familiares mensuales.

En la [Tabla 1](#) se muestra el porcentaje de personas que se detectan como afectadas de PE según cada indicador, para el caso específico de España en el periodo 2014-2019, y de acuerdo con los resultados analizados en el ENPE1924 y sus actualizaciones.

**Tabla 1.** Porcentaje de población española que sufre pobreza energética, de acuerdo con cuatro indicadores diferentes. Los datos coloreados han sido actualizados a la versión más reciente. Fuentes: referencias 4 y 6.

Indicador PE	2008	2014	2015	2016	2017	2018	2019
2M	15,9%	16,6%	16,6%	16,7%	17,3%	16,9%	16,7%
HEP – M/2	14,6%	13,2%	12,2%	11,3%	10,7%	11,0%	10,6%
Keep Warm	5,9%	11,1%	10,6%	10,1%	8,0%	9,1%	7,6%
Arrears	4,6%	9,2%	8,8%	7,8%	7,4%	7,2%	6,6%

Los diferentes indicadores no son acumulables ni estrictamente comparables, puesto que diferentes personas encuestadas podrían estar incluidas en más de uno de los mismos. Es más, se podrían dar diversas situaciones que llevasen a considerar que una familia está afectada por PE tan solo por uno de los indicadores (cualquiera de ellos). En línea con el objetivo divulgativo del siguiente estudio y para facilitar la comprensión de estos índices, se exponen a continuación varios casos ficticios (todos radicados en la ciudad de València), y su calificación de PE.

*Jesús y Ana son una familia con tres hijos, uno de ellos con discapacidad intelectual. Ellos son los únicos que aportan a la renta familiar, con una cuantía media mensual de 2800€ netos. Gastan unos 1600€ anuales en energía (> 512€), lo que representa una media del 4,7% de su renta mensual (< 5,4%). Su vivienda cuenta con dispositivos de calefacción y refrigeración, pero procuran utilizarlos solo cuando el frío o el calor son insoportables, para poder hacer frente a los gastos familiares (hipoteca, facturas, escolaridad de los hijos...), ya que su ahorro familiar es mínimo. Por tanto, declaran que, en ocasiones, son incapaces de mantener una temperatura confortable en la vivienda. De acuerdo únicamente al indicador Keep Warm, la familia de Jesús y Ana sufriría pobreza energética.*

*Beatriz y Sofía son pareja de hecho y sin hijos. La única fuente de ingresos la aporta la actividad laboral de Sofía, puesto que Beatriz se está “preparando oposiciones”. De los 12500€ netos anuales que ingresa Sofía, tan solo requieren 460€ para pagar las facturas asociadas a la energía (< 512€), porque viven en una vivienda moderna y de alta eficiencia energética, propiedad de los padres de Beatriz. Esto supone un 3,7% en gasto energético (< 5,4%). Tienen capacidad para asumir holgadamente las facturas y no pasan frío ni calor significativo en la vivienda, y sin embargo sufren pobreza energética, conforme al indicador HEP.<sup>7</sup>*

*Ernesto, de 68 años, es jubilado y vive en un domicilio compartido con otras dos personas, de edad similar. Tiene alcoholismo desde hace años, y su pensión es reducida porque en sus últimos años de vida laboral esta adicción le ha supuesto dificultades para mantener un puesto de trabajo de manera estable, así como para mantener un compromiso en el pago de las facturas. El consumo de energía anual es bastante reducido (< 512€, y algo menor que el 5,4% de sus ingresos), porque todos los integrantes de la casa han sufrido periodos en los que se han encontrado sin hogar, por lo que consideran que usar la calefacción es un capricho innecesario, y soportar frío es normal, y se puede evitar con mantas y sacos de dormir. Pese a la situación tan precaria de Ernesto, que sin duda afectará a su salud, tan solo dos de los indicadores detectarían que sufre pobreza energética: HEP y Arrears.*

Los análisis y conclusiones del ENPE1924 parecen reflejar tres cosas. Por un lado, que la pobreza energética parece estar reduciéndose en el periodo 2015-2019, para los principales indicadores (Tabla 1). La disminución, si bien es algo modesta, parece estructural y continua, salvo para el indicador 2M, cuya tendencia es más plana. Más destacable aún, si se analizan los diferentes índices por diferentes categorías y situaciones

<sup>7</sup> Lejos de pretender ser una crítica a los indicadores de medición de la PE, este ejemplo pretende ilustrar la razón por la que no hay un único indicador que cuantifique con precisión la pobreza energética. También cabe destacar que este ejemplo y, sobre todo, el anterior, seguramente no serían percibidos por la propia familia como casos de PE, en parte porque existe un estigma social asociado a este término, por lo que los núcleos familiares no desean ser calificados como tal, incluso cuando hay fuertes evidencias en esta línea.

personales, resulta evidente que hay factores de vulnerabilidad que incrementan la incidencia hasta 3 veces más. Esto supone que en los siguientes colectivos la PE es especialmente representativa y preocupante: personas que viven solas (con o sin menores a cargo), desempleados, mayores de 65 años, núcleos familiares con ingresos reducidos y residentes en viviendas con alquiler de renta antigua que estén, además, ubicadas en climas mediterráneos o cálidos. Por último, el resultado seguramente más impactante y desalentador es la cantidad de población en términos absolutos que se ven afectadas en España por la PE. Incluso en el mejor de los escenarios, 3,5 millones de personas se encuentran en situación de pobreza energética, y la horquilla llega hasta 8,1 millones según el índice más desfavorable (el indicador 2M, en este caso). Los porcentajes y su tendencia son prácticamente idénticos a la media de los 27 países miembros de la Unión Europea (entre los que consta España, que en consecuencia contribuye a los cálculos). Pero eso no le resta dramatismo a unas tasas que difícilmente consideraríamos aceptables si se tratase de analfabetismo o desnutrición infantil, especialmente teniendo en cuenta los severos problemas sociales y de salud asociados directamente a la PE, según el mismo ENPE1924.

**3,5 millones de personas se encuentran en situación de pobreza energética, y la horquilla llega hasta 8,1 millones según el índice más desfavorable**

Puede resultar algo contraintuitivo el hecho de que residir en una región de España con un clima más cálido (Extremadura, Comunitat Valenciana, Andalucía...) sea un factor de vulnerabilidad para sufrir PE, ya que, en primera estancia, una temperatura anual promedio más elevada debería suponer menos severidad en invierno y, con ello, menos consumo energético. La razón por la que esto sucede se justifica más detalladamente en el apartado [La singularidad climática de los territorios en España](#). Sin embargo, sí se puede destacar que el ENPE1924 estima que, si se considerase también la falta

de confort térmico por calor en verano a la hora de calcular el índice *Keep Warm*, la pobreza energética alcanzaría niveles del 26% de la población española (esto es, aproximadamente 12 millones de personas).<sup>8</sup> Este dato indica que los resultados preliminares del estudio del ENPE1924 son muy optimistas con respecto a municipios como València, por no reflejarse adecuadamente sus singularidades geográficas y climáticas.

## ○ El Eje III como estrategia para romper el círculo vicioso

Los objetivos que se plantean en la Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética 2019-2024 están íntimamente relacionados con los indicadores antes mencionados. En concreto, se busca una reducción a la mitad de los cuatro índices primarios con respecto a los valores publicados para 2017, en el plazo en que finalice la ENPE1924. Es decir, para el indicador 2M el valor registrado en 2025 debería ser 8,6% (la mitad de 17,3%), si bien establece un compromiso mínimo de reducción para todos ellos del 25% (12,9% en el caso del 2M, etc.). Es, sin lugar a dudas, un objetivo sugestivo, y plantea cuatro ejes de mejora y actuación para lograrlo:

▲ **Eje I. Mejorar el conocimiento de la pobreza energética:** se trata de tres medidas orientadas a ofrecer una metodología eficaz, transparente y precisa de evaluar la PE que, como ya se ha visto, es difícil definir y valorar cuantitativamente.

▲ **Eje II. Mejorar la respuesta frente a la situación actual de pobreza energética:** mediante otras tres medidas concretas relacionadas con subsidios y protección frente a olas de frío/calor, se pretende hacer frente de manera inmediata a los casos de PE más extremos y vulnerables, donde los efectos ya son graves y evidentes.

<sup>8</sup> Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. *Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética 2019 - 2024*, p. 59. Madrid, 2019.

▲ **Eje III. Crear un cambio estructural para la reducción de la pobreza energética:** este es el bloque más ambicioso y, seguramente, el de mayor impacto, puesto que engloba cinco medidas divididas en actuaciones a corto, medio y largo plazo, que tienen como objetivo reducir activamente el número de personas en situación de PE, implicando a tantos actores como sea necesario. Destaca, en este eje, el hecho de que todas las medidas pasan por la rehabilitación de edificios habitados por personas con PE o bien con la sustitución de equipos por otros energéticamente más eficientes.

▲ **Eje IV. Medidas de protección a los consumidores y concienciación social:** las últimas ocho medidas están relacionadas con la detección precoz de situaciones en riesgo de PE, adaptar la legislación a estas circunstancias y proporcionar una autonomía crítica a los consumidores para mejorar su autogestión y evitar situaciones de abuso.

Las medidas del Eje III son aquellas que pretenden generar un cambio no tanto en la situación del hogar, sino en el parque de viviendas, de modo que el beneficio repercuta tanto a escala familiar como de todo el conjunto de un municipio o sociedad. Además, estos cambios son los de más largo recorrido y de varias décadas de efecto, aunque también los que mayor inversión económica requieren. De hecho, si las actuaciones de toda la estrategia están divididas en 9 líneas por los diferentes actores en los que influyen o en los que se basan, llama la atención que el Eje III al completo pertenece a la línea estratégica número 6, de “reducción del número de personas en situación de pobreza energética”.

Dicho de otro modo, si bien el resto de Ejes son necesarios para actuar y ofrecer soluciones tan pronto como sea

posible (especialmente en los casos más graves de PE), los objetivos de la ENPE1924 son inasumibles si no se trabaja sobre el siguiente supuesto: que la principal razón por la que las familias sufren de pobreza energética en España es la baja eficiencia energética de los edificios que habitan.

## “ La principal razón por la que las familias sufren de pobreza energética en España es la baja eficiencia energética de los edificios que habitan

La calificación y cuantificación de esta *eficiencia energética* de los edificios en España se rige por el Documento Básico – Ahorro de Energía (DB-HE 2019) del Código Técnico de la Edificación (recientemente actualizado por el 732/2019), el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RD 178/2021) y el documento reconocido de condiciones técnicas para la certificación energética,<sup>9</sup> en línea con las exigencias de la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo en materia de eficiencia energética de los edificios. Estos reglamentos técnicos exigen condiciones muy rigurosas en cuanto a la calidad energética de los edificios y equipos térmicos a los que se refieren (climatizadores, calentadores de agua...). Sin embargo, tan solo suponen unos requisitos mínimos para aquellos edificios de nueva construcción o que sufran una reforma significativa, por lo que la mayor parte del parque actual de viviendas no se ve afectado por estas exigencias. Es más, el sistema de calificación por colores y letras, que resulta sencillo e intuitivo (Figura 1) resulta ser muy eficaz para evaluar viviendas modernas, eficientes y confortables (letras A o B), pero no está específicamente preparado para edificios antiguos y mal acondicionados. Por ejemplo, una residencia de principios del s.XX sin rehabilitar y sin más equipos declarados que un calentador pequeño de agua podría llegar a obtener una D.

Una de las medidas de mayor calado, impacto y presupuesto (estimado) de los ejes “urgentes” (por lo que sería equiparable al Eje III, de modificaciones estructurales) es el Bono

<sup>9</sup> Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico y Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. *Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios*. Madrid, febrero 2020.

Social Energético que también incluye el aplazamiento del corte de suministro para los consumidores vulnerables en determinadas circunstancias. El problema, en este sentido, es que existen en la práctica dos medidas diferentes y complementarias con estas características (Bono Social de la Electricidad y Bono Social Térmico), que el trámite debe solicitarse por parte del consumidor energético y que se debe probar anualmente que se mantienen las condiciones para ser beneficiario de esta subvención (en forma de rebaja del 25-50% sobre la factura, sin impuestos). Esto conduce a que tan solo pueda llegar a beneficiar a una fracción modesta de familias afectadas con pobreza energética. Por ofrecer datos actualizados, tras el primer semestre de 2021, cerca de 1,3 millones de personas en España constaban de alta en el Bono Social de la Electricidad en los registros del Ministerio



Figura 1. Etiqueta de eficiencia energética y descripción de sus elementos.

Fuente: IVACE.

de Transición Ecológica.<sup>10</sup> Esta cifra, nada desdeñable en términos absolutos, es considerablemente inferior a los 3,5 millones de personas afectadas por PE, según el indicador más optimista. Teniendo en cuenta, además, que estos bonos sociales no están orientados solo a familias afectadas con PE, sino a *usuarios en situación vulnerable*, es decir, un rango más amplio de personas, el dato de beneficiarios activos resulta algo desalentadora como estrategia que sirva de motor de cambio de la situación.

👉 [...] tras el primer semestre de 2021, cerca de 1,3 millones de personas en España constaban de alta en el Bono Social de la Electricidad [...] el dato de beneficiarios activos resulta algo desalentadora como estrategia que sirva de motor de cambio de la situación.

En contraposición, tanto la rehabilitación energética de un edificio como las medidas que se proponen en el Eje III del ENPE1924, y especialmente si se trata de una reforma integral, tiene un impacto muy significativo en la calidad de vida de los ocupantes del edificio rehabilitado, que es además muy poco dependiente de las buenas o malas praxis en materia de eficiencia energética de los mismos. Es más, el cambio es duradero por el plazo de varias décadas (no menos de 25 años), y supone un beneficio tanto para las familias que residen en el momento de la reforma como para los sucesivos inquilinos de éste. Son, por tanto, acciones costosas, pero de una importancia clave para lograr el cambio.

En el contexto de este estudio, destaca la medida 7 del Eje III, orientada a la *rehabilitación exprés de viviendas*. Se trata de la medida más a corto plazo de este bloque, que pretende ofrecer soluciones de bajo coste y ejecución en un plazo breve, principalmente basadas en actuaciones menores sobre la envolvente térmica de una única vivienda (no el bloque completo) que puedan tener un impacto significativo. Adicionalmente, y si resulta conveniente, se propone sustituir equipos que

<sup>10</sup> Camarero, José María. 200.000 hogares acceden al bono social este año de precio récord de luz. Diario El Correo, 12 de julio de 2021 (Edición digital).

11 de Luxán García de Diego M, Sánchez-Guevara Sánchez C, Román López E, Barbero Barrera MM, Gómez Muñoz G. *Re-habilitación exprés para hogares vulnerables. Soluciones de bajo coste*. Fundación Gas Natural Fenosa, julio 2017.

consuman mucha energía con respecto a otros modelos de su gama. De acuerdo con las buenas prácticas que el propio documento recomienda, se trata de intervenciones de unos 2000-8000€ que se puedan ejecutar de manera muy rápida, entre un día y una semana, y con las mínimas molestias tanto administrativas (permiso de la comunidad de propietarios, licencias de obra...) como domésticas (que la familia tenga que abandonar el domicilio o modificar su mobiliario).<sup>11</sup> Destaca, eso sí, que la modalidad de la ayuda es en forma de subvención, que se basará en los fondos propios del Ministerio para la Transición Ecológica, el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y otras entidades autonómicas y locales que deseen participar. Esto podría comprometer la efectividad de la estrategia, puesto que, si recae en las personas afectadas por PE la responsabilidad de realizar todos los trámites administrativos y adelantar el dinero de la intervención, es probable que solo una parte marginal de los afectados acaben siendo beneficiarios, como ocurre con frecuencia en este tipo de ayudas por subvención. Sí resultaría especialmente atractivo una vía alternativa para la gestión de las ayudas que se menciona en la ENPE1924. En ella, intervendrían empresas de servicios energéticos (ESE) en concurrencia competitiva para ofrecer soluciones eficientes a un listado controlado de consumidores vulnerables. De ese modo, tanto la tramitación como el coste total de la intervención se asumiría por parte de las ESE y no del consumidor (que solo retribuiría a la ESE por la parte no subvencionada, en su caso), si bien existen pocos precedentes de este tipo de procedimientos en España.

**66** **Sí resultaría especialmente atractivo una vía alternativa para la gestión de las ayudas mencionada en la ENPE1924. [...] tanto la tramitación como el coste total de la intervención se asumiría por parte de las ESE y no del consumidor**

En paralelo, las otras medidas del Eje III, de medio y largo plazo, están relacionadas con (i) fomentar el alquiler social en el parque de vivienda pública, (ii) sustituir equipos consumi-

dores de energía por otros más eficientes, (iii) la rehabilitación integral de edificios completos (no solo viviendas unifamiliares) y (iv) apoyar la parte de la Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación en España (ERESEE 2020)<sup>12</sup> que afecta a los hogares con PE. Resulta llamativo, eso sí, cómo se plantean las intervenciones (solo sobre la envolvente térmica) y la financiación dirigida a la ERESEE 2020:

▲ **Rehabilitación de viviendas sin PE** (10,71 millones estimadas): intervención sobre un 11,2% de estas en el periodo 2021-2030, alcanzando un 66,3% en el año 2050 (página 240 de la referencia 12). Coste medio de la intervención: 5000-10000 €/vivienda, con una inversión total de 48,3 M€ de fondos públicos hasta 2050.

▲ **Rehabilitación de viviendas con PE** (2,57 millones estimadas, 19,4% del total): intervención sobre un 12,3% de las mismas en el periodo 2021-2030, alcanzando un 37% en el año 2050 (página 273 de la referencia 12). Coste medio de la intervención: 2721 €/vivienda, con una inversión estimada de 1,5 M€ de fondos públicos, solo hasta 2030.

Es decir, la planificación está más definida a largo plazo para las viviendas que no están habitadas por familias afectadas por PE, y se espera lograr un mayor impacto relativo en estas para el año 2050. Además, los “menús” (propuestas reales de intervención) asignadas a cada partida son considerablemente diferentes, aplicando medidas integrales de rehabilitación que suponen ahorros energéticos superiores al 60% para el primer caso (sin PE), y con propuestas más básicas y de menor eficacia para los consumidores afectados por PE, cuyo coste estará subvencionado (entre un 20 y un 100%) por diferentes agentes de la Administración Pública.

<sup>12</sup> Secretaría General de Agenda Urbana y Vivienda. Actualización 2020 de la Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación en España. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, junio 2020.

Para más detalle respecto a este tipo de subvenciones, se pueden consultar las bases reguladoras y las actualizaciones mediante resoluciones del IDAE del Programa de Rehabilitación Energética de Edificios (PREE), dotado presupuestariamente de más de 400 M€.

**Tabla 2.** Porcentaje del coste de inversión en viviendas habitadas por familias afectadas por PE subvencionado públicamente, en función del nivel de renta familiar con respecto al IPREM. Fuente: referencia 12, p. 270.

	Inferior 1x IPREM	Entre 1 y 2x IPREM	Entre 2 y 3x IPREM	Más de 3x IPREM
% Financiación	100%	75%	50%	20%
% Hogares	19,0%	44,9%	24,2%	11,9%

Por último, caben destacar dos aspectos que resultan contrarios a la evidencia y las recomendaciones. De un lado, el ERESEE 2020 plantea dos escenarios (sustitución de equipos o combinación de sustitución de equipos + rehabilitación con medidas pasivas), a pesar de que en este documento y en la ENPE1924 se especifica que se deben priorizar las medidas pasivas para evitar adquirir equipos energéticamente sobredimensionados. Por otro, aunque se dice que se priorizarán las comunidades autónomas con mayor tasa de PE, se aplica un factor de ajuste por reducción a aquellas regiones con menor severidad climática en invierno ( $\alpha$ , A, B y C), obviando que los municipios más poblados de las CCAA con PE más significativa con respecto a los cuatro indicadores (a saber, Andalucía, Baleares, la Comunitat Valenciana, Extremadura y Melilla), están todos entre la A y la C.

## ○ Los estudios “Pobreza Energética en España” de la Asociación de Ciencias Ambientales

La Asociación de Ciencias Ambientales (ACA) es una estructura no gubernamental que realiza, de manera independiente y con fondos propios, estudios integrales en materia de transición energética, biodiversidad, economía circular, gestión del agua y los efectos de calidad ambiental en la salud. La razón por la que se hace mención de la ACA en particular es porque, en sus tres Estudios sobre Pobreza Energética en España de los años 2012, 2014 y 2016 ofrecía recomendaciones que han resultado ser reveladoras, en cuanto a que se tomaron como referentes a la hora de establecer criterios estatales futuros. Sirvan de ejemplo las modificaciones a los índices para determinar la PE, las medidas de microeficiencia, las propuestas para dar autonomía a los consumidores vulnerables, el alcance y estructura del bono social o la prevención de cortes de suministro a familias afectadas por PE severa en periodos estacionales adversos.

Obviamente, existen otras iniciativas con análisis muy minuciosos y resultados actuales. Por citar algunos de los más relevantes, la tercera parte del Informe España 2019 publicado por la Universidad Pontificia Comillas, el Observatorio de políticas ambientales 2021 editado por el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) o recientes trabajos de investigación de grupos como el Departamento de Ciencias Experimentales y de la Salud (Universitat Pompeu Fabra) o el *Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals* (Universitat Autònoma de Barcelona). No se ha recurrido a hacer un desglose exhaustivo de las conclusiones de estos trabajos, no obstante, por ser prácticamente idénticas a las del informe más actual de la ACA, *Pobreza energética en España. Hacia un sistema de indicadores y una estrategia de actuación estatales*, publicado en 2018.

En él se revela que, considerando el fenómeno desde un punto de vista multifactorial (analizando índices de PE,

las personas en riesgo de pobreza y exclusión social o los potenciales beneficiarios del Bono Social Eléctrico), la pobreza energética afecta, directa o indirectamente en forma de vulnerabilidad, a entre un 20 y un 30% de la población española total. Se destaca que, de estos, hay un perfil mayoritariamente afectado: el de familias monoparentales de madre o personas mayores que viven solas, que están en régimen de alquiler y utilizan combustibles sólidos o líquidos para calentar su vivienda.

### la pobreza energética afecta, directa o indirectamente en forma de vulnerabilidad, a entre un 20 y un 30% de la población española total

Se hace hincapié también en que, aunque factores como el nivel de ingresos o la protección social disponible son más determinantes para explicar la PE, el clima está relacionado con el riesgo de sufrir PE justo a la inversa de cómo se asume en el conjunto de la Unión Europea y como, en consecuencia, se presupone en la ENPE1924 y otros documentos estratégicos análogos.

### el clima está relacionado con el riesgo de sufrir PE justo a la inversa de cómo se asume en el conjunto de la Unión Europea

Por todo ello, el informe propone una serie de recomendaciones orientadas a las administraciones públicas y los “líderes energéticos”, de las que se destacan las más relevantes para este estudio:<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Tirado Herrero S, Jiménez Meneses L, López Fernández JL, Irigoyen Hidalgo VM. Pobreza energética en España. Hacia un sistema de indicadores y una estrategia de actuación estatales, pp. 99-105. Asociación de Ciencias Ambientales, Madrid, 2018.

1. **Generar un cambio estructural en el acceso a la vivienda** y a servicios y suministros básicos, para prevenir que incluso se pueda llegar a contribuir accidentalmente a cronificar la pobreza y la vulnerabilidad energética mediante medidas paliativas.
2. **Jerarquizar las medidas más urgentes** con criterios basados en evidencia para que tengan una financiación

preferente. En este sentido, se incluyen dos ejemplos muy ilustrativos: aplicar medidas de pago de facturas por parte de los servicios sociales al colectivo afectado simultáneamente por los indicadores HEP y *Arrears* (de impacto mínimo para la Administración Pública y muy efectivo para este colectivo), o también promover la mejora de eficiencia energética en edificios habitados por familias positivas para los indicadores 2M y *Keep Warm* a la vez (donde el efecto sería más significativo).

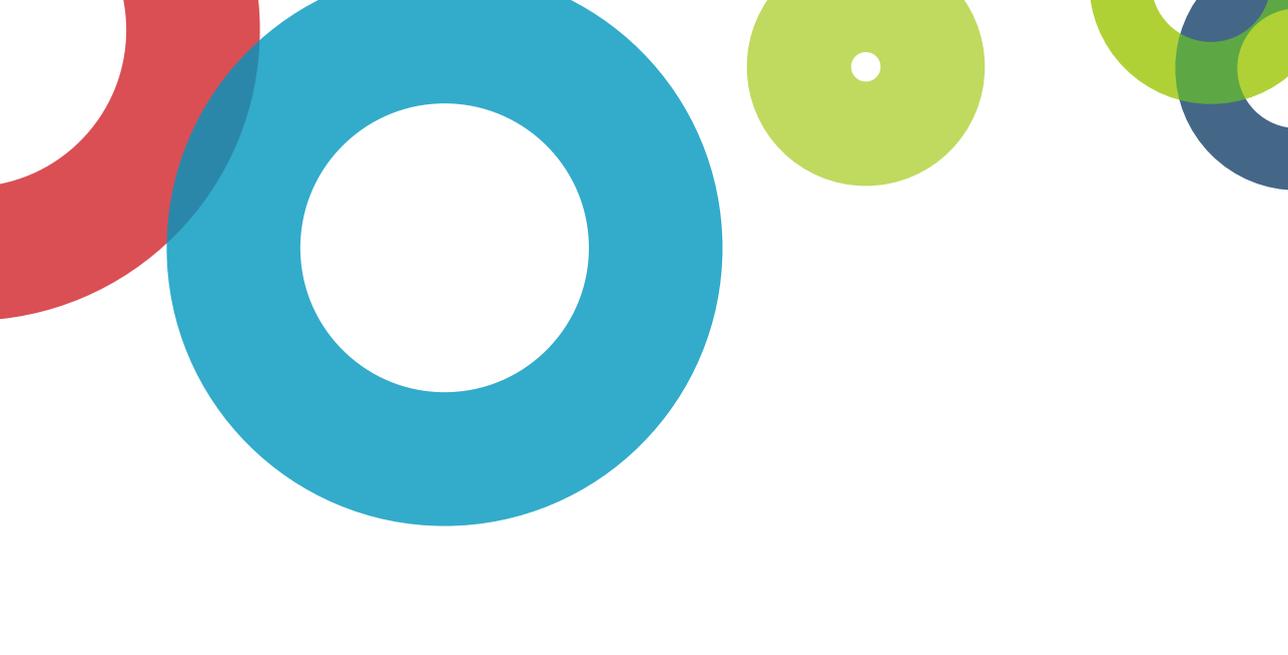
3. **Exigir a los actores públicos** que no se conformen con servir de ejemplo en cuanto a la certificación energética de los edificios públicos, sino que actúen sobre el parque de viviendas sobre el que tienen cierto control, para que estos edificios, incluidos los existentes, cumplan con el estándar de consumo de energía casi nulo (nZEB).
4. **Incentivar el desarrollo de opciones de autoconsumo** y de aplicación de energías renovables a nivel de comunidades de vecinos y barrios, acciones significativamente más efectivas sobre el consumo energético que las de índole particular.
5. **Reproducir iniciativas público-privadas que cuenten con resultados precedentes de éxito.** Se cita, en este sentido, al Programa de Rehabilitación de Viviendas del Ayuntamiento de Barcelona o el Plan MAD-Re del Ayuntamiento de Madrid.

En este punto, y vistas estas consideraciones, parece apropiado volver a destacar que la PE, que tiene un impacto significativo en la sociedad, es una consecuencia directa y estructural del sistema energético en España, que no tiene visos de resolverse en la práctica salvo que se produzcan cambios importantes en factores preventivos como una buena calidad de las viviendas donde se alojan las familias que la sufren. Dicho de otro modo, no se lograrán objetivos estratégicos en materia de eficiencia energética si se “deja atrás” a una parte relevante de la población.

“no se lograrán objetivos estratégicos en materia de eficiencia energética si se “deja atrás” a una parte relevante de la población



**LA POBREZA  
ENERGÉTICA  
EN EL  
MUNICIPIO DE  
VALÈNCIA**



## ○ La singularidad climática de los territorios en España

La Península Ibérica y España en particular tienen unas condiciones geográficas únicas por su diversidad geológica, su contacto con el Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo y su ubicación al sur de Europa. Esto lleva a que, de acuerdo a la clasificación de Köppen-Geiger, coexistan en España tres climas principales (Csa, Csb y Cfb), aunque a un nivel más detallado pueden considerarse hasta diez, a diferencia de países como Reino Unido, Francia o Polonia, que tienen un único clima principal, con variaciones en las regiones limítrofes.

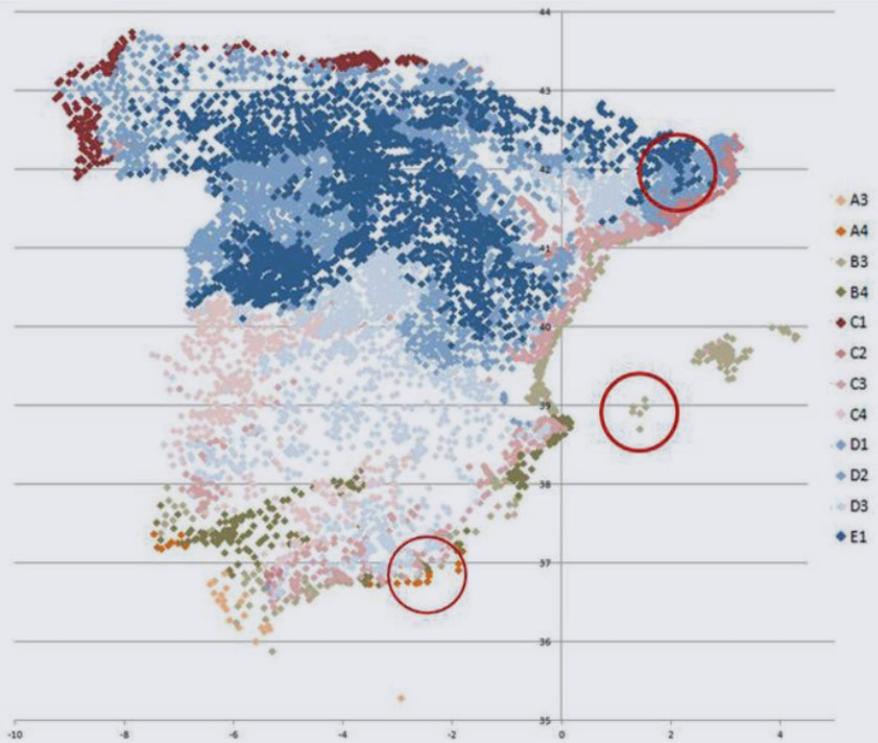


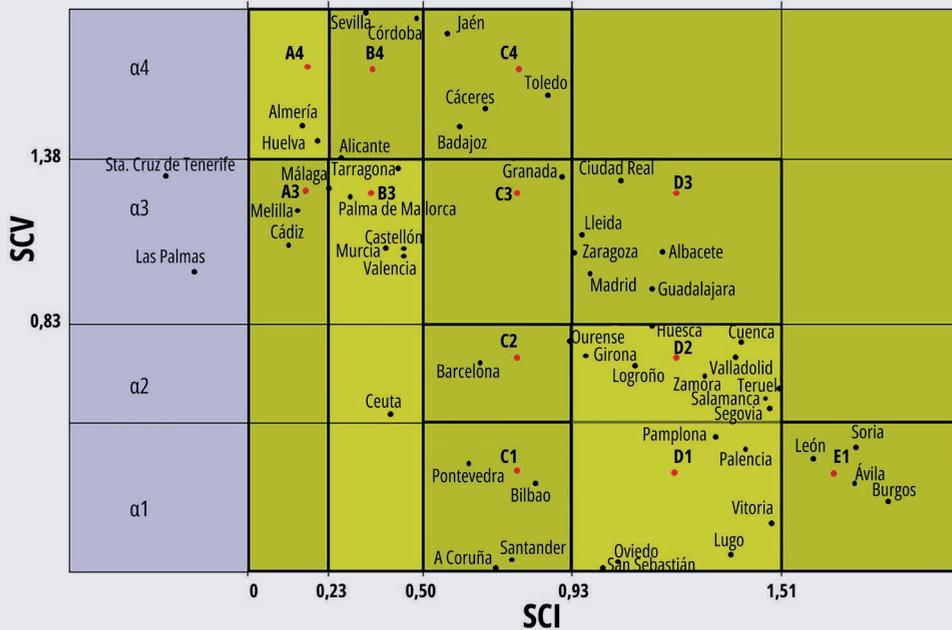
Gráfico 2. Mapa de España con un código de colores basado en los climas de referencia del Código Técnico de la Edificación, el clima característico de los municipios españoles.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Larrumbide E, Bedoya C. El comportamiento del hueco de ventana en la arquitectura vernácula mediterránea española ante las necesidades de acondicionamiento solar. Informes de la Construcción, 67(539): e105, 2015.

<sup>15</sup> Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

A efectos de evaluar la calidad de los edificios desde el punto de vista energético el Documento Básico Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación, en su versión más actualizada,<sup>15</sup> atribuye a cada ubicación del territorio de España una designación alfanumérica (llamada *zona climática* o *clima de referencia*) en función de la provincia a la que pertenece y la altitud del terreno. Se utilizan letras para designar la severidad del invierno (del más suave, A, al más riguroso, E, incluyendo  $\alpha$  que solo se asocia a las islas Canarias) y números para lo propio con el verano (del 1, más fresco, al 5, más caluroso). Con esta codificación, se pueden describir con E1 lugares como Ávila o Burgos, donde los inviernos son duros, pero, en contraposición, los veranos son

suaves, o puntos donde todas las estaciones son bastante moderadas (C2), como Barcelona. El **Gráfico 2** muestra un mapa con la clasificación descrita para los municipios españoles y en el **Gráfico 3** se puede ver un diagrama con la ubicación de los climas de las capitales de provincia con respecto a sus correspondientes *climas de referencia* (destacados en rojo). Como se puede apreciar, no existe una *zona climática* predominante, y las regiones costeras suelen presentar una marcada diferencia con respecto a las poblaciones del interior.



**Gráfico 3.** Representación bidimensional de las características climáticas estacionales de las capitales de provincia españolas. SCI: severidad climática en invierno. SCV: severidad climática en verano. Los citados climas de referencia se indican también en el gráfico con puntos rojos<sup>14</sup>.

Resulta, por tanto, muy sensato para la ENPE1924 y la ERESEE 2020 desagregar los datos de los estudios sobre PE en diferentes regiones climáticas o, al menos, por provincias, como se ha hecho. Lo que sí llama poderosamente la atención es que

esta discriminación no se haya hecho para favorecer a las comunidades autónomas y provincias con mayores índices de PE. Como ya se ha indicado anteriormente, debido a una mala interpretación de los criterios que utiliza el Observatorio de la Pobreza Energética (EPOV) de la Comisión Europea, los criterios de la ERESEE 2020 penalizan a las comunidades autónomas españolas asociadas a zonas climáticas  $\alpha$ , A, B y C, en beneficio de los climas con mayor severidad en invierno. Esto se debe a que el fenómeno de que la PE se concentre en climas cálidos es prácticamente exclusivo de España, y rara vez un estado de la UE tiene que considerar que sus edificios residenciales están inadecuadamente preparados para temperaturas excesivamente elevadas.

### **los criterios de la ERESEE 2020 penalizan a las comunidades autónomas españolas asociadas a zonas climáticas $\alpha$ , A, B y C, en beneficio de los climas con mayor severidad en invierno**

En efecto, a juzgar por los datos de la [Tabla 3](#), las comunidades autónomas que menor porcentaje de población afectada con PE van a poder atender con la asignación presupuestaria del ERESEE 2020 son, de menor a mayor, Baleares, Comunitat Valenciana, Murcia, Andalucía y Galicia. Sorprende poderosamente la similitud cuando estos datos se contrastan con las comunidades autónomas cuya población, en promedio, está afectada por PE desde el punto de vista de tres o más indicadores: Andalucía, Extremadura, Comunitat Valenciana y Murcia. Esto concuerda con el análisis multifactorial del último informe de la ACA (ver referencia 13, p. 13), donde los resultados de las comunidades más afectadas por PE eran las mismas, sustituyendo Extremadura por Castilla-La Mancha, si bien en este caso los datos corresponden a 2016. Es más, resulta también singular que se obviase del estudio de la ERESEE 2020 tanto Canarias como las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla porque se considera que no “cuentan con sistemas de calefacción”, incluso si son comunidades en las que la PE es superior a la media en 2 o 3 de los indicadores.

*Tabla 3. Indicadores actualizados de PE para 2019 (izquierda), fracción de población con PE sobre la que se quiere intervenir y asignación presupuestaria de la ERESEE 2020 por comunidades autónomas y media nacional. Se destacan en color los valores de indicadores de PE por encima de la media nacional. Fuente: elaboración propia a partir de datos de las referencias 6 y 12 (p. 273).*

2M	HEP	Keep Warm	Arrears		% a intervenir sobre PE	Presupuesto total (millones de €)
<b>22,98</b>	<b>15,53</b>	<b>9,1</b>	<b>9,4</b>	Andalucía	10,8	321,95 M€
12,18	5,54	4	3	Aragón	13,2	78,76 M€
11,69	8,01	<b>8,2</b>	3	Asturias	13,3	43,22 M€
<b>19,97</b>	8,2	6,5	<b>7,6</b>	Illes Balears	9,5	43,91 M€
11,65	7,81	3	2,9	Cantabria	12,4	24,82 M€
14,96	8	5,3	2,3	Castilla y León	14,4	241,75 M€
<b>26,38</b>	6,72	<b>13,2</b>	4,4	Castilla-La Mancha	15,0	203,70 M€
13,94	7,29	<b>8,3</b>	6,5	Cataluña	12,3	412,30 M€
<b>16,97</b>	<b>12,08</b>	6,1	<b>7,8</b>	Comunitat Valenciana	10,0	149,53 M€
<b>23,3</b>	<b>15,17</b>	<b>11,5</b>	<b>7,9</b>	Extremadura	13,0	50,16 M€
<b>17,11</b>	<b>11,96</b>	6	4,4	Galicia	11,9	122,15 M€
12,74	5,42	<b>8,3</b>	5,4	Madrid	13,9	331,48 M€
<b>24,37</b>	<b>11,88</b>	5,1	<b>9</b>	Murcia	10,5	42,72 M€
12,02	3,98	<b>10,2</b>	5	Navarra	12,6	37,46 M€
7,99	6,06	5,4	<b>7,3</b>	País Vasco	11,3	49,70 M€
12,45	3,64	2,6	2,2	Rioja (La)	13,7	27,84 M€
<b>16,7</b>	<b>10,6</b>	<b>7,6</b>	<b>6,6</b>	<b>España</b>	<b>12,3</b>	<b>2.181,45 M€</b>

Esto provoca desigualdades adicionales en el reparto del esfuerzo presupuestario de la que es seguramente la iniciativa pública más relevante y transformadora a nivel estatal para los próximos años, dejando, en el fondo, a la administración autonómica y entidades privadas la responsabilidad de aportar la cuota diferencial de esfuerzos y recursos económicos, si se quiere reducir la PE a los mismos niveles en todo el territorio estatal. Esto, unido a que el Código Técnico de la Edificación

ha exigido desde su creación mejores prestaciones energéticas mínimas a los edificios cuanto mayor severidad en invierno tenga su emplazamiento (ver [Tabla 4](#)), provoca una situación de especial vulnerabilidad a la Comunitat Valenciana.

*Tabla 4. Ejemplo de valores de transmisividad límite exigidos por el CTE2019 para las diferentes zonas climáticas de invierno. Nota: un valor más reducido de la transmisividad, en  $W/(m^2K)$ , supone menos intercambio de calor (tanto en invierno como en verano) a través del elemento constructivo, en este caso, muros y suelos en contacto con el aire exterior.<sup>16</sup>*

Elemento	Zona climática de invierno					
	$\alpha$	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior ( $U_s, U_M$ )	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37

De aquí nace el objetivo de este estudio, en un intento de evaluar las propuestas de rehabilitación energética más efectivas, que puedan apoyar a los servicios de la Generalitat Valenciana relacionados con la vivienda, los servicios sociales y la transición energética sostenible, así como a las administraciones locales, en base a los siguientes criterios:

1. **Medidas que consideren la singularidad climática de la Comunitat Valenciana** o, al menos, de la zona climática de referencia B3, característica de València, Castellón y otros municipios costeros de la región.
2. **Intervenciones** que, como las nombra el ENPE1924, estén **orientadas a la rehabilitación exprés de viviendas**. Es decir, de un coste proyectado moderado o bajo (menor a los 10.000€), que suponga plazos de tramitación y ejecución breves, y que no requiera que los residentes cambien de domicilio, de modo que sea atractivo para las administraciones públicas u organizaciones privadas que deseen contribuir.

<sup>16</sup> Ministerio de Fomento. Código Técnico de la Edificación. Documento Básico Ahorro de Energía (HE), Tabla 3.1.1.a-HE1, p. 15. 20 diciembre de 2019.

3. **Propuestas que tengan un análisis específico del confort térmico** de los ocupantes del edificio, con unas condiciones de uso razonables. Se pretenden ajustar, eso sí, las condiciones tanto del edificio como de los sistemas de climatización al perfil de una familia afectada por PE.

## ● El Mapa de Pobreza Energética de 2016

Tomando en consideración lo que se ha descrito en los anteriores apartados en referencia a las consideraciones regionales y climáticas para medir apropiadamente la PE e intentar subvencionar soluciones al respecto, parece razonable y recomendable contrastar la validez de las conclusiones con otras fuentes que puedan refrendar la validez de las hipótesis y los resultados en bruto.

Afortunadamente en este sentido, en junio de 2016 se publicó el informe *Projecte de mapa de la pobressa energètica per a l'Ajuntament de València*, impulsado por el consistorio al que hace mención y creado por el Instituto de Ingeniería Energética de la Universitat Politècnica de València, en base a una ambiciosa encuesta que se realizó en ese mismo periodo con datos inéditos. Dicha encuesta fue diseñada para recabar información sobre la situación personal, los hábitos y consumos energéticos y las condiciones de habitabilidad o renta de la población empadronada en el municipio de València. Con ello, pretendía hacer un muestreo que permitiera determinar la tasa de PE sin considerar conjeturas preliminares de otros estudios que pudieran condicionar los resultados. Las 595 encuestas finales procesadas fueron seleccionadas cuidadosamente para recoger una muestra suficientemente representativa de todos los distritos y barrios, si bien los análisis finales y recomendaciones se propusieron en base a los datos agregados.

Como criterios de inclusión de una vivienda para considerar que sufría de PE, se valoraron cinco indicadores: la

regla del 10% (una estimación general que los propios autores reconocen algo obsoleta), 2M, LIHC (*low income high cost*, que contempla el coste energético y el nivel de ingresos a la vez), MIS (*mínimum income standard*, que valora un ingreso mínimo que debería quedar a las familias tras costear la energía, análogo en parte al indicador HEP) y uno basado en percepciones (equivalente al *Keep Warm*). Los resultados promedio para el municipio de València en conjunto muestran un índice de PE mínimo del 10,2% (según el LIHC) y máximo del 32,7% (este según la percepción subjetiva).<sup>17</sup> En el contexto de este estudio, resultan también relevantes el 23,2% de PE registrado de acuerdo con el MIS, que es el indicador recomendado por los autores, y el 18,2% del 2M, que es comparable metodológicamente con el que se registró en el ENPE1924.

17 Instituto de Ingeniería Energética. *Proyecto de mapa de la pobreza energética per a l'Ajuntament de València*, p. 70. València, junio de 2016.

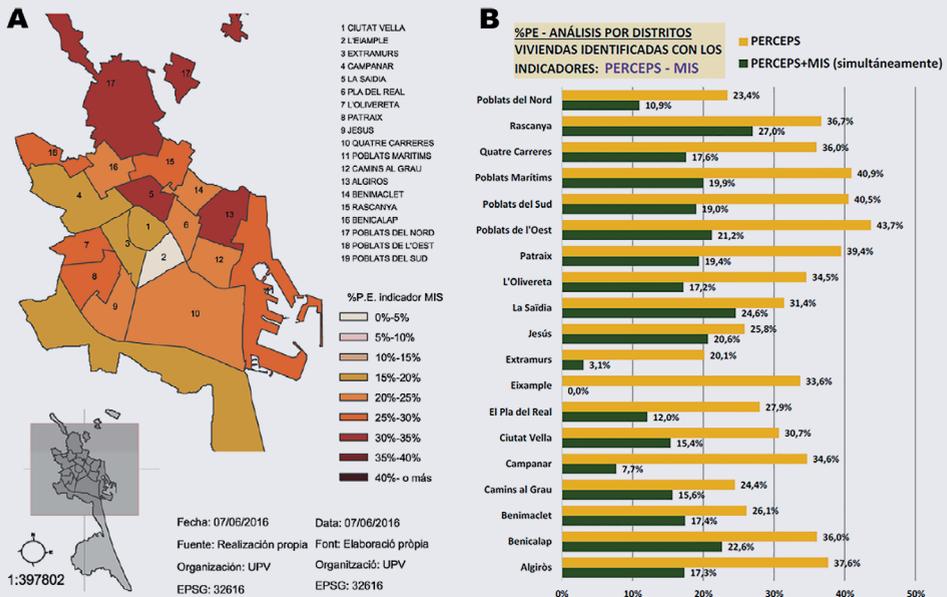


Figura 2. A) Mapa de incidencia de PE (en %) por distritos de València, según el indicador de referencia MIS. B) Positividad en PE del indicador de percepción subjetiva y simultaneidad con MIS, por distritos.

Fuente: referencia 17, pp. 75 y 81.

Como se puede apreciar comparando los resultados con los de la referencia 4, pp. 44 y 53 (para que los datos sean equiparables con el estudio de 2016), el índice 2M en el ENPE1924 sí servía como predictor para la PE en términos de coste energético relativo, pero la percepción subjetiva de la temperatura ofrece valores radicalmente dispares: 9,8% de PE según *Keep Warm* del ENPE1924 frente al 32,7% de la percepción subjetiva del estudio en cuestión. Es cierto que los autores del Mapa de la Pobreza Energética advierten que la percepción, por ser estrictamente subjetiva, puede ser muy sensible a los falsos positivos, pero al comparar la simultaneidad de positivos para PE y el indicador de referencia MIS (Figura 2B), se puede apreciar que la incidencia promedio es todavía de prácticamente el doble que el que ofrecía el ENPE1924 para el *Keep Warm* en la Comunitat Valenciana el año 2017.

La explicación de este fenómeno, una vez más, radica en que en el estudio del Mapa de la Pobreza Energética sí se consideraba la posibilidad de que los habitantes de una vivienda pudieran sentir incomodidad o malestar debido a una temperatura excesivamente alta en verano. Por tanto, a juzgar por el análisis más local del fenómeno, si se analiza el término de pobreza energética desde otros planos además del económico, parece que en la ciudad de València hay en torno a un 10% de personas que padecen frío en invierno, y otro tanto que, pese a no percibir incomodidad térmica en invierno, sienten que pierden el confort en su hogar en verano por la imposibilidad de mantener una temperatura agradable.

☞ [...] en la ciudad de València hay en torno a un 10% de personas que padecen frío en invierno, y otro tanto que sienten que pierden el confort en su hogar en verano [...]

Analizado este aspecto en particular, se listan a continuación aquellos elementos que eran comunes en los diagnósticos del ENPE1924 y del Mapa de la Pobreza Energética,

junto con aquellos que son claramente dispares y que solo se pueden percibir con un análisis regional detallado:

- ▲ **Elementos concordantes:** en 2016-2017, una cifra cercana al 20% de los hogares de la Comunitat Valenciana sufrían PE, si bien las causas raíz pueden ser debidas a ineficiencias energéticas en el edificio o más bien de índole económica. Un bajo nivel de ingresos familiares, habitar una vivienda con baja calificación energética y el desconocimiento del sistema tarifario energético son los principales factores de vulnerabilidad energética, que puede derivar fácilmente en PE si no se toman medidas preventivas. Además, se debe discriminar a nivel regional, local o incluso en más detalle para combatir de manera efectiva y justa la PE, puesto que su distribución territorial es muy heterogénea (Figura 2A).
- ▲ **Elementos discrepantes:** en primer lugar, suponer que las familias que habitan en zonas con un clima más suave en invierno tienen menos riesgo de sufrir PE es una intuición no solo imprecisa sino radicalmente equivocada en España. De hecho, hay una fracción relevante de la población que habita en regiones cálidas que ni siquiera dispone de sistemas de calefacción en el hogar y, sin embargo, se encuentran en situación de PE. Curiosamente, el perfil de familia positiva para PE descrito en el ENPE1924 no se corresponde bien con el caso valenciano, puesto que prácticamente la mitad de los afectados tienen vivienda en propiedad, y el núcleo familiar de estos suele tener más miembros que la media.

Con relación a las propuestas que los autores del Mapa de la Pobreza Energética de València realizan en su tercer capítulo, se destacan tres por su relación con los objetivos del presente estudio. Por un lado, se recomienda encarecidamente que se utilice la escala de calificación energética de edificios (A-G) para priorizar la subvención de rehabilitaciones en hogares más ineficientes, llegando a proponer incluso limitar en el

mercado de venta y alquiler aquellos edificios cuya calificación energética esté por debajo de un nivel establecido. Además, se propone incentivar la aplicación de instalaciones térmicas basadas en energías renovables en hogares y comunidades afectados por PE, para fomentar el autoconsumo y desvincular parcialmente a los consumidores vulnerables del mercado energético. Por último, se proponen medidas de actuación inmediata, de las que se ofrecen más detalles en el siguiente apartado, que habla de las iniciativas que actualmente se están llevando a cabo en el municipio de València para prevenir y luchar contra la PE, más allá de las actuaciones por parte de los servicios sociales.

### ☞ se propone incentivar la aplicación de instalaciones térmicas basadas en energías renovables en hogares y comunidades afectados por PE

En cuanto a los datos de la encuesta que ya se ha mencionado, se consideraron tan valiosos para generar el perfil necesario en este estudio, que se han utilizado para los análisis y cálculos, tal y como se describe en detalle en el apartado Extracción de parámetros estadísticos significativos.

### ○ La Oficina de l'Energia y otras iniciativas locales para intervenir en la PE

La publicación del Mapa de Pobreza Energética supuso un impacto algo aciago por el diagnóstico en el que se reconocía que la profundidad del problema podría ser más grave que lo estimado a nivel estatal y sus causas podrían estar radicadas en un complejo entramado de factores. Pero también resultó un acicate para emprender medidas activas por parte de las instituciones públicas y privadas del municipio y la provincia de València. En concreto, las estrategias y recomendaciones propuestas en materia de intervención y formación sobre la PE fueron especialmente consideradas, dando lugar a iniciativas

que se han consolidado en entidades con sede, personal y actividad autónoma, y que se describirán a continuación. En este sentido, se recomienda la lectura detallada de los siguientes puntos del Mapa de Pobreza Energética, disponible en la web de la Cátedra de Transición Energética Urbana ([catenerg.webs.upv.es](http://catenerg.webs.upv.es)) y otros repositorios:

**3.1.3** Auditorias energéticas domiciliarias específicas en los hogares vulnerables

**3.1.4** Implementación de equipos de eficiencia energética de emergencia en hogares vulnerables

**3.1.5** Plan de rehabilitación subvencionada de los edificios y viviendas con bajo índice de certificado energético

**3.1.6** Incentivar el autoconsumo con energías renovables en familias vulnerables

**3.2.1** Estrategia de información, sensibilización y formación en los barrios más afectados por la pobreza energética

Previamente a mencionar las instituciones más destacables activas en la ciudad de València con acciones contra la PE, cabe destacar brevemente que todas ellas basan su actividad en precedentes de éxito, que se consideraron para garantizar la viabilidad y estabilidad de los diferentes proyectos. Destacan, entre ellos, los ya mencionados programas de rehabilitación de los Ayuntamientos de Barcelona y Madrid, el proyecto EPIU Getafe promovido por el Ayuntamiento de Getafe o el Fondo Solidario de Rehabilitación Energética de la Fundación Naturgy, de intervenciones exprés y de bajo coste.

Por un lado, la cooperativa **AeioLuz**, colaboradora directa en la obtención de las encuestas en el Mapa de la Pobreza Energética como uno de sus primeros proyectos lleva, desde entonces, interviniendo en cuatro áreas: pobreza energética, transición energética, ahorro y eficiencia, y energías renovables. Los profesionales con los que cuenta, de perfil social,

educativo o técnico, trabajan con servicios sociales, comunidades educativas y organizaciones no gubernamentales. Por un lado, realizan asesoramiento y formaciones a todos estos actores para generar un cambio significativo y perdurable en beneficiarios de servicios públicos, técnicos locales y escolares. Además, asesoran a nivel personalizado a familias concretas en base a sus condiciones sociales, económicas y energéticas, tras realizar entrevistas, visitas presenciales y un completo diagnóstico. Las actuaciones en domicilios están muy orientadas a poder costearse y ejecutarse por los residentes de la vivienda en un plazo inmediato, y van desde elegir la comercializadora de servicios energéticos más económica para las condiciones familiares hasta adoptar hábitos más eficientes, pasando por adecuar los equipos consumidores a las condiciones de la vivienda o aislar ventanas y puertas con materiales de muy bajo coste (instalaciones de 20€ o incluso menos).

### **AeioLuz** Las actuaciones en domicilios están muy orientadas a poder costearse y ejecutarse por los residentes de la vivienda en un plazo inmediato

Por su parte, desde que se fundó en el contexto del trabajo del Mapa de la Pobreza Energética, la **Cátedra de Transición Energética Urbana** (TEU) ha llevado a cabo diversas actuaciones para apoyar la colaboración entre la Universitat Politècnica de València e instituciones municipales público-privadas en materia de eficiencia y transición energética. Tal y como se describen a sí mismos, la Cátedra es un *laboratorio de proyectos e ideas innovadoras para la transición energética urbana*. Organizan multitud de informes, jornadas, seminarios, hojas de ruta, redes de colaboración e incluso proyectos comunitarios energéticos completos para guiar y promover un cambio permanente a medio y largo plazo, con objetivos para 2030 y 2050. Han sido, además, uno de los principales colaboradores de este informe, ofreciendo asesoramiento en varios ámbitos y, en especial, proporcionando acceso a los valiosos datos de la encuesta del Mapa de la Pobreza Energética de 2016.

## la Cátedra de Transición Energética Urbana es un laboratorio de proyectos e ideas innovadoras para la transición energética urbana.

A un nivel más institucional, la *Oficina de l'Energia* es un servicio promovido en 2019 por la fundación municipal *València Clima i Energia*. Se trata de una oficina física que cuenta con técnicos municipales formados en materia de legislación y tecnología energética para ofrecer asesoramiento gratuito individualizado a particulares y colectivos en materia de adopción de medidas de ahorro energético y energías renovables, adecuación de las facturas de electricidad y gas, orientación jurídico-social para casos vulnerables o para la creación de comunidades energéticas. También proporciona asesoramiento para la solicitud de ayudas y subvenciones públicas autonómicas y estatales, con el objetivo de que los diferentes planes de incentivo tengan una ejecución significativa.

## Oficina de l'Energia se trata de una oficina física que cuenta con técnicos municipales formados en materia de legislación y tecnología energética para ofrecer asesoramiento gratuito individualizado a particulares y colectivos

Como se puede ver, solo la actividad de estas tres entidades ya cubre casi todos los puntos de acción de los cuatro ejes estratégicos de la ENPE1924, y está totalmente alineada con las recomendaciones del Mapa de la Pobreza Energética de 2016. No obstante, pese a que se cubren las necesidades de formación de consumidores y personal técnico, de elaboración de planes estratégicos concretos y regionalmente adaptados, de apoyo directo personalizado a familias para tomar medidas en sus hogares de manera urgente y se abordan medidas asistencialistas de contención (pago de facturas, Bono Social...), las únicas medidas que siguen quedando en el ámbito de la iniciativa privada de las familias son las medidas 7, 9 y 10 del Eje III. Estas tres tienen que ver con la rehabilitación exprés de viviendas, la sustitución de equipos de consumo energético

por otros más eficientes y la rehabilitación integral de edificios completos, respectivamente.

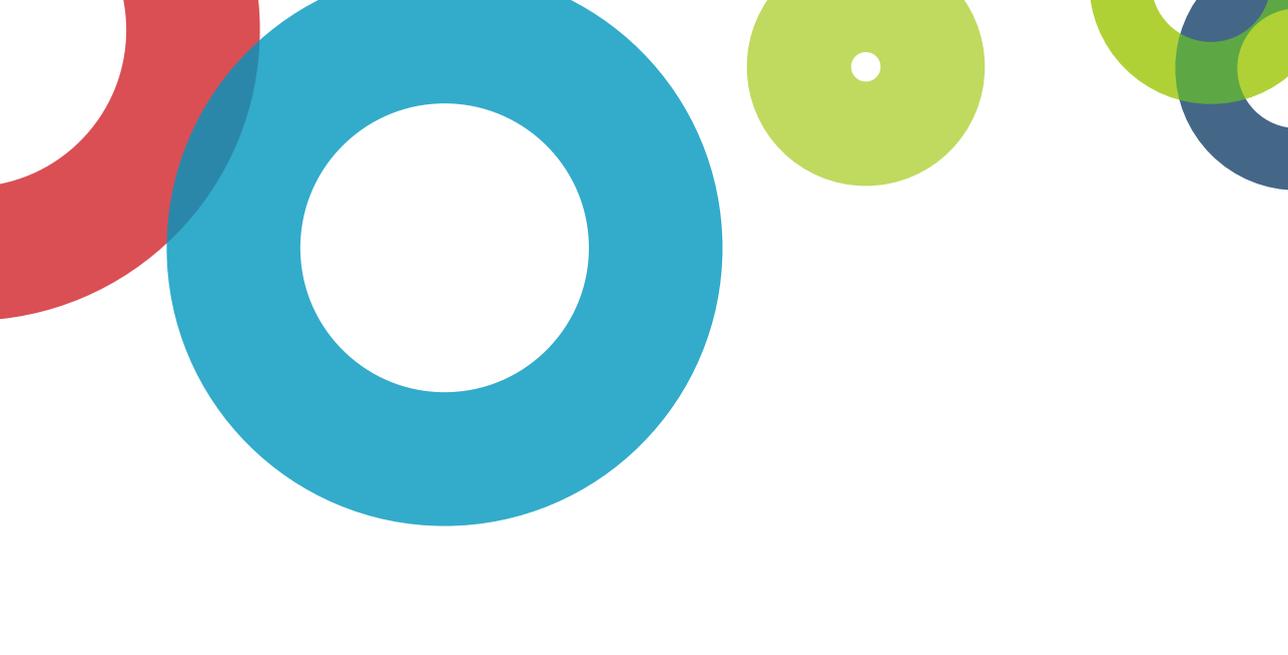
Pese a que se ofrece apoyo y asesoramiento para la solicitud de subvenciones en esta línea desde, por ejemplo, la *Oficina de l'Energia*, la ejecución presupuestaria de estas iniciativas rara vez alcanza a un sector representativo de la población con PE, pues es habitual que estos sientan desapego y desconfianza hacia los actores que participan en el sistema energético y los trámites burocráticos, como ya manifestaban desde AeioLuz en el Mapa de la Pobreza Energética. Cabe destacar, en este punto, la cantidad de recursos materiales y humanos directos que se están dedicando actualmente para combatir la PE desde todos los frentes excepto desde el que suele implicar más inversión inicial, pero que tiene una componente más estructural en el problema: rehabilitar los edificios y aumentar la eficiencia de los equipos consumidores.

Es comprensible el recelo inicial hacia intervenciones de un coste por vivienda del orden de decenas de miles de euros, pero por el mismo motivo resulta conveniente recordar que las mejoras en la eficiencia energética de un edificio son prácticamente permanentes (> 25 años, habitualmente), que repercuten positivamente en toda la sociedad y no solo en un núcleo familiar concreto y que son cambios económicamente rentables si están bien diseñados, cuya amortización suele oscilar entre varios meses y unos 10-15 años, un rango de plazos más que compatible con la vida útil de las construcciones dedicadas a uso residencial.

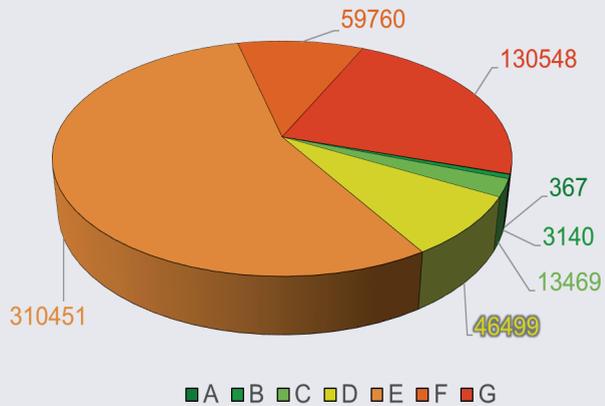
En esta línea, el objetivo de este estudio es analizar qué medidas de las consideradas *de rehabilitación exprés de viviendas* podrían aplicarse de manera práctica a la realidad del municipio de València y orientar a los actores que intervienen en las mismas, tanto familias como administraciones públicas y entidades privadas, sobre cómo llevarlas a cabo de modo que generen un impacto significativo.



# **IMPACTO DE REHABILITAR EL PARQUE DE VIVIENDAS EN VALENCIA**



Para poder establecer un criterio objetivo sobre qué medidas son realmente efectivas para la zona climática de interés, económicamente viables y abordables dentro del concepto de *rehabilitación exprés* parece conveniente en primer lugar valorar la situación inicial de la eficiencia energética en València, así como buenas prácticas que sirvan de ejemplo. Si bien es una situación común a todo el territorio español, más de la mitad de los edificios evaluados energéticamente según el procedimiento estandarizado de certificación energética son calificados con una letra E (55,05%). Es más, si se consideran también las calificaciones F y G, se llega a la conclusión de que **el 88,75% de los edificios en la Comunitat Valenciana son energéticamente deficientes o muy deficientes (Gráfico 4)**. Si bien es cierto que no todos los certificados energéticos que se registran son de edificios residenciales, la gran mayoría de los edificios existentes se dedican principal o exclusivamente a espacios de viviendas, según datos del Censo de Población y Viviendas de 2011 del INE. Además, el hecho de que el alquiler o venta de inmuebles requiera obligatoriamente la certificación energética ha hecho que prácticamente dos terceras partes de los edificios tengan ya una evaluación de este tipo, por lo que los datos ofrecen una imagen muy fiel del conjunto.



**Gráfico 4.** Número de edificios certificados energéticamente en la Comunitat Valenciana en función de su calificación energética (A - G) por consumo de energía. Nótese que la fracción correspondiente a los edificios calificados con una A ni siquiera es apreciable en el gráfico.

Fuente: elaboración propia, basado en datos externos de 2018.<sup>18</sup>

Para mejorar la comprensión del sistema de calificación del Procedimiento Básico de Certificación Energética de Edificios, es importante aclarar que no se trata de una escala lineal, por lo que debería ser más sencillo y asequible generar cambios en un edificio que le hagan transitar entre calificaciones centrales (por ejemplo, de la E a la D) que entre los valores extremos (de la C a la B). Así, tomando datos de referencia,<sup>19</sup> un edificio E, el más frecuente, tendría que reducir aproximadamente un 40% su consumo de energía para alcanzar una D, un 61% para llegar a la C, y un 75% para poder ser calificado en promedio con una B, que habitualmente se toma como el estándar para considerar que el edificio tiene un *consumo de energía casi nulo* porque seguramente cumpliría con las exigencias HE0 y HE1 del Documento Básico Ahorro de Energía del CTE2019 para edificios existentes, que es el referente técnico (para alcanzar la A la reducción debería ser del orden del 90%). En contraste, un edificio F necesitaría reducir un 30% su consumo de energía para alcanzar una E, un 60% para la D, un 73% para la C o un 83% para la B.

<sup>18</sup> Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE). 7º informe del Estado de la Certificación Energética de los Edificios, p.10. Diciembre de 2018.

<sup>19</sup> Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE). Escala de calificación energética para edificios existentes (serie: Calificación de Eficiencia Energética de Edificios), p.39. Madrid, mayo de 2011.

Lo que a todas luces aparenta una situación inicial desfavorable también es una importante oportunidad, puesto que representa que hay muchos aspectos a mejorar, algunos de los cuales podrían tener una repercusión muy relevante en caso de que se sustituyesen o rehabilitasen ciertos elementos de estos edificios calificados entre la E y la G. La clave radica en identificar estos elementos y evaluar su impacto para establecer una jerarquía en su aplicación.

Para hacerlo, se han seleccionado resultados de algunas publicaciones recientes (última década) que estén centradas en evaluar el impacto de diferentes estrategias de rehabilitación energética. En la medida de lo posible, se ha procurado escoger aquellos casos representativos de la zona climática de València (B3) o de alguna frecuente en la Comunitat Valenciana. Excepcionalmente, se han tomado ejemplos de regiones con climas más dispares (Tudela, Zaragoza, Madrid...) por la especial relevancia que tiene que sean casos reales. Por último, se han valorado casi exclusivamente medidas pasivas de actuación sobre la envolvente térmica (aislar muros, cambiar acristalamientos...) porque, a juicio de los autores de varios de estos escritos, la prioridad u orden en el que deberían realizarse intervenciones sobre la eficiencia de los edificios sería mejorar la gestión y el uso de la energía por parte de los ocupantes (1º), reformar elementos constructivos de la envolvente térmica (2º), cambiar equipos consumidores por otros más eficientes (3º) e implementar equipos de energías renovables (4º). De lo contrario, se podría dar la paradoja de que se invierte en equipos muy eficientes que, al rehabilitar la envolvente térmica años después, resulten sobredimensionados para la vivienda en que se encuentran. Se resumen a continuación las principales conclusiones, que también pueden verse resumidas en la [Tabla 5](#):

- ▲ **Informe WWF de 2010:**<sup>20</sup> Aunque su horizonte de pronóstico ya no es válido por finalizar en 2020, ofrece una visión muy completa, ambiciosa y técnicamente compe-

<sup>20</sup> WWF/Adena. *Potencial de ahorro energético y de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> del parque residencial existente en España en 2020*. Madrid, diciembre de 2010.

tente de diferentes propuestas simuladas sobre modelos “promedio” del comportamiento de un edificio en España. Poco frecuente en los estudios de este estilo, elabora una propuesta de rehabilitación profunda de la envolvente basada en el cumplimiento de las exigencias del Código Técnico de la Edificación vigente en el año 2010.

- ▲ **Proyecto REPEX de la ACA:**<sup>21</sup> Como ya se ha mencionado, la ACA es un referente en este tipo de estudios, en parte también por su orientación social, la calidad técnica de sus procedimientos y el impacto de sus recomendaciones. Esta acción englobada dentro del proyecto REPEX para promover el “empleo verde” en Extremadura recoge, además, la evaluación detallada de proyectos reales ya ejecutados y con datos de eficiencia registrados al respecto en varios casos.
- ▲ **Proyecto de ejecución de obra en San Sebastián de los Reyes:**<sup>22</sup> Este es un caso único de un bloque de 80 viviendas, registrado por IDAE, pero con valores técnicos y económicos recogidos en un artículo técnico, lo que lo hacen un ejemplo valioso.
- ▲ **“La rehabilitación como inversión” del ITEC:**<sup>23</sup> Un curioso informe técnico promovido por la fundación La Casa que Ahorra (LCQA) y realizado por el Instituto de Tecnología de la Construcción (ITEC) que aborda medidas de rehabilitación en un modelo simulado de condiciones promedio de viviendas españolas y compara las actuaciones con un plan de pensiones privado, destacando así la rentabilidad económica de la rehabilitación energética.
- ▲ **Catálogo de tipología edificatoria residencial del IVE:**<sup>24</sup> Este completísimo catálogo, enmarcado en las actividades del proyecto de investigación TABULA (ver nota 28

<sup>21</sup> Asociación de Ciencias Ambientales. *Soluciones de rehabilitación energética. Oportunidad de desarrollo económico y empleo verde en Extremadura*. 2012.

<sup>22</sup> Ruiz González CF. *Ejecución de rehabilitación energética de la envolvente en el edificio de viviendas “Óscar” en Avda. Castilla y León 15-27, San Sebastián de los Reyes, Madrid*. INFO IDAE 035, 2015.

<sup>24</sup> Instituto Valenciano de la Edificación. *Catálogo de tipología edificatoria residencial*. Ámbito: España. Valencia, 2016.

<sup>23</sup> Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya. *La rehabilitación energética planteada como inversión*. Barcelona, mayo 2016.

en la página 63 del documento), cuenta con unas fichas donde se recoge información arquitectónica, energética y térmica de las 24 tipologías de edificio consideradas para el clima mediterráneo, en función del año de construcción (6 rangos) y de la densidad de habitantes (vivienda unifamiliar aislada, vivienda adosada, edificio plurifamiliar o bloque en altura). Más interesante aún para este estudio, cada ficha ofrece una comparación del efecto que tendría aplicar medidas de mejora en la eficiencia energética para cumplir con las exigencias del Código Técnico de la Edificación vigente en el año de publicación del catálogo. Además, se presenta un caso ejemplar de aplicación de las fichas a un ejemplo real de la zona climática B3 consistente en un bloque en altura con 18 viviendas construido en el periodo 1960-1979.

- ▲ **Rehabilitaciones exprés** (ver referencia 11): editado e impulsado por la Fundación Gas Natural Fenosa (ahora Fundación Naturgy), este es el documento que el ENPE1924 usaba como modelo de buenas prácticas y está totalmente orientado a familias con pobreza o vulnerabilidad energética. Es riguroso y detallado, y debe utilizarse sin duda como una referencia metodológica, si bien lamentablemente no ofrece cálculos simulados específicos para València, aunque sí para Barcelona (C2) y Sevilla (B4).
- ▲ **Guía Técnica IDAE para acristalamientos:**<sup>25</sup> Las Guías Técnicas que publica IDAE sobre diferentes materias relacionadas con el uso racional de la energía están orientadas a divulgar las mejores técnicas disponibles entre profesionales del sector. En este caso concreto, el tema de la Guía son los sistemas de vidrio y marco de altas prestaciones, y en ella se realiza un cálculo de ejemplo para el efecto de rehabilitar un edificio tipo sustituyendo los elementos de los “huecos” de la fachada, en el que se puede ver el efecto para la zona climática B3.

<sup>25</sup> Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE). Soluciones de acristalamiento y cerramiento acristalado. Colección: Guías técnicas para la rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios. Madrid, febrero 2019.

- ▲ **Guía Técnica IDAE para sistemas SATE:**<sup>26</sup> En la misma línea que el documento anterior, el tema central de este documento son los Sistemas de Aislamiento Térmico Exterior (SATE), una solución modular que suele tener interés porque no requiere reforma arquitectónica en el interior del edificio. Aunque se publicó en el año 2012, sus resultados son todavía vigentes y, además, en la Guía se ofrece una comparativa que permite identificar la contribución individual de estos sistemas SATE en reformas profundas.

Para confeccionar la **Tabla 5**, se han extraído los principales indicadores que describen el caso (zona climática, medidas de rehabilitación aplicadas, tipo de edificio) y los resultados de las diferentes intervenciones en términos de ahorro energético absoluto en kWh/(m<sup>2</sup>·año), ahorro relativo en %, equiparable al ahorro económico en la parte variable de las facturas energéticas, y periodo de amortización estimado, en los casos en los que ha sido posible con los datos aportados.

Se aprecia que la sustitución integral de ventanas tiende a reportar un ahorro medio de un 10%, mientras que el aislamiento de muros de fachada y cubiertas suele suponer una mejora superior, de en torno al 20%, aunque su gestión es más compleja. Los sistemas combinados pueden alcanzar ahorros del 60%, especialmente en climas menos severos en invierno, donde el consumo de calefacción es menor. La amortización de las medidas varía entre los 6 y los 14 años, que son periodos más que razonables para la vida útil de una vivienda. Destaca, eso sí, que **tan solo los proyectos especialmente eficientes** (indicadas con “+” en la columna “Medidas” de la **Tabla 5**) **podrían alcanzar ahorros energéticos suficientes como para mejorar la calificación desde una letra E o F a una B.**

<sup>26</sup> Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE). Sistemas de Aislamiento Térmico Exterior (SATE) para la rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios. Madrid, abril 2012.

**Tabla 5.** Recopilación de resultados de ahorro energético en diferentes estudios relevantes y casos de rehabilitación energética de edificios.

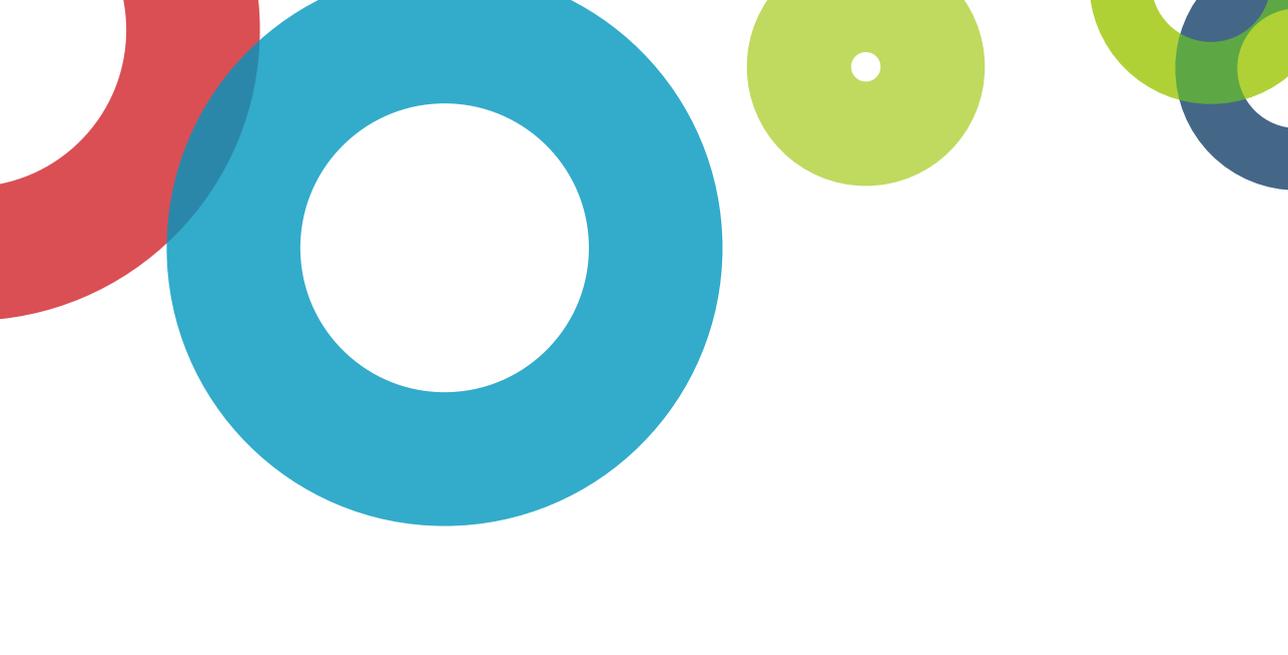
Documento	Autor	Año	Localidad	ZC	Medidas	Caso	Tipo edificio	Ahorro (%)	Ahorro (kWh/m <sup>2</sup> -año)	Amortiz. (años)	Gestión	Ref.
Informe	WWF	2010	Promedio España	N/D	AMI ACI SCV	Simulación	Bloque	55,8	59,9	10,0	Compleja	20
Informe	WWF	2010	Promedio España	N/D	AMI+ ACI+ SCV	Simulación	Bloque	74,6	80,0	11,0	Compleja	20
Proyecto	ACA	2012	Tudela	D1	AME ACE SCV ER	Real	Bloque	47,8	55,0	30 (40% inv.)	Compleja	21
Proyecto	ACA	2012	Zaragoza	D3	AME ACE SCV ER	Real	Bloque	62-74	≈ 100	N/D	Compleja	21
Proyecto	ACA	2012	Alicante	B4	AME ACE. SCV	Real	Bloque	67	29,2	N/D	Compleja	21
Guía técnica	IDAE	2012	Valencia	B3	AME	Simulación	Bloque	18,3	26,5	14,2	Compleja	26
Guía técnica	IDAE	2012	Valencia	B3	AME ACE SCV	Simulación	Bloque	32,6	47,2	13,5	Compleja	26
Proyecto	Ruiz González	2015	Madrid	D3	AME ACI SCV+	Real	Bloque	53	57,1	≈ 14	Compleja	22
Informe	ITeC LCqA	2016	Promedio España	D3	AMI+ ACI+ SCV+ SSE	Simulación	Bloque	(81)	(90,1)	18,5	Compleja	23
Catálogo	IVE	2016	Valencia	B3	AME ACE. SCV	Simulación	Bloque	61	51	14,7	Moderada	24
Informe	Fund. Naturgy	2017	Barcelona	C2	AMI SCV	Simulación	Bloque	25 - 40	≈ 35	≈ 6	Moderada	11
Informe	Fund. Naturgy	2017	Sevilla	B4	AMI ACI SCV	Simulación	Bloque	30 - 60	≈ 30	≈ 10	Moderada	11
Guía técnica	ANIMA IDAE	2019	Valencia	B3	SCV	Simulación	Bloque	7,8	11,3	N/D	Sencilla	25

ZC = Zona Climática; AME = Aislamiento de muros por el exterior; AMI = Aislamiento de carpintería y vidrio; SSE = Sustitución de sistemas por otros más eficientes; ER = Interior; ACI = Aislamiento de cubiertas por el interior; SCV = Sustitución de energías renovables; N/D = No disponible. El signo + refleja intervenciones especialmente eficientes. Los valores entre paréntesis son ahorros con respecto a la demanda del edificio y no respecto al consumo de energía final. Gestión sencilla = intervenciones en 1-2 días, sin necesidad de desplazarse de la vivienda y con escasos o nulos trámites administrativos o comunitarios. Gestión moderada = rehabilitaciones de pocas semanas de duración que pueden suponer alteraciones a la vida de los habitantes y requieren permisos o autorizaciones previas. Gestión compleja = procesos de varios meses y/o que requieren desocupar la vivienda en ese plazo, con trámites de validación administrativa y consenso comunitario.





# **EXTRACCIÓN DE PARÁMETROS ESTADÍSTICOS SIGNIFICATIVOS**



La falta (por no decir ausencia) de visibilidad del problema que supone la pobreza energética ha complicado en gran medida la obtención de información valiosa para poder realizar un estudio con un propósito como el del presente documento. Debido a este desconocimiento, no se han producido, hasta la fecha, grandes movimientos o sondeos de cara a la recopilación de datos que “arrojen un poco de luz” a este asunto y, por tanto, a las familias afectadas. Al menos, más allá de la Encuesta de Condiciones de Vida del INE. El Mapa de Pobreza Energética del Ayuntamiento de València es, en ese sentido, una *rara avis* de valor incalculable.

Una de las principales motivaciones de este estudio era, además de ayudar a las familias, cooperar con comercializadoras y distribuidoras de energía, evitando los impagos de sus clientes. Sin embargo, aunque muchas de las que contactamos estaban interesadas en colaborar por motivaciones sociales, ninguna consideraba éste como un problema económico para la compañía.

La pobreza energética en familias vulnerables (bien de origen circunstancial o de más largo recorrido) no representa un fuerte impacto económico para las grandes compañías energéticas. Los principales afectados por la problemática son pequeños consumidores sin grandes gastos, un segmento de clientes con relativamente poca importancia para las comercializadoras. Esto ha propiciado que un amplio sector de las organizaciones privadas no tenga gran interés en dar solución a esta cuestión. Aunque el beneficio individual que supone para cada afectado es inmenso (una vida digna), el que puede obtenerse en un baremo empresarial es ínfimo. Es por ello por lo que, mayoritariamente, los estudios de pobreza energética se caracterizan por incluir además una visión social en la evaluación de la situación existente.

## **○ Informe estadístico del Mapa de Pobreza Energética de 2016**

Por suerte, existen organizaciones que se han preocupado por mejorar esta situación y que han allanado el camino en esta problemática. Una de ellas es la ya mencionada Cátedra de la Transición Energética de la Universitat Politècnica de València. En su labor de difusión de contenidos de índole técnica de su repositorio de investigaciones en materia de eficiencia energética y de este tipo de pobreza en la ciudad de València, pusieron a nuestra disposición todo su trabajo tras contactar con su equipo. Desde aquí queremos reiterar nuestro agradecimiento.

Entre la información recibida, la base de datos más valiosa para nuestro estudio consistía en la recopilación de datos de las 600 familias que participaron en el Mapa de Pobreza Energética de 2016. Los datos estaban basados en la extensa encuesta que se realizó a cada una de ellas. Aunque no se trata de información muy técnica, ha resultado de gran ayuda para la creación de modelos de viviendas con la Herramienta Unificada LIDER-CALENER, como se explicará más adelante.

Cabe mencionar, llegados a este punto que, la información presente en esta base de datos se trató únicamente con fines estadísticos. Los resultados de la encuesta eran datos personales y, por tanto, se trataba de información sensible de dichas familias. Por respeto a su privacidad y en cumplimiento con la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos Personales, se manipularon y trataron valores anonimizados y solamente mostramos en el presente estudio las conclusiones alcanzadas, dejando a un lado los datos de partida.

☞ **Los resultados de la encuesta eran datos personales y, por tanto, se trataba de información sensible de dichas familias. Por respeto a su privacidad y en cumplimiento con la LOPDP 3/2018, se manipularon y trataron valores anonimizados**

La encuesta realizada estaba compuesta de preguntas tanto de respuesta abierta como de respuesta múltiple. El objetivo marcado fue conocer mejor al segmento de familias afectadas, por lo que algunas de las preguntas realizadas eran sobre su zona de residencia, sus ingresos mensuales, características de su hogar y de sus residentes, etc.

A partir de las respuestas, se construyó una tabla en una hoja de cálculo de Microsoft Excel. Gracias a ella, pudo decidirse cuáles serían los parámetros más interesantes para el presente estudio. Dicha tabla era relacional, donde cada fila correspondía a una familia. En cada columna, podíamos encontrar las respuestas a la encuesta. Prácticamente la totalidad de los campos estaban completos, por lo que el muestreo disponible era más que suficiente. Gracias a ello, tal y como se menciona en el análisis de resultados del estudio, se han podido obtener conclusiones razonablemente fiables.

Con el ánimo de identificar cuáles serían los parámetros de diseño de la encuesta más significativos, se realizó un pequeño estudio preliminar entre los que, *a priori*, parecían

más prometedores. Como resultado, los parámetros que finalmente se estimaron que serían importantes fueron los siguientes:

### □ Año de construcción de la vivienda

El parque de viviendas de la ciudad de València es muy variado, debido a la larga historia que atesora València. Sin embargo, en lo que respecta a su eficiencia energética, puede realizarse cierta clasificación.

Los tres segmentos en los que se decidió dividirlos, debido a que se observaron diferencias muy significativas, fueron los siguientes:

- ▲ Viviendas construidas antes 1979
- ▲ Viviendas construidas entre 1979 y 2006
- ▲ Viviendas construidas después del 2006

Como puede observarse, estos años coinciden con las fechas en los que se publica la nueva normativa que regula la construcción y rehabilitación de obras nuevas para viviendas. En 1979, se aprueba la Norma Básica de Edificación NBE-CT-79. Esta norma fue una revolución respecto a la normativa anterior, ya que introdujo cambios muy sustanciales que afectarían en la concepción de construcción de nuevos edificios en lo que concierne a eficiencia energética. El objeto de esta norma era establecer las condiciones térmicas exigibles a los edificios, así como los datos que condicionan su determinación.

Por otro lado, en el año 2006, se aprueba la primera versión del ya referido Código Técnico de la Edificación<sup>27</sup>. Este instrumento normativo surge porque la gran cantidad de edificación nueva, construida en los anteriores años, no siempre

<sup>27</sup> El primer Código Técnico de la Edificación (CTE) fue el marco normativo que establecía las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).

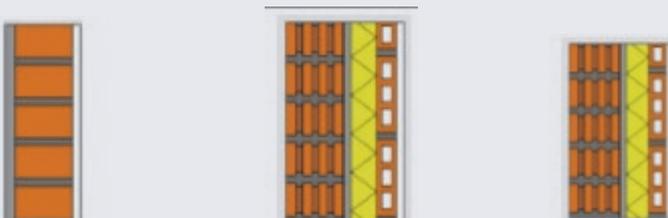
había alcanzado unos parámetros de calidad adaptados a las nuevas demandas de los ciudadanos. Esta demanda responde a una concepción más exigente de lo que implica la calidad de vida, en lo referente al uso del medio construido. Responde también a una nueva exigencia de sostenibilidad de los procesos edificatorios y urbanizadores, en su triple dimensión ambiental, social y económica. Es por ello por lo que, nuevamente, se introducen muchos cambios que afectarán a la forma de entender la envolvente térmica de nuevas viviendas.

Para entender cómo afectaban estos cambios a la construcción de edificios, se tomaron referencias de un estudio (TABULA<sup>28</sup>) de los cerramientos en los distintos segmentos de tiempo.

<sup>28</sup> Proyecto TABULA es un proyecto europeo subvencionado por el programa europeo *Intelligent Energy* basado en la Eficiencia Energética (Más información en <https://ovacen.com/proyecto-tabula-en-eficiencia-energetica>)



**Figura 3.** Desarrollo de la envolvente térmica en los techos a través de los años (de izquierda a derecha, antes de 1979, entre 1979 y 2006, después de 2006).



**Figura 4.** Desarrollo de la envolvente térmica en los muros a través de los años (de izquierda a derecha, antes de 1979, entre 1979 y 2006, después de 2006).

Como puede observarse en las anteriores figuras ([Figura 3](#) y [Figura 4](#)), la envolvente térmica ha mejorado a lo largo de los años de manera sustancial. Puede apreciarse como, a partir del año 1979, se incluyen en los techos y cerramientos nuevas capas de material aislante, que a partir del año 2006 aumentaban de espesor. A lo largo de este estudio cuantificaremos cómo afectan estos cambios y veremos si estas características, que se encuentran en el parque de viviendas de España, también lo encontramos en el parque de viviendas de familias que sufren PE en la ciudad de València.

### **Superficie de suelo de la vivienda**

La superficie que encontraremos en las viviendas estudiadas también resultará un parámetro importante, ya que puede dar información acerca del tipo de familias que sufren la PE.

Por otro lado, ayudará a centrar las dificultades que pueden existir a la hora de ser eficientes energéticamente (no será lo mismo climatizar una casa de grandes dimensiones que otra que disponga de pocos metros cuadrados). Como podemos intuir, el consumo energético por calefacción y refrigeración estará altamente influenciado por la superficie.

### **Número de residentes**

El número de residentes afectará de un modo similar al mostrado con el parámetro correspondiente a la superficie útil de la vivienda a mayor número de residentes, mayor consumo. Y a mayor consumo, mayor gasto energético.

En cuanto a este punto, lo que esperábamos encontrar eran viviendas donde convivieran 4 o más personas, las cuales subsistieran gracias a subvenciones o con unos ingresos por sus trabajos insuficientes (estudiantes, pensionistas, desem-

pleados...). Más adelante, en el apartado de *Análisis*, comentaremos cual es la situación actual en la ciudad de València.

## □ Sistema de calefacción del hogar

Entre los sistemas de calefacción y refrigeración más conocidos podemos encontrar algunos especialmente deficientes. El sistema utilizado será un punto clave a la hora de determinar si una familia se encuentra o no en situación de Pobreza Energética. Entre otros, algunos de los métodos para regular la temperatura de la vivienda son los siguientes:

- ▲ **Bomba de calor:** un sistema de climatización que permite, mediante el intercambio de calor, obtener energía del aire para convertirla en calefacción, refrigeración y/o agua caliente mediante un solo equipo. Este sistema es el más eficiente del mercado ya que permite extraer hasta el 75% de la energía latente en el aire.

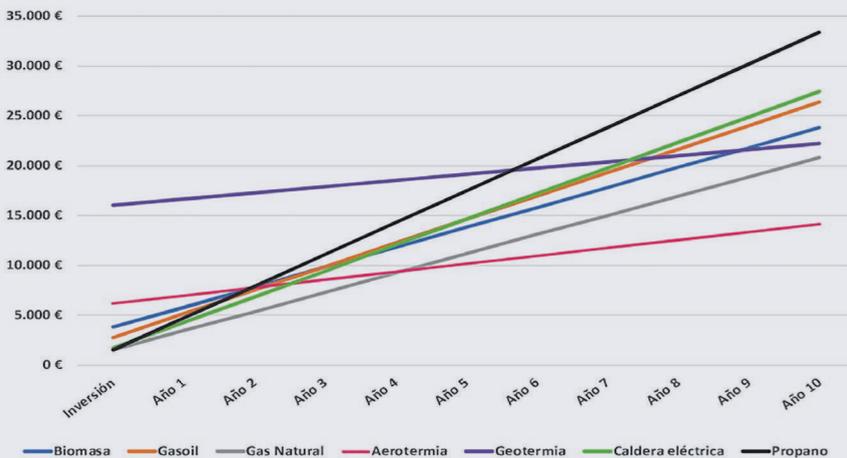
☺☺ **Bomba de calor**

**Este sistema es el más eficiente del mercado ya que permite extraer hasta el 75% de la energía latente en el aire**

- ▲ **Calefacción de gas butano:** existen diferentes aparatos generadores de calor que funcionan con bombonas de butano: los fijos, los portátiles, los de exterior o los de interior. Utilizar gas butano para la calefacción en vez de la electricidad ayudará a combatir el frío de una manera más económica e igualmente segura, aunque generará grandes emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con otros medios.
- ▲ **Estufa eléctrica:** una de las soluciones más cómoda y extendida para calentar nuestro hogar es utilizar una calefacción eléctrica. Pueden encontrarse de bajo consumo y buena eficiencia.

- **Otras:** además de estas, tenemos otras opciones muy comunes en otro tipo de viviendas, como sistemas de climatización centralizados, suelo radiante, estufas de biomasa... Sin embargo, no esperamos encontrar este tipo de sistemas en los hogares a estudiar, ya que suelen encontrarse en viviendas de familia con un poder adquisitivo medio o alto.
- **No calienta:** esta opción, en un principio no se consideró, ya que no se trata de un “sistema de calefacción”. Sin embargo, tras realizar el estudio, se ha convertido en una de las opciones que más se repiten entre las familias que sufren pobreza energética. Además, es importante recalcar que, a veces, el no calentar la vivienda es una alternativa que podría llevar a resultados engañosos en el análisis que se realizará más adelante, ya que no genera un consumo, sin que eso signifique que el edificio es energéticamente eficiente desde el punto de vista de la demanda.

<sup>29</sup> Enerpop Energy S.L. Comparativa de sistemas de calefacción. Análisis disponible desde: <https://enerpop.com/comparativa-sistemas-calefaccion/>. Consultado en enero de 2021.



**Gráfico 5.** Gastos teniendo en cuenta la inversión, el uso de energía y mantenimiento en sistemas de calefacción para una vivienda unifamiliar de 180 m<sup>2</sup> en Madrid.<sup>29</sup>

Como puede observarse en el [Gráfico 5](#), el gasto que supone elegir un sistema de climatización u otro es muy variable. Dependiendo de la capacidad económica del usuario, y del tiempo que está dispuesto esperar para amortizar su compra, deberá seleccionar una opción u otra.

## □ Sistema de calentamiento de agua

Por otro lado, encontramos distintos métodos para generación de agua caliente sanitaria (ACS). Como es bien sabido, aumentar la temperatura del agua es un proceso en el que se emplea mucha energía. Por ello, disponer de un sistema eficiente de calentamiento y emplearlo únicamente cuando sea necesario, es clave para reducir el consumo y gasto del hogar. De entre las diferentes instalaciones para obtención de ACS que podemos encontrar, las siguientes son las más comunes:

- ▲ **Caldera de gas:** el agua se calienta de manera inmediata empleando la combustión de un gas como fuente de calor, mientras pasa por los conductos internos de la caldera que se exponen a la llama del quemador y a los gases producto de la combustión. El agua se calienta en el momento antes de ser consumida y no dejará de salir caliente mientras haya disponibilidad del gas.
- ▲ **Caldera eléctrica:** utiliza una resistencia eléctrica para calentar el agua. En ella hay agua almacenada, que se calienta y que permanece alrededor de la temperatura de consigna hasta su consumo (alrededor de 60 °C). El problema de este tipo de calentador eléctrico es que cuando se vacía el acumulador, se rellena con agua fría, por lo que tarda cierto tiempo en alcanzar de nuevo la temperatura de consigna deseada debido a que la potencia eléctrica de la resistencia utilizada para calentarla es pequeña (alrededor de 1-1,5 kW).

- ▲ **Termo con bomba de calor:** es un sistema muy parecido a la bomba de calor empleada para calentar el aire. Aunque tiene un coste superior a los termo-acumuladores tradicionales, es muy eficiente y consigue un ahorro considerable de energía eléctrica. Funciona calentando el agua extrayendo el calor del ambiente.

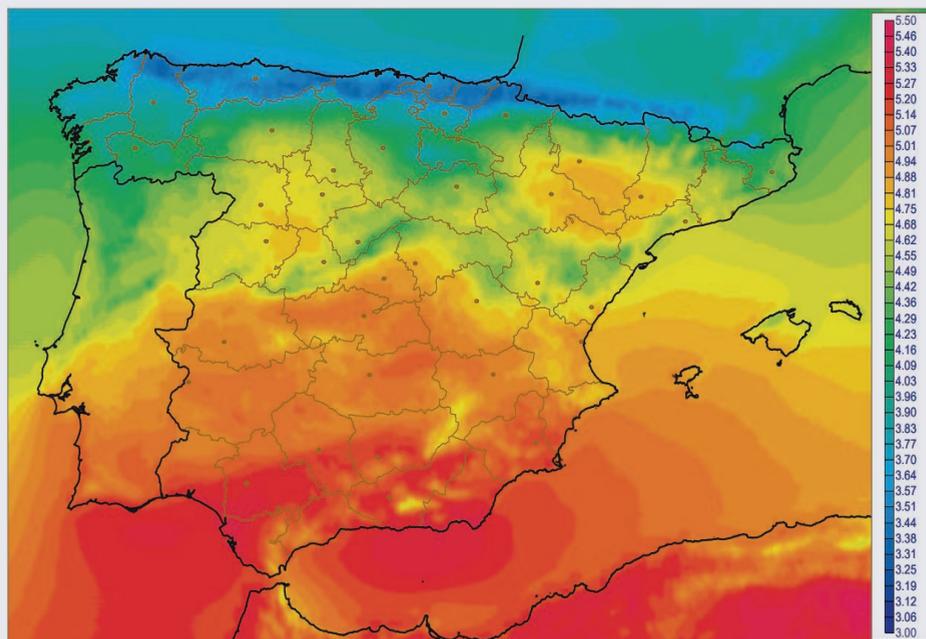
A pesar de tener un coste bastante superior, la generación de ACS con bomba de calor permite que ese sobrecoste se amortice en muy poco tiempo, gracias a su alta eficiencia.

Además de estos tipos, también podemos encontrar otros sistemas que van a ayudar a disminuir el gasto de energía eléctrica. Un claro ejemplo sería las placas solares (no confundir con los paneles fotovoltaicos), que van a hacerse cargo de la transformación de la energía solar en energía térmica. Por ello, una vez amortizada la placa, calentar el agua “sale gratis”, además de aprovechar un recurso renovable para la generación de un suministro básico en viviendas. Es por ello por lo que, probablemente, sea una buena solución. Más adelante se estudiará si puede modificarse este sistema.

## □ **Región de residencia**

La zona de residencia también puede ser un factor a considerar ya que, dentro de la monotonía que puede encontrarse en València, no podemos afirmar que la radiación solar será la misma en todos los lugares. En España, se pueden clasificar diferentes zonas geográficas, en función de la cantidad de energía solar que recibe por metro cuadrado, como podemos observar en la [Figura 5](#).

Gracias a la energía del sol, podríamos optar por maximizar la calefacción solar pasiva, sin tener que recurrir a sistemas de calefacción tradicionales. Este calentamiento de la vivienda se logra obteniendo todo el calor que se genera a través



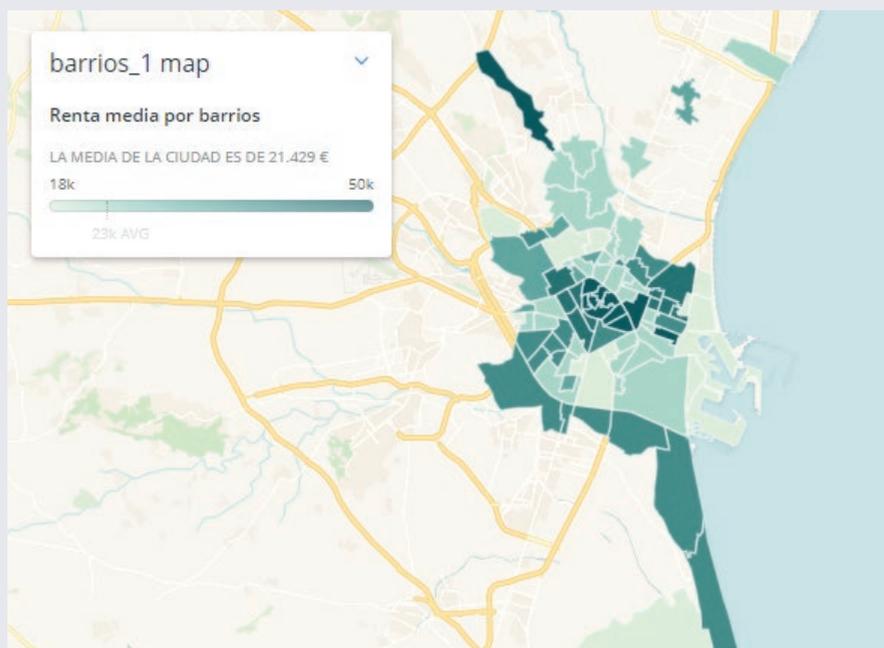
**Figura 5.** Irradiación global media de la Península Ibérica y Baleares en el periodo 1983-2005. Unidades en kWh/(m<sup>2</sup>·día).<sup>30</sup>

de la energía que entra por las ventanas de la vivienda. También el calor que pueden generar los electrodomésticos durante su funcionamiento e incluso el calor de las personas que habitan en la vivienda. La calefacción solar pasiva nos permite un consumo energético del 10% en comparación con una vivienda media. En otras palabras, con la calefacción solar pasiva no solo no necesitaremos otro tipo de climatización complementaria, sino que estaremos reduciendo el consumo energético drásticamente.

Sin embargo, cuando nos dispusimos a estudiar el efecto de la zona geográfica, nos percatamos de que este era un dato que, en última instancia, iba a estar sesgado, ya que el lugar de residencia y la eficiencia del edificio iban a estar mucho más influenciados por otro factor: el económico. La distri-

<sup>30</sup> Sancho Ávila JM, Riesco Martín J, Jiménez Alonso C, Sánchez de Cos Escuin MC, Montero Cadalso J, López Bartolomé M. *Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT*. AEMET, 2011.

bución de los habitantes de València se guía por el poder adquisitivo de las personas y esto nos lleva a un mapa como el mostrado en la [Figura 6](#).



**Figura 6.** Clasificación de los barrios de València según la renta media de los vecinos.<sup>31</sup>

### □ Potencia eléctrica contratada

<sup>31</sup> Isroyal. Imagen extraída de <https://isroyal.carto.com/builder/7f29e4d3-1300-4dc4-b94e-944d08616193/embed>, gracias a la iniciativa de OpenStreetMap

(<https://www.openstreetmap.org/copyright>)

La energía eléctrica es, probablemente, el suministro energético más importante que tenemos en nuestros hogares. Es de vital importancia ajustar la potencia contratada al consumo eléctrico esperado de la vivienda. Desde hace algún tiempo, con los cambios sufridos en el proceso de tarificación de la electricidad, la potencia contratada se ha convertido en un factor determinante. Tener una potencia inferior a la mínima necesaria dará lugar a sucesivos cortes de energía. Por el

contrario, si la potencia contratada es excesiva, el montante de la factura eléctrica será muy significativo.

- ▲ En cuanto a este respecto, se esperaban unos contratos de potencia eléctrica muy desfavorables para las familias. A pesar de que ellos, conscientemente, hacen un gasto mínimo de su energía, la factura de luz no disminuye. Hay muchas personas en la ciudad de València que no entienden la factura de la luz y, por tanto, no buscan la solución en la reducción de su potencia eléctrica contratada.

### □ Factura eléctrica, de gas y de butano mensual

Las tres facturas de energía (eléctrica, gas y butano) nos iban a dar una idea de cómo se distribuye el gasto entre estas tres fuentes de energía. Una vez conocidas las cantidades de energía empleadas en cada fuente, puede establecerse una línea de acción para mejorar la eficiencia de las más importantes.

Estos son los parámetros que se han considerado más interesantes y que por tanto han sido utilizados en el presente estudio. Aunque en la tabla original proporcionada por la Cátedra de Transición Energética pueden encontrarse otros, se decidió seleccionar sólo estos porque daban una visión bastante completa de la vivienda del usuario. Esto fue así porque la práctica totalidad de campos se encontraban completos, y porque no quería parametrizarse en exceso el modelo. Además, no ha de olvidarse que el modelo iba a desarrollarse con la Herramienta Unificada LIDER-CALENER (HULC<sup>32</sup>), por lo que carecería de sentido seleccionar parámetros que después no pueden implementarse.

Con el fin de realizar un estudio más enfocado a la pobreza energética, se realizó un filtrado para estudiar únicamente los datos de familias que, según el criterio seleccionado, sufrieran este problema. Como la PE es un concepto cuya

<sup>32</sup> HULC: herramienta utilizada para el procedimiento básico de certificación energética de edificios.

definición está todavía en proceso, y con una caracterización que depende significativamente del contexto socioeconómico y ambiental, todavía no hay consenso en cuanto a la definición de un índice único que pueda emplearse de manera universal. Aun así, de entre los cinco índices ampliamente reconocidos que valoraron los autores del Mapa de Pobreza Energética de 2016 (regla del 10%, 2M, LIHC, MIS y el enfoque basado en las percepciones y declaraciones de los hogares), se decidió emplear el MIS.

El indicador *Minimum Income Standard* (MIS), como se ha comentado anteriormente, analiza la renta disponible después del gasto en energía y de costes de la vivienda. Aunque haya sido elegido este para realizar el filtrado, las principales críticas a este indicador vienen porque, a pesar de que es consistente con la definición de pobreza energética generalmente aceptada, no permite una identificación precisa de los hogares que se ven abocados a la pobreza debido al coste de la energía. De todos modos, ya se ha mencionado que es considerado uno de los más fiables por los autores del estudio.

🗨️ **El indicador MIS [...] no permite una identificación precisa de los hogares que se ven abocados a la pobreza debido al coste de la energía. De todos modos [...] es considerado uno de los más fiables.**

### 🕒 **Análisis**

Una vez realizado el filtrado de datos, se procede a la comparación de criterios. Con ello, se podrá clarificar si existe una relación directa entre cierto criterio y PE, además de que nos ayudará a definir las características de cada modelo.

Con este fin, se procede a realizar este estudio estadístico mediante la plataforma *Statgraphics*, un paquete de estadísticas que realiza y explica, en lenguaje sencillo, tanto funciones estadísticas básicas como avanzadas. Con él, com-

pararemos cada una de las características dos a dos. El resultado obtenido se muestra en la **Tabla 6**.

**Tabla 6.** Relación entre los distintos factores explicados anteriormente.

	PRARVa	PRPNFa	PRACVa	PRCHa	PRECAa	PRVTGHa	PRDa	PRPCa	PRPU-RE1a	PRPUR-G1a	PRPUA-B1a	Tipología
PRARVa	Relación excelente	Poca relación	Mucha relación	Poca relación	Poca relación	Relación inexistente	Relación inexistente	Mucha relación	Poca relación	Poca relación	Poca relación	Relación excelente
PRPNFa	Relación excelente	Relación excelente	Relación inexistente	Poca relación	Mucha relación	Relación inexistente	Relación inexistente	Poca relación				
PRACVa	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Poca relación	Mucha relación	Poca relación	Relación inexistente	Mucha relación	Poca relación	Mucha relación	Poca relación	Relación excelente
PRCHa	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación inexistente	Poca relación	Relación inexistente	Mucha relación	Poca relación	Poca relación	Poca relación	Poca relación
PRECAa	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación inexistente	Relación inexistente	Poca relación	Poca relación	Relación inexistente	Poca relación	Poca relación
PRVTGHa	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Poca relación	Poca relación	Mucha relación	Poca relación	Poca relación	Mucha relación
PRDa	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Mucha relación	Poca relación	Mucha relación	Mucha relación	Poca relación
PRPCa	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Mucha relación	Poca relación	Poca relación	Poca relación
PRPURE1a	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación inexistente	Poca relación	Poca relación
PRPURG1a	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Mucha relación	Poca relación
PRPUAB1a	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Poca relación
Tipología	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente	Relación excelente

**PRARVa:** área aproximada de la vivienda (m<sup>2</sup>). **PRPNFa:** número de personas que componen el núcleo familiar. **PRACVa:** año de construcción de la vivienda. **PRCHa:** cómo se calienta el hogar. **PRECAa:** sistema de calentamiento del agua. **PRVTGHa:** presencia de goteras y humedades. **PRDa:** distrito. **PRPCa:** potencia contratada. **PRPURE1a:** factura eléctrica (€). **PRPURG1a:** factura de gas (€). **PRPUAB1a:** factura de butano (€). **Tipología:** tipología de vivienda.

■ Relación excelente, ■ Mucha relación, ■ Poca relación, ■ Relación inexistente.

En ella puede observarse que algunas de las características a parametrizar no guardan ninguna relación con otras. Además, en general, la relación que se encuentra no es muy marcada. De hecho, unas de las relaciones más marcadas no son independientes (tipología de vivienda con año de construcción y con superficie de la vivienda), ya que la tipología es un parámetro creado en base a estos dos criterios. Sin embargo, las relaciones observadas en el resto (las de colores más oscuros) podemos considerarlas más o menos fiables. En función de estos resultados, decidiremos las características de cada modelo.

Además, tras analizar cada uno de los casos, y con la finalidad de facilitar la lectura de información estadística, se

dibujan una serie de gráficos (de mosaico, de dispersión o de caja y bigotes, en función del tipo de *input*). En el [ANEXO I](#) se recogen los diferentes gráficos obtenidos.

## ○ **Resultados significativos y selección de parámetros para modelos**

Tras un extenso estudio estadístico, se obtuvieron las relaciones existentes entre los parámetros considerados. Con estos resultados puestos sobre la mesa, se esperaba poder establecer relaciones que nos llevaran a la definición de varios modelos de viviendas con PE.

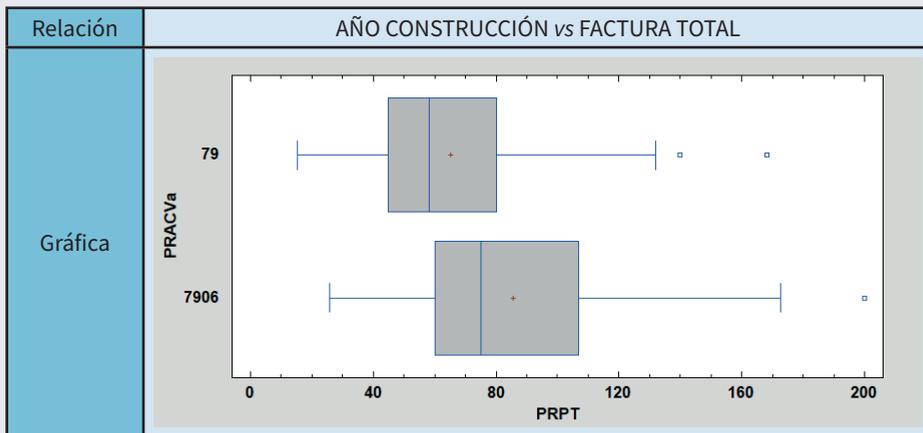
Con la finalidad de seleccionar qué relaciones son significativas y qué relaciones no lo son, se decidió atender directamente a los valores estadísticos más representativos, como por ejemplo el valor-P o el coeficiente de correlación de Pearson. Estos son valores que nos iban a cuantificar, numéricamente, una visión de la correlación existente entre los datos. Además de ello, también se intentaba atender al resultado gráfico obtenido, ya que a veces pueden observarse tendencias y resultados significativos que no se captan mediante los coeficientes ya mencionados.

Una vez obtenidas las conexiones entre parámetros, se procede a desarrollar una visión más general de las conclusiones. Con ello, puede crearse unos modelos basados en las relaciones existentes entre los parámetros dos a dos.

Entre los resultados obtenidos, hay algunos que no esperábamos, como por ejemplo la relación entre el año de construcción de la vivienda y la cuantía de la factura total de energía en el hogar (electricidad, gas y butano).

Como puede observarse en el [Gráfico 6](#), las viviendas construidas antes de 1979 pagan, de media, 25€ menos en su

factura total energética que las construidas entre 1979 y 2006. Esto resulta extraño, ya que las viviendas construidas más recientemente suelen ser más eficientes energéticamente. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las viviendas construidas más recientemente pertenecen, en general, a familias con mayor poder adquisitivo. Esto conlleva que, en las casas más nuevas, también encontraremos mayor carga relacionada con equipos conectados a la red (p.ej. electrodomésticos, ordenadores) que finalmente se traducen en un mayor consumo de energía eléctrica (aunque sean equipos más eficientes, el efecto correspondiente al ahorro energético de los mismos se contrarresta por un mayor número de ellos). Así, estamos aumentando el gasto de la energía a pesar de tener una mejor eficiencia.



**Gráfico 6.** Comparación entre año de construcción (PRACVa) y coste total de facturas energéticas (PRPT).

Tras el análisis de cada parámetro, podemos crear un modelo que implementaremos en HULC. Además, ha de lograrse discretizar todos los parámetros para implementarlos correctamente. Como no todos los parámetros son igual de sencillos a la hora de introducirlos en el modelo y no todos van a cobrar la misma importancia, optamos por crear diferentes modelos en HULC con los siguientes parámetros:

### □ Año construcción

Como se ha comentado anteriormente, el año de construcción de la vivienda va a ser un importante factor que considerar. Además, tras los estudios realizados, se concluyó que el año de construcción del edificio iba a estar estrechamente relacionado con su envolvente térmica. De este modo, se optó por establecer únicamente dos posibilidades en función del año de construcción del edificio: que estuviera construido antes del año 1979, o después del mismo.

La opción de estar construido después del año 2006, momento en el que se publicó el primer Código Técnico de la Edificación, quedó fuera del estudio. Así fue decidido porque el volumen de viviendas estudiadas que habían sido construidas después de este año y que pudieran estar habitadas por personas sometidas a PE no era significativo y, por tanto, no podíamos obtener conclusiones estadísticamente fiables.

👉 se optó por establecer únicamente dos posibilidades en función del año de construcción del edificio: que estuviera construido antes del año 1979, o después del mismo

### □ Superficie

En cuanto a la superficie de las viviendas, se establecieron tres rangos caracterizados por su valor medio de entre todas las viviendas estudiadas: 70 m<sup>2</sup> (40-80 m<sup>2</sup>), 90 m<sup>2</sup> (80-105 m<sup>2</sup>) y 120 m<sup>2</sup> (105-150 m<sup>2</sup>).

Este parámetro, junto al año de construcción, nos va a permitir definir completamente el tipo de cerramiento del edificio. En función de ellos, tenemos cuatro posibles cerramientos los cuales quedan recogidos en la [Tabla 7](#).

## □ Calentar agua

El sistema utilizado para la generación de ACS va a ser determinante en la factura energética total de la vivienda. De los datos analizados puede apreciarse como los mayores costes se encuentran en las viviendas con calderas de gas, con una diferencia aproximada de 20€ mensuales en la factura total de energía. Respecto a los de butano, hay unos 25€ mensuales de diferencia de media.

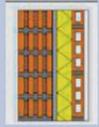
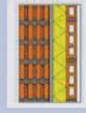
👉 **los mayores costes se encuentran en las viviendas con calderas de gas**

En cuanto a la creación de modelos, se ha decidido parametrizar este factor considerando únicamente dos opciones: caldera de gas o caldera eléctrica. Más adelante se estudiará si realmente este es un factor determinante en la factura como *a priori* puede parecer atendiendo al estudio estadístico.

## □ Calefacción

En cuanto a la calefacción, nos encontramos ante un escenario similar al anterior, aunque con datos que no se esperaban en un primer momento. En general, las viviendas que están dotadas de sistemas de calefacción de gas y bombas de calor son los que más energía pagan, a pesar de ser estos sistemas más eficientes que otros. Se puede suponer que esto es debido a que, al estar en posesión de los equipos más sofisticados, también dispondrán de una mayor capacidad económica y no nos encontraremos ante familias que hagan un esfuerzo por ahorrar en su factura energética. Además, este tipo de sistemas suelen afectar a toda la vivienda en lugar de afectar únicamente a habitaciones concretas, por lo que el gasto es mayor.

Tabla 7. Descripción de las envolventes térmicas según edificios.

CERRAMIENTOS				
<b>Techos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	Revestimiento superior Impermeabilización Mortero de agarre Tablero cerámico Cámara de aire Elemento resistente (forjado unidireccional) Revestimiento interior	Revestimiento superior Mortero de agarre Capa separadora Impermeabilización Capa separadora Capa de regularización de mortero Tablero cerámico Cámara de aire Elemento resistente (forjado unidireccional. Viguetas pretensadas) Revestimiento interior	Revestimiento superior Impermeabilización Mortero de agarre Tablero cerámico Cámara de aire Aislante térmico Capa de pendientes Barrera de vapor Elemento resistente (forjado unidireccional) Revestimiento interior	Revestimiento superior Mortero de agarre Capa separadora Impermeabilización Capa separadora Capa de regularización de mortero Aislante térmico Capa de pendientes Elemento resistente (forjado unidireccional. Viguetas pretensadas) Revestimiento interior
				
<b>Muros</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	Recubrimiento exterior Ladrillo Yeso laminado Enlucido	Recubrimiento exterior Ladrillo Yeso laminado Enlucido	Recubrimiento exterior Ladrillo (ancho) Yeso laminado Aislamiento térmico Ladrillo (estrecho) Yeso laminado Enlucido	Recubrimiento exterior Ladrillo (ancho) Yeso laminado Aislamiento térmico Ladrillo (estrecho) Yeso laminado Enlucido
				
<b>Suelo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	Revestimiento superior Mortero de agarre Capa separadora Impermeabilización Capa separadora Capa de regularización de mortero Elemento resistente (forjado unidireccional. Viguetas pretensadas) Revestimiento interior	Revestimiento superior Mortero de agarre Capa separadora Impermeabilización Capa separadora Capa de regularización de mortero Elemento resistente (forjado unidireccional. Viguetas pretensadas) Revestimiento interior	Revestimiento superior Mortero de agarre Capa separadora Impermeabilización Capa separadora Capa de regularización de mortero Elemento resistente (forjado unidireccional. Viguetas pretensadas) Revestimiento interior	Revestimiento superior Mortero de agarre Capa separadora Impermeabilización Capa separadora Capa de regularización de mortero Elemento resistente (forjado unidireccional. Viguetas pretensadas) Revestimiento interior
				
<b>Ventanas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	marco metálico, vidrio monolítico, sin rotura de puente térmico	marco metálico, vidrio monolítico, sin rotura de puente térmico	marco metálico, vidrio monolítico, sin rotura de puente térmico	marco metálico, vidrio monolítico, sin rotura de puente térmico

Por otro lado, se observa que las familias que utilizan estufas eléctricas tienen un coste muy parecido a aquellas familias que manifiestan que no calientan su casa. Estos dos tipos de familia son las más perjudicadas por la PE. Debido a que el grueso del estudio se encontraba en alguna de estas dos situaciones, se ha optado por crear modelos en los que únicamente se empleen estos sistemas de calefacción.

### □ Posición dentro del edificio

Por último, se ha decidido tener en consideración la posición de la vivienda dentro del edificio. Esta es una información de la que no se disponía en la encuesta, pero que es fundamental para simular el modelo de la envolvente térmica, por lo que se optó por crear modelos con las dos opciones extremas: colocar la vivienda con la fachada principal en orientación norte y en el primer piso (posición donde la ganancia en invierno por irradiación solar es menor), y colocarla con orientación sur y en el último piso (posición donde será mucho más sencillo que incida la energía solar, por lo que maximizará la ganancia por irradiación). Además, se decidió que ambas serían viviendas que se encontrarían en esquina (con dos caras de la fachada en contacto con el ambiente), ya que en esta tipología de viviendas es donde se apreciarán más los efectos de las medidas tomadas posteriormente.

Por otro lado, se decide realizar el estudio considerando solamente bloques de vivienda (y no viviendas unifamiliares) ya que, tras tratar la información disponible, nos percatamos de que la gran mayoría de viviendas con PE correspondían a esta tipología.

A modo de resumen de los parámetros considerados en la modelización en HULC, disponemos de: i) 2 opciones para el año de construcción; ii) 3 opciones para la superficie; iii) 2 opciones para el calentamiento de agua; iv) 2 opciones

**Tabla 8.** Modelos creados para realizar el estudio con sus parámetros asociados.

Modelo	Año construcción	Envolvente	Superficie	Calentar agua	Calefacción	Tipo cerramiento	Posición
1	Antes de 1979	1	70	Gas	No caliente	1	N-Bajo
2	Antes de 1979	1	70	Gas	Estufa eléctrica	1	N-Bajo
3	Antes de 1979	1	90	Gas	No caliente	1	N-Bajo
4	Antes de 1979	1	90	Gas	Estufa eléctrica	1	N-Bajo
5	Antes de 1979	1	120	Gas	No caliente	2	N-Bajo
6	Antes de 1979	1	120	Gas	Estufa eléctrica	2	N-Bajo
7	Antes de 1979	1	70	Electricidad	No caliente	1	N-Bajo
8	Antes de 1979	1	70	Electricidad	Estufa eléctrica	1	N-Bajo
9	Antes de 1979	1	90	Electricidad	No caliente	1	N-Bajo
10	Antes de 1979	1	90	Electricidad	Estufa eléctrica	1	N-Bajo
11	Antes de 1979	1	120	Electricidad	No caliente	2	N-Bajo
12	Antes de 1979	1	120	Electricidad	Estufa eléctrica	2	N-Bajo
13	1979-2006	2	70	Gas	No caliente	3	N-Bajo
14	1979-2006	2	70	Gas	Estufa eléctrica	3	N-Bajo
15	1979-2006	2	90	Gas	No caliente	3	N-Bajo
16	1979-2006	2	90	Gas	Estufa eléctrica	3	N-Bajo
17	1979-2006	2	120	Gas	No caliente	4	N-Bajo
18	1979-2006	2	120	Gas	Estufa eléctrica	4	N-Bajo
19	1979-2006	2	70	Electricidad	No caliente	3	N-Bajo
20	1979-2006	2	70	Electricidad	Estufa eléctrica	3	N-Bajo
21	1979-2006	2	90	Electricidad	No caliente	3	N-Bajo
22	1979-2006	2	90	Electricidad	Estufa eléctrica	3	N-Bajo
23	1979-2006	2	120	Electricidad	No caliente	4	N-Bajo
24	1979-2006	2	120	Electricidad	Estufa eléctrica	4	N-Bajo
25	Antes de 1979	1	70	Gas	No caliente	1	S-Alto
26	Antes de 1979	1	70	Gas	Estufa eléctrica	1	S-Alto
27	Antes de 1979	1	90	Gas	No caliente	1	S-Alto
28	Antes de 1979	1	90	Gas	Estufa eléctrica	1	S-Alto
29	Antes de 1979	1	120	Gas	No caliente	2	S-Alto
30	Antes de 1979	1	120	Gas	Estufa eléctrica	2	S-Alto
31	Antes de 1979	1	70	Electricidad	No caliente	1	S-Alto
32	Antes de 1979	1	70	Electricidad	Estufa eléctrica	1	S-Alto
33	Antes de 1979	1	90	Electricidad	No caliente	1	S-Alto
34	Antes de 1979	1	90	Electricidad	Estufa eléctrica	1	S-Alto
35	Antes de 1979	1	120	Electricidad	No caliente	2	S-Alto
36	Antes de 1979	1	120	Electricidad	Estufa eléctrica	2	S-Alto
37	1979-2006	2	70	Gas	No caliente	3	S-Alto
38	1979-2006	2	70	Gas	Estufa eléctrica	3	S-Alto
39	1979-2006	2	90	Gas	No caliente	3	S-Alto
40	1979-2006	2	90	Gas	Estufa eléctrica	3	S-Alto
41	1979-2006	2	120	Gas	No caliente	4	S-Alto
42	1979-2006	2	120	Gas	Estufa eléctrica	4	S-Alto
43	1979-2006	2	70	Electricidad	No caliente	3	S-Alto
44	1979-2006	2	70	Electricidad	Estufa eléctrica	3	S-Alto
45	1979-2006	2	90	Electricidad	No caliente	3	S-Alto
46	1979-2006	2	90	Electricidad	Estufa eléctrica	3	S-Alto
47	1979-2006	2	120	Electricidad	No caliente	4	S-Alto
48	1979-2006	2	120	Electricidad	Estufa eléctrica	4	S-Alto

para el sistema de calefacción; v) 2 opciones para la posición en el edificio. Es decir, el total de viviendas diferentes que han sido parametrizadas son:

$$2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 48 \text{ modelos}$$

De este modo, los modelos que finalmente se definieron a raíz de los diferentes parámetros considerados fueron 48 y están recogidos en la [Tabla 8](#).



**ANÁLISIS  
DE LOS  
MODELOS Y  
PROPUESTAS  
DE MEJORA**



Una vez se han determinado los parámetros clave que definen los modelos, se debe trasladar dicha información a la HULC para que evalúe el estado de cada uno de los modelos a través del cálculo de la demanda energética que representa la instalación de calefacción y de refrigeración en la vivienda. Así, se va a conocer el estado de cada modelo, lo que permitirá definir las mejoras óptimas de cada uno.

### ○ **Definición de cada parámetro dentro de HULC**

Los parámetros que se han comentado en el punto anterior son las variables clave de entrada en HULC pues definen las características del modelo. Por ello, con los resultados extraídos del análisis estadístico, apoyado de experiencias previas y catálogos comerciales, introducimos los valores de entrada que requiere el programa para caracterizar un modelo y poder simularlo. Es por ello por lo que, a continuación, se detalla brevemente el procedimiento de cada entrada de cada parámetro a HULC.

▲ **Superficie:** acorde a los datos estadísticos, se han diferenciado tres tipos de superficie útil de viviendas: 70, 90 y 120 m<sup>2</sup> (Figura 7). Así pues, se han diseñado tres planos de planta con una distribución por espacios habitables de cada tipo de vivienda. Es imperativo destacar que se han tenido en cuenta el número de habitantes que viven en cada una de ellas para saber los espacios que se deben incluir. En el Anexo I se aprecia la relación entre la superficie y el número de personas en cada vivienda, por lo que se concluye que para las viviendas de 70 m<sup>2</sup> viven 3 personas, mientras que para las viviendas de 90 m<sup>2</sup> y 120 m<sup>2</sup>, ocupan la casa 4 personas. Con ello, se han diseñado los planos de cada una de las viviendas modeladas en HULC.



Figura 7. Planos de planta propuestos con distribución de espacios en los modelos de vivienda de 70, 90 y 120 m<sup>2</sup>.

▲ **Cerramiento:** la composición de los diferentes cerramientos se ha introducido en HULC de acuerdo con la Tabla 7. Para saber evaluar la calidad de una envolvente térmica se debe introducir el término de transmitancia térmica U, el cual indica la cantidad de calor que un elemento constructivo deja pasar, en W/(m<sup>2</sup>·K). Cuanto menor sea el valor de la transmitancia térmica, menores serán las pérdidas (en invierno) o las ganancias (en verano). Por ello, se

ha prestado especial interés en este punto para conseguir la mejor aproximación de la transmitancia térmica U a los valores extraídos del proyecto Tabula.

- ▶ **Ventanas:** las ventanas también tienen un valor de transmitancia térmica U, al cual lo acompañan otros dos parámetros importantes, el factor solar y la permeabilidad del aire. El factor solar indica la cantidad de radiación solar que un vidrio deja pasar. Un valor de cero implica el paso nulo de radiación a través del vidrio, mientras que un valor igual a la unidad significa que el vidrio permite el paso del 100% de la radiación solar. Por último, la permeabilidad del aire está relacionada con la estanqueidad de la ventana y se divide en cinco niveles según el grado de estanqueidad. Una ventana de Clase 0 es una ventana no ensayada, mientras que una ventana de Clase 4 es una ventana con un grado de estanqueidad muy elevado. Estos tres parámetros definen el aislamiento térmico de las ventanas.

En los modelos iniciales de estudio, al igual que para los cerramientos, las ventanas han seguido la [Tabla 7](#) como criterio constructivo en la herramienta HULC, con un factor solar de 0,75. También se ha establecido un 10% de hueco cubierto por el marco, así como una permeabilidad del aire de  $29 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$  a 100 Pa, es decir, de Clase 1.

- ▶ **Altura del edificio y orientación:** para modelar las condiciones más desfavorables de una vivienda se ha diferenciado entre viviendas ubicadas en el primer piso del edificio y orientación norte, y viviendas en el último piso (ático) y orientación sur. Para ello, se han empleado sombras que representan los edificios que se sitúan en los alrededores de una vivienda en el primer piso. Para el modelo de último piso, no se han representado sombras. También, con el mismo propósito de modelar las

situaciones más desfavorables de una vivienda, se ha considerado un edificio que hace esquina, por lo que, además de la fachada principal hay otra totalmente expuesta al exterior.

- ▲ **Demanda de ACS:** siguiendo las directrices del CTE, se ha calculado la demanda de agua de cada vivienda de acuerdo con el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE), Anejo F Demanda de referencia de ACS, que considera unas necesidades de 28 litros/(persona·día) a temperatura de 60 °C. Atendiendo a la ocupación para cada tipo de vivienda que se han establecido extraído del análisis estadístico, resultan las siguientes demandas.

- Modelo de 70 m<sup>2</sup> (3 ocupantes): 84 litros/día
- Modelo de 90 m<sup>2</sup> y 120 m<sup>2</sup> (4 ocupantes): 112 litros/día

- ▲ **Caudal de ventilación:** nuevamente, siguiendo el Documento Básico de Salubridad, calidad del aire interior (DB-HS3), se han determinado los caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables, resultando los siguientes valores.

- Modelo de 70 m<sup>2</sup>: 24 litros/s
- Modelo de 90 m<sup>2</sup> y 120 m<sup>2</sup>: 33 litros/s

- ▲ **Calentamiento de agua**

- **Con caldera de gas:** se ha definido un equipo convencional con una potencia de 20 kW y un rendimiento del 85%.
- **Con termo-acumulador eléctrico:** se ha elegido un termo con una potencia de 1 kW y un rendimiento del 90%. Este equipo necesita estar acompañado de un acumulador, por lo que se ha establecido uno con un volumen de 60 litros.

### ▲ Calefacción

- **No se calienta:** no se implementan equipos en la herramienta HULC.
- **Estufa eléctrica:** a través de las encuestas vimos como las familias que empleaban un equipo de calefacción, únicamente lo hacían en un espacio común. Es por ello por lo que el equipo de calefacción definido en HULC se asigna a un único espacio del modelo, el definido en la [Figura 7](#) como “Salón”. La capacidad nominal de la estufa eléctrica y el consumo se establecen en 2 kW.

## ○ Resultados de los modelos iniciales

Con todos los parámetros perfectamente definidos, ya es posible obtener los resultados a través de HULC. Todos ellos se resumen a través de dos documentos que se generan por cada modelo, uno de certificación y otro de verificación. Gracias a ellos, es posible evaluar el estado de cada vivienda y plantear posibles mejoras en forma de intervenciones en la vivienda. Los parámetros que mejor nos lo indican son la demanda de calefacción y refrigeración, el consumo global y las horas fuera de consigna.

A los tres primeros parámetros los acompaña una calificación energética, que nos sitúa, dentro de una escala de letras y colores, lo eficiente que es la vivienda para mantener las condiciones internas de la misma en un rango de confort. Es imperativo remarcar que no se han considerado las calificaciones en cuanto a emisión de gases de efecto invernadero (indicador primario del certificado) pues, al no estar directamente relacionadas con el objetivo de estudio, quedan fuera del alcance de este.



Figura 8. Escala cromática de calificación energética, con su letra asociada.

Respecto al último parámetro, las horas fuera de consigna, debemos destacar el especial interés que ha adquirido debido a su reciente inclusión en el Documento Básico de Ahorro de Energía del CTE2019 como una de las nuevas exigencias a cumplir. De acuerdo con el Anejo A Terminología del DB-HE 2019, las horas fuera de consigna se define como “*número de horas a lo largo del año en el que cualquiera de los espacios habitables acondicionados del edificio o, en su caso, parte del edificio, se sitúa, durante los periodos de ocupación, fuera del rango de temperaturas de consigna de calefacción o refrigeración, con un margen superior a 1 °C, definido en sus condiciones operacionales.*” Esta definición nos lleva a otra, el concepto de condiciones operacionales. Nuevamente, en el Anejo A Terminología del DB-HE 2019, se definen condiciones operacionales como “*conjunto de temperaturas de consigna definidas para un espacio habitable acondicionado. Está compuesto por un conjunto de temperaturas de consigna, que definen la temperatura de activación de los equipos de calefacción (consigna baja) y de refrigeración (consigna alta). Las condiciones operacionales para espacios de uso residencial privado serán las especificadas en el Anejo D.*” En dicho Anejo D, encontramos la [Tabla 9](#) con las temperaturas de consigna alta y baja a lo largo de un año discriminadas por horas y meses.

**Tabla 9.** Condiciones operacionales de espacios acondicionados en uso residencial privado (Tabla a-Anejo D).

		Horario (semana tipo)			
		0:00-6:59	7:00-14:59	15:00-22:59	23:00-23:59
Temperatura de Consigna Alta (°C)	Enero a Mayo	-	-	-	-
	Junio a Septiembre	27	-	25	27
	Octubre a Diciembre	-	-	-	-
Temperatura de Consigna Baja (°C)	Enero a Mayo	17	20	20	17
	Junio a Septiembre	-	-	-	-
	Octubre a Diciembre	17	20	20	17

Las temperaturas varían en un pequeño rango. La temperatura de consigna alta, que tiene su interés en verano, se fija en el rango de 25 a 27 °C, mientras que la temperatura de consigna baja, con importancia en invierno, se sitúa entre 17 y 20 °C. Estos valores nos dan la información sobre las horas que se ha pasado fuera del rango de consigna u “horas fuera de consigna”. Esta nueva exigencia viene limitada para los edificios que deban cumplir el CTE2019, donde se afirma que “*el total de horas fuera de consigna no excederá el 4% del tiempo total de ocupación*”. Esto equivale a 350 horas a lo largo del año estando en un rango de temperaturas fuera de los de consigna.

De esta forma, y aunando todo lo anterior, se resumen los resultados de los 48 modelos que se han definido en la [Tabla 10](#). La numeración de cada modelo se corresponde con la que se ha presentado anteriormente en la [Tabla 8](#).

Como se puede apreciar, tenemos una gran variedad de calificaciones según las condiciones introducidas para cada modelo. A simple vista, destaca el gran porcentaje de horas fuera de consigna que la vivienda está con temperaturas fuera de las de confort térmico, máxime teniendo en cuenta que, según el CTE2019, el valor límite debería ser un 4%. Además, cabe destacar que sería incorrecto comparar este porcentaje

**Tabla 10.** Resultados de demandas (calefacción y refrigeración), consumo total, calificación y horas fuera de consigna de los 48 modelos originales. Unidades de demanda y consumo en kWh/(m<sup>2</sup>·año).

Modelo	Calefacción		Refrigeración		Consumo Global	Calificación Global	Horas fuera Consigna
	Demanda	Calificación	Demanda	Calificación			
1	35,63	E	7,17	B	41,69	C	49,55%
2	35,63	E	7,17	B	43,78	C	49,55%
3	31,06	D	6,57	B	43,54	C	48,34%
4	31,06	D	6,57	B	45,24	C	48,34%
5	23,47	D	5,62	B	32,66	C	46,83%
6	23,47	D	5,62	B	33,15	C	46,83%
7	35,63	E	7,17	B	70,89	D	49,55%
8	35,63	E	7,17	B	72,98	D	49,55%
9	31,06	D	6,57	B	70,85	D	48,34%
10	31,06	D	6,57	B	72,56	D	48,34%
11	23,47	D	5,62	B	53,14	D	46,83%
12	23,47	D	5,62	B	53,63	D	46,83%
13	14,23	C	6	B	41,69	C	38,45%
14	14,23	C	6	B	43,1	C	38,45%
15	12,01	C	5,47	A	43,54	C	35,22%
16	12,01	C	5,47	A	44,63	C	35,22%
17	7,09	B	4,7	A	32,66	C	30,59%
18	7,09	B	4,7	A	32,87	C	30,59%
19	14,23	C	6	B	70,89	D	38,45%
20	14,23	C	6	B	72,3	D	38,45%
21	12,01	C	5,47	A	70,85	D	35,22%
22	12,01	C	5,47	A	71,95	D	35,22%
23	7,09	B	4,7	A	53,14	D	30,59%
24	7,09	B	4,7	A	53,35	D	30,59%
25	52,71	E	17,42	D	41,69	C	53,03%
26	52,71	E	17,42	D	67,38	D	52,94%
27	49,91	E	18,16	D	43,54	C	51,46%
28	49,91	E	18,16	D	64,01	D	51,45%
29	32,67	E	38,68	G	32,66	C	65,95%
30	32,67	E	38,68	G	47,55	C	65,95%
31	52,71	E	17,42	D	70,89	D	53,03%
32	52,71	E	17,42	D	96,58	E	52,94%
33	49,91	E	18,16	D	70,85	D	51,46%
34	49,91	E	18,16	D	91,32	E	51,45%
35	32,67	E	38,68	G	53,14	D	65,95%
36	32,67	E	38,68	G	68,03	D	65,95%
37	17,39	C	13,15	C	41,69	C	40,99%
38	17,39	C	13,15	C	51,53	D	40,96%
39	19,18	C	13,68	C	43,54	C	42,72%
40	19,18	C	13,68	C	51,98	D	42,72%
41	14,3	C	30,58	F	32,66	C	53,82%
42	14,3	C	30,58	F	40,75	D	53,82%
43	17,39	C	13,15	C	70,89	D	40,99%
44	17,39	C	13,15	C	80,72	E	40,96%
45	19,18	C	13,68	C	70,85	D	42,72%
46	19,18	C	13,68	C	79,29	D	42,72%
47	14,3	C	30,58	F	53,14	D	53,82%
48	14,3	C	30,58	F	61,24	D	53,82%
Modelo	Demanda	Calificación	Demanda	Calificación	Consumo Global	Calificación Global	Horas fuera Consigna
	Calefacción		Refrigeración				

sobre el 100%, ya que en el exterior hay momentos en los que la temperatura está dentro del intervalo de confort. Si consideramos el rango de confort térmico, el contenido entre 21 °C y 26 °C, y analizamos las temperaturas del exterior para la zona climática B3 (Valencia), el porcentaje de horas fuera de consigna viviendo a la intemperie es de un 81,72%. Además, teniendo en cuenta que en el mejor de los casos sólo se ha considerado una instalación de calefacción en la vivienda y sólo en el recinto correspondiente al salón, parte de horas que están fuera de consigna son debidas a temperaturas más altas de las aconsejables al confort térmico por no existir sistema de refrigeración para los meses de verano.

### **88 el porcentaje de horas fuera de consigna viviendo a la intemperie es de un 81,72%**

Otro punto importante que se puede extraer de los resultados es la consideración de que hay modelos con una excelente calificación energética (A y B). Esto no se debe a que la eficiencia sea excelente, sino a que las familias que ocupan dicha vivienda no calientan la casa, por lo que no hay consumo. El proceso básico de certificación energética de los edificios asume que el edificio dispone de tantos equipos climatizadores como son necesarios para garantizar el confort térmico, tanto de refrigeración como de calefacción, dando calificaciones energéticas correspondientes a edificios de nueva construcción a viviendas de familias que no pueden permitirse ni encender una estufa.

Analizando con más detalle las demandas obtenidas, vemos como son superiores en los modelos con una orientación sur y última planta (especialmente la refrigeración). Esto se debe a la exposición directa que tiene con el exterior a través de una cubierta poco aislante, a diferencia de las viviendas que tienen una altura baja en el edificio, las cuales están más protegidas en ese sentido. En líneas generales, también se aprecia, una mayor relación entre los modelos de 70 m<sup>2</sup> y 90 m<sup>2</sup>

por tener una composición de cerramiento común, mientras que los modelos de 120 m<sup>2</sup>, por las diferencias en el cerramiento, presenta un mayor salto en la disminución de las demandas. En la misma dirección se observa como las viviendas más nuevas (entre 1979 y 2006) tienen una calificación mejor a los modelos que son anteriores al año 1979. Este hecho es obvio por el salto de calidad del cerramiento.

Por último, cabe puntualizar que no se muestra la calificación de la producción de ACS en esta tabla de resultados porque los resultados son muy deficientes. Por lo general, la calificación energética de la demanda de energía para producción de ACS es una letra G.

## ○ Limitaciones a la hora de escoger medidas de mejora aplicables

A la hora de proponer mejoras de *rehabilitación exprés*, es decir, de coste moderado y tan prácticas en la ejecución como sean posibles, se han analizado con mucho detalle los precedentes de éxito recogidos en el Apartado [1 Impacto de rehabilitar el parque de viviendas en Valencia](#) pero se han aplicado los criterios que se han ido mencionando a lo largo del informe para que las medidas resulten tan efectivas como sea posible en el colectivo objetivo.

Por un lado, destacábamos que la mayor parte de autores están de acuerdo en que el orden en el que se deben priorizar las medidas que tienen que ver con cambios estructurales en la eficiencia y el ahorro energético son:

- 1º. Mejorar la gestión energética que hacen los ocupantes de un edificio.** Esto incluye adaptar la potencia contratada, adecuar la facturación a las condiciones familiares, racionalizar el uso de los electrodomésticos o la iluminación o formarse en cómo monitorizar los consumos.

Ninguna de estas medidas es de aplicación, puesto que no afectan a la envolvente térmica y no se podrían configurar en la HULC (que tiene, además, un perfil de uso fijo para viviendas definido en el Anejo D del CTE DB-HE).

**2º. Reformar o sustituir elementos constructivos de la envolvente térmica.** Esto comprende acciones como aplicar aislante en un muro, cambiar las ventanas, rehabilitar la fachada para evitar la formación de condensaciones que lleven a la aparición de moho, etc. Estas sí se pueden implementar en HULC y pueden llegar a tener un impacto muy relevante, por lo que son las que más atención han requerido por nuestra parte.

**3º. Sustituir equipos consumidores por otros más eficientes.** Por ejemplo, cambiar una caldera de gas natural antigua por, al menos, una de condensación, incorporar bombas de calor para la climatización o que el sistema de calefacción y el de generación de agua caliente estén acoplados. Puesto que esta medida está supeditada a la anterior y considerando que la inversión inicial de los equipos más eficientes suele ser más elevada (ver [Gráfico 5](#)), decidimos no considerarla. Además, hay que tener en cuenta que los modelos usados no tenían equipos de refrigeración y, en algunos casos, tampoco de calefacción, por lo que incorporar nuevos sistemas habría incrementado el consumo, aunque resulte paradójico.

**4º. Introducir sistemas que se aprovechan de fuentes de energía renovable.** Aunque ya hemos mencionado que se valoró especialmente el uso de colectores o placas solares, estos serían de aplicación sencilla en viviendas

**CC** Esto supondría prácticamente elevar la calificación de los edificios a una letra B para lograr ahorros energéticos superiores al 75%, con rehabilitaciones integrales de elevada inversión y gestión necesariamente compleja.

unifamiliares o si se considerase la posibilidad de conectarlos a toda la red de un edificio de viviendas en bloque. Otro tipo de sistemas a valorar (paneles fotovoltaicos, redes urbanas de climatización, geotermia...) también se aplicarían casi en exclusiva para estos casos. Como los modelos modelizados son todo viviendas independientes integradas en un bloque de edificios, no parece apropiado aplicar estas medidas al concepto de *rehabilitación exprés* de viviendas para paliar la PE. Es cierto que también se incluyen dentro de este punto los equipos basados en aerotermia (bombas de calor muy eficientes con SCOP>2,5) o las calderas de biomasa, pero tampoco se han incorporado como opciones para los modelos mejorados porque no deja de ser “sustituir equipos por otros más eficientes”, que ya se ha abordado en el punto anterior.

También es importante destacar la componente asociada a lo complicado que sea el trámite para poder aplicar las medidas de mejora o a las molestias que supongan estas para la familia que habita la vivienda. Bajo ningún concepto se han valorado propuestas más allá de los cauces legalmente establecidos en las leyes y ordenanzas municipales de aplicación (básicamente porque además la solicitud de subvenciones públicas requiere pruebas documentales de los trámites), y tampoco se considera admisible una medida que requiera el desalojo de la vivienda por parte de los ocupantes por más de uno o dos días, ya que si la pobreza económica es uno de los principales factores de correlación con la PE, resultaría absurdo pedir a estas familias que tuviesen que alquilar provisionalmente una segunda residencia. En este sentido, es importante entender que, en ocasiones, algunas reformas o rehabilitaciones se ofertan como muy sencillas o prácticas para los habitantes de un domicilio por realizarse por la parte exterior de la envolvente térmica, pero requieren permisos especiales para el montaje de andamios, para realizar trabajos verticales, para alterar elementos comunes del edificio o por ocupación de la vía pública

si se requieren contenedores de escombros. Este sería el caso de aplicar SATE por el exterior de la vivienda, que necesitaría la autorización del técnico correspondiente, del ayuntamiento y de la comunidad de vecinos incluso antes de comenzar con la intervención. Por tanto, se han valorado especialmente medidas como la sustitución completa de ventanas, rellenar cámaras de aire mediante aislante insuflado o aplicar capas de aislante térmico en la hoja interior de las fachadas con trasdosados autoportantes. Estas supondrían 1 o 2 días de trabajos, trámites administrativos no muy voluminosos ni complejos y no requerirían que la familia abandonase la vivienda, aunque sí generarían molestias y obligarían a que alguno de los ocupantes estuviese presente durante la intervención.

Teniendo en cuenta estas consideraciones y lo revisado en la [Tabla 5](#), deberían priorizarse acciones poco invasivas que afecten, sobre todo, a los muros verticales que dan al exterior y a las ventanas. En la medida de lo posible, si estas acciones fueran conjuntas, cabría esperar ahorros de hasta un 40% incluso sin haber hecho una rehabilitación intensiva ni haber afectado a cubiertas, suelos o la sustitución de equipos de calefacción. Ahora bien, antes de seleccionar definitivamente las medidas de mejora nos dimos cuenta de que el vigente CTE2019, exige el cumplimiento de todos los puntos del Documento Básico Ahorro de Energía desde julio de 2020 para todas las reformas en edificios existentes que afecten a más del 25% de la superficie de la envolvente térmica. Esto supondría prácticamente elevar la calificación de los edificios a una letra B para lograr ahorros energéticos superiores al 75%, con rehabilitaciones integrales de elevada inversión y gestión necesariamente compleja. Conscientes de que cualquier reforma de los muros de fachada o soluciones ingeniosas como enlucir o pintar la fachada con sustratos de alta reflectividad afectarán a un porcentaje del 25-40% de esta, nos hemos visto obligados a restringir cualquier propuesta a cambios que afectasen a las ventanas. Estas suponen típicamente entre el 10 y el 20% de la superficie de la envolvente térmica, por lo que no entraría en conflicto con la normativa de

aplicación, aunque deja pocas opciones para poder aplicar soluciones con un impacto realmente significativo. Sospechamos que la aplicación del Real Decreto 732/2019 que actualizaba el Código Técnico de la Edificación a la nueva versión CTE2019 debe ser también la razón por la que, iniciativas como la impulsada por la Fundación Naturgy de la que ya hemos hablado (ver referencia 11), finalmente solo se hayan materializado en el Fondo Solidario de Rehabilitación Energética, donde las intervenciones están más relacionadas con las actividades anteriormente descritas cuando se mencionaba a la cooperativa AeioLuz, pese a la importancia que se le daba en el informe a reformas estructurales, principalmente aislamiento de muros en contacto con el exterior.

## **Análisis de las mejoras**

A partir de las limitaciones que se han establecido, el abanico de posibilidades que nos permiten rehabilitar energéticamente un edificio se ha reducido considerablemente, siendo la sustitución de las ventanas la alternativa más realista y que mejor se acopla al caso de estudio. Con esta mejora, y de acuerdo con la [Tabla 5](#) se espera conseguir una reducción entre el 7% y el 15% en las demandas de calefacción y refrigeración, permitiendo así mejorar ligeramente los niveles de confort térmico de la vivienda, logrando así un pequeño ahorro energético y económico para las familias.

### **Con esta mejora, [...] se espera conseguir una reducción entre el 7% y el 15% en las demandas de calefacción y refrigeración**

La comparación entre las diferentes alternativas de ventanas se basa en los valores de transmitancia térmica, de factor solar y de permeabilidad del aire, ya comentados previamente. Estos parámetros determinarán la elección del vidrio y del marco de la ventana. Analizando en profundidad las opciones que

hay en el mercado, encontramos una gran variedad de alternativas en función de la composición y espesor de cada una de las láminas del vidrio. Estos también pueden contar con diversas cámaras que reducen la transmitancia térmica del conjunto.

- ▲ **Vidrio sencillo o monolítico:** es el constituido por una única lámina de vidrio. Este vidrio es el que contienen todos los modelos iniciales previamente analizados. Es un vidrio con bajas propiedades térmicas, por lo que actualmente no está recomendada su utilización.
- ▲ **Doble acristalamiento o doble hoja:** es el conformado por dos lunas paralelas separadas entre sí por una cámara de aire o gas, que dificulta los intercambios térmicos con el ambiente. Esta cámara de aire puede ser de diversos espesores. De esta forma, estas características constructivas le brindan de mejores propiedades térmicas.
- ▲ **Triple acristalamiento o triple hoja:** tiene las mismas características constructivas que el doble acristalamiento, pero en este caso está conformado por tres lunas paralelas. Las propiedades térmicas de este tipo de vidrio son excelentes, pues limitan en gran medida las pérdidas de calor con el exterior.

Las ventanas se pueden hacer más eficientes aplicando ciertos tratamientos sobre una de las caras del vidrio, aumentando sus propiedades térmicas para tratar de controlar los flujos térmicos.

- ▲ **Baja emisividad:** es un tratamiento que consiste en la aplicación, sobre una de las caras, de una fina lámina pulverizada con una base de una capa metálica neutra, la cual posee un alto contenido en plata y otros óxidos metálicos. Con ello, el cristal adquiere la capacidad de reflejar la energía solar y se consigue reducir el valor de

transmitancia térmica. Tiene gran utilidad a la hora de reducir el calor que se escapa de la vivienda al exterior.

- ▲ **Control solar:** es un tratamiento que nuevamente se aplica sobre una de las caras del vidrio y que permite el paso de la radiación solar visible, pero refleja una proporción importante de la radiación térmica. Así se consigue que el interior de la vivienda sea un lugar más fresco.

También existe la posibilidad de incorporar elementos fijos, no estacionales como las lamas. Este tipo de sistema se emplea principalmente en ventanas orientadas al sur, para protegerlo de la radiación solar.

Además del vidrio de la ventana, el marco es otro elemento que se debe tener en cuenta, ya que también tiene un peso importante a nivel térmico. Un marco de mala calidad o mal montado puede contrarrestar todos los beneficios de un vidrio con buenas propiedades aislantes. El marco de la ventana puede ser de diferentes materiales, cada uno con una transmitancia térmica diferente. Actualmente, es común encontrar perfiles con diversas cámaras, por lo que también será un factor que considerar. En la [Tabla 11](#) podemos apreciar una comparación de las diferentes transmitancias térmicas que encontramos en marcos de diferentes materiales, espesores y propiedades. Con ello, podemos extraer una conclusión clara y es la gran ventaja de emplear marco de PVC, pues al ser un material no conductor, no suele necesitar de rotura de puente térmico. Por así decirlo, no cuenta con partes materiales que faciliten la entrada o salida preferencial de flujos de calor.

“podemos extraer una conclusión clara y es la gran ventaja de emplear marco de PVC, pues al ser un material no conductor, no suele necesitar de rotura de puente térmico”

A la hora de elegir la mejor tipología de ventana, no podemos dejar de lado el factor económico, pues debemos recordar que la rehabilitación que se plantea va destinada a familias en pobreza energética, por lo que la solución no puede ser económicamente desorbitada. Afortunadamente, la sustitución de ventanas es subvencionable de acuerdo con varios planes de ámbito nacional y autonómico y, en cualquier caso, las diversas fuentes y catálogos comerciales consultados parecen indicar que no excederían los 4.000€/vivienda en ningún caso, siendo el coste total por sistema de ventana con marco de en torno a los 500–1.000€, incluyendo trabajos, tasas e impuestos. La horquilla está motivada por los diferentes matices adicionales de mejora que se pueden aplicar, como las láminas de control solar (unos 60–80€ adicionales), el tratamiento bajo emisivo (un 25–30% de sobrecoste material) o los elementos de sombra (40–300€), que suelen ser más baratos cuando son provisionales o estacionales.

**Tabla 11.** Transmitancia térmica de perfiles de ventana (marcos) de diferente composición. Unidades de transmitancia térmica en  $W/(m^2 \cdot K)$ .

RPT = Rotura de puente térmico; PVC = Policloruro de vinilo.

Fuente: Kömmerling, basados en la UNE-EN ISO 10077.

Material del perfil	Transmitancia térmica
Metálico	5,7
Metálico RPT (4 mm<d<12 mm)	4,0
Metálico RPT >12 mm	3,2
Madera dura ( $\rho=700 \text{ kg/m}^3$ y 60 mm de espesor)	2,2
Madera blanda ( $\rho=500 \text{ kg/m}^3$ y 60 mm de espesor)	2,0
Perfiles huecos de PVC (2 cámaras)	2,2
Perfiles huecos de PVC (3 cámaras)	1,8

Además, hay que tener en cuenta que solamente estamos cambiando las ventanas, factor que supone un porcentaje menor al 25% de toda la envolvente térmica de la vivienda. Es por

ello, la utilización de ventanas muy sofisticadas y que tengan las mejores propiedades térmicas del mercado no tiene mucho sentido, pues las pérdidas de calor se van a ir por el resto de la envolvente y la inversión económica no tendrá la rentabilidad esperada.

Atendiendo a los distintos modelos expuestos, el parámetro orientación y altura del edificio va a adquirir una gran importancia. Los diferentes tratamientos que se han analizado tienen un gran impacto según su aplicación. Podemos asociar los modelos con una orientación norte y una altura de edificio bajo, con un vidrio bajo emisivo. Esto se debe a que dichos modelos, por su orientación y posición, tienen más complicaciones para recibir energía solar, por lo que se debe aprovechar el calor que se genera en el interior y evitar que salga. Ahí es donde tiene una gran aplicación el tratamiento de baja emisividad. Por otro lado, y en una situación contraria, encontramos los modelos con una orientación sur y última planta en el edificio, por lo que tienen un gran impacto de la radiación solar, y en principio, sería interesante valorar un vidrio con control solar para que no deje pasar todo ese calor procedente del sol, aunque se recomiendan especialmente en edificios con amplios frontales acristalados, que no son el caso.

## **el parámetro orientación y altura del edificio va a adquirir una gran importancia**

De esta forma, se han planteado las siguientes propuestas de mejora atendiendo a todos los factores expuestos.

- ▲ Modelos con orientación norte y primera planta:
  - Vidrio de doble hoja con marco de PVC de 2 cámaras.
  - Vidrio de doble hoja con baja emisividad con marco de PVC de 2 cámaras.

- ▲ Modelos con orientación sur y última planta (ático):
  - Vidrio de doble hoja con marco de PVC de 2 cámaras.
  - Vidrio de doble hoja con baja emisividad con marco de PVC de 2 cámaras.
  - Vidrio de doble hoja con control solar con marco de PVC de 2 cámaras.
  - Vidrio de doble hoja con lamas con marco de PVC de 2 cámaras.

Para todos ellos, y debido a la sustitución de las ventanas, se ven mejorados los siguientes parámetros que son variables de entrada en HULC. La clase de permeabilidad del aire pasa de una Clase 1 (que se tenía en los modelos iniciales) a una Clase 2, situándose en un valor de  $15 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ . También varía el porcentaje de hueco ocupado por el marco, pasando de un 10% a un 20%.

## ○ Resultados de los modelos mejorados

La determinación de los nuevos resultados de los modelos con las mejoras aplicadas sigue un procedimiento análogo al seguido para los resultados iniciales. Remarcar que los únicos cambios que se han introducido en HULC son los comentados anteriormente relativos a las ventanas, por lo que el resto de los parámetros permanecen constantes. Así, podemos realizar una comparativa aplicada, por suerte o por desgracia, solo a ese cambio.

Tras la simulación de las diferentes propuestas, podemos extraer algunas observaciones respecto a cada una de las mejoras. Atendiendo a la orientación y posición en el edificio, y siguiendo la separación que se ha hecho anteriormente, compararemos en primer lugar los modelos con orientación norte y

primera planta. Los resultados entre la mejora con la ventana de vidrio de doble hoja y la opción de incluir a esa mejora el tratamiento de baja emisividad tiene una diferencia porcentual de la mejora de la demanda conjunta de calefacción y refrigeración en torno a un 5% entre ambos. La ventana de doble hoja tiene un intervalo de mejora entre el 5% y el 14%, mientras que la aplicación de una ventana de doble acristalamiento con baja emisividad tiene una mejora de la demanda total entre el 8% y el 22%. Estos valores, atendiendo a los problemas térmicos que tienen las viviendas de estudio, se cuantifican como una diferencia considerable. Por otra parte, otro parámetro digno de comparación es el relativo a las horas fuera de consigna. Aquí nos encontramos con una diferencia prácticamente nula entre ambas mejoras, en torno al 1%. También vemos como la sustitución de las ventanas por unas de mejor calidad no tiene un impacto significativo sobre el porcentaje de horas fuera de consigna. Aún con el cambio, seguimos en valores entre 29% y 50% de horas fuera de consigna a lo largo de un año (ver [Tabla 12](#)), todavía muy lejos del máximo de 4% marcado por el CTE 2019. Hay que destacar sobre los resultados que se ve una mayor mejora en los modelos con año de construcción entre 1979 y 2006. Esto está totalmente alineado con lo expuesto en apartados anteriores. Los cerramientos de las viviendas anteriores al año 1979 tienen una composición energéticamente desfavorable, por lo que la sustitución de una ventana no va a resolver los problemas térmicos, al suponer un cambio menor al 25% de la envolvente térmica. Así pues, los intercambios de calor con el exterior y los problemas térmicos que ello conlleva se van a producir por el otro 75%. En cambio, si se tienen cerramientos de mayor calidad en cierta medida (modelos entre 1979 y 2006), la sustitución de una ventana deficiente por una de mayor calidad tiene un mayor impacto.

**Los cerramientos de las viviendas anteriores al año 1979 tienen una composición energéticamente desfavorable, por lo que la sustitución de una ventana no va a resolver los problemas térmicos**

**Tabla 12.** Resultados de demandas (calefacción y refrigeración), consumo total, calificación y horas fuera de consigna de los 48 modelos con la sustitución por una ventana de doble hoja de baja emisividad. Unidades de demanda y consumo en kWh/(m<sup>2</sup>.año).

Modelo	MEJORA DOBLE HOJA + BAJA EMISIVIDAD (BE)										Diferencia en horas
	Calefacción		Refrigeración		Consumo Global		% Mejora Calif. Global		Horas fuera Consigna	% Mejora h fuera consigna	
	Demanda	Calificación	Demanda	Calificación	% Mejora total	Consumo Global	% Mejora Calif. Global				
1	31,98	D	10,24%	6,89	B	9,18%	41,69	C	49,02%	1,07%	46,43
2	31,98	D	10,24%	6,89	B	3,91%	43,78	C	49,02%	1,07%	46,43
3	28,18	D	9,27%	6,34	B	3,91%	43,54	C	47,58%	1,57%	66,58
4	28,18	D	9,27%	6,34	B	3,50%	45,13	C	47,58%	1,57%	66,58
5	21,19	D	9,71%	5,44	A	3,20%	32,66	C	46,37%	0,98%	40,30
6	21,19	D	9,71%	5,44	A	3,20%	33,09	C	46,37%	0,98%	40,30
7	31,98	D	10,24%	6,89	B	3,91%	70,89	D	49,02%	1,07%	46,43
8	31,98	D	10,24%	6,89	B	3,91%	72,98	D	49,02%	1,07%	46,43
9	28,18	D	9,27%	6,34	B	3,50%	70,85	D	47,58%	1,57%	66,58
10	28,18	D	9,27%	6,34	B	3,50%	72,45	D	47,58%	1,57%	66,58
11	21,19	D	9,71%	5,44	A	3,20%	53,14	D	46,37%	0,98%	40,30
12	21,19	D	9,71%	5,44	A	3,20%	53,58	D	46,37%	0,98%	40,30
13	10,06	B	29,30%	5,77	B	3,83%	41,69	C	34,35%	10,66%	359,16
14	10,06	B	29,30%	5,77	B	3,83%	42,86	C	34,35%	10,66%	359,16
15	8,75	B	27,14%	5,26	A	3,84%	43,54	C	31,77%	9,80%	302,22
16	8,75	B	27,14%	5,26	A	3,84%	44,58	C	31,77%	9,80%	302,22
17	4,87	B	31,31%	4,56	A	2,98%	32,66	C	28,85%	5,69%	152,42
18	4,87	B	31,31%	4,56	A	2,98%	32,81	C	28,85%	5,69%	152,42
19	10,06	B	29,30%	5,77	B	3,83%	70,89	D	34,35%	10,66%	359,16
20	10,06	B	29,30%	5,77	B	3,83%	72,06	D	34,35%	10,66%	359,16
21	8,75	B	27,14%	5,26	A	3,84%	70,85	D	31,77%	9,80%	302,22
22	8,75	B	27,14%	5,26	A	3,84%	71,89	D	31,77%	9,80%	302,22
23	4,87	B	31,31%	4,56	A	2,98%	53,14	D	28,85%	5,69%	152,42
24	4,87	B	31,31%	4,56	A	2,98%	53,29	D	28,85%	5,69%	152,42
25	51,47	E	2,35%	17,09	D	1,89%	41,69	C	53,25%	-0,41%	-19,27
26	51,47	E	2,35%	17,09	D	1,89%	67,29	D	53,25%	-0,41%	-19,27
27	48,92	E	1,98%	17,91	D	1,38%	43,54	C	51,50%	-0,08%	-3,50
28	48,92	E	1,98%	17,91	D	1,82%	64,2	C	51,50%	-0,10%	-4,38
29	31,37	E	3,98%	39,47	G	-2,04%	32,66	D	65,52%	0,65%	37,67
30	31,37	E	3,98%	39,47	G	-2,04%	46,67	C	65,52%	0,65%	37,67
31	51,47	E	2,35%	17,09	D	1,89%	70,89	D	53,25%	-0,41%	-19,27
32	51,47	E	2,35%	17,09	D	1,89%	96,49	E	53,17%	-0,43%	-20,15
33	48,92	E	1,98%	17,91	D	1,38%	70,85	D	51,50%	-0,08%	-3,50
34	48,92	E	1,98%	17,91	D	1,38%	91,51	E	51,50%	-0,10%	-4,38
35	31,37	D	3,98%	39,47	G	-2,04%	53,14	D	65,52%	0,65%	37,67
36	31,37	D	3,98%	39,47	G	-2,04%	67,16	D	65,52%	0,65%	37,67
37	15,27	C	12,19%	12,84	C	2,36%	41,69	C	39,55%	3,51%	126,14
38	15,27	C	12,19%	12,84	C	2,36%	51,3	D	39,44%	3,71%	133,15
39	17,51	C	8,71%	13,44	C	1,75%	43,54	C	41,84%	2,06%	77,09
40	17,51	C	8,71%	13,44	C	1,75%	52,06	D	41,84%	2,06%	77,09
41	12,73	C	10,98%	31,32	F	-2,42%	32,66	C	52,32%	2,79%	131,40
42	12,73	C	10,98%	31,32	F	-2,42%	39,65	C	52,32%	2,79%	131,40
43	15,27	C	12,19%	12,84	C	2,36%	70,89	D	39,55%	3,51%	126,14
44	15,27	C	12,19%	12,84	C	2,36%	80,5	E	39,44%	3,71%	133,15
45	17,51	C	8,71%	13,44	C	1,75%	70,85	D	41,84%	2,06%	77,09
46	17,51	C	8,71%	13,44	C	1,75%	79,37	D	41,84%	2,06%	77,09
47	12,73	C	10,98%	31,32	F	-2,42%	53,14	D	52,32%	2,79%	131,40
48	12,73	C	10,98%	31,32	F	-2,42%	60,13	D	52,32%	2,79%	131,40

Si realizamos el mismo análisis con las opciones de mejora de los modelos con orientación sur y última planta (ático), encontramos que la aplicación de una ventana de doble hoja tiene un impacto casi nulo, con porcentajes de mejora sobre la demanda total entre un 1% y un 3%, mientras que la sustitución por una ventana de doble hoja con baja emisividad tiene un porcentaje de mejora ligeramente superior pero no en exceso (entre un 1% y un 8%). Aquí se ve el fuerte impacto de tener una cubierta deficiente, donde al estar tan expuesto al ambiente, provoca que los cambios no tengan relevancia sobre el confort térmico. Si atendemos a las mejoras que introducen el control solar y las lamas, observamos como se produce una ligera reducción en la demanda de refrigeración, pero un aumento considerable en la demanda de calefacción. La justificación de este suceso se debe a la variación climática entre estaciones. En verano, el control solar y las lamas ayudan a reducir la demanda de refrigeración, pero al ser elementos fijos, en invierno tiene un efecto inverso, impidiendo la llegada del calor solar y aumentando la demanda de calefacción. Si analizamos las horas fuera de consigna, encontramos las mismas conclusiones que con los modelos con orientación norte y primera planta, una relevancia despreciable. Es importante destacar que la aplicación de la mejora con control solar y lamas provocaba, aún más, un aumento del porcentaje de las horas fuera de consigna, mientras que en las otras dos propuestas de mejora (doble hoja y doble hoja con baja emisividad) encontramos modelos con aumento de las horas y otros con una ligera disminución que, en líneas generales, se resume en un impacto insignificante.

Aunando estas observaciones, podemos afirmar que la mejor de las alternativas analizadas es la ventana de doble hoja con baja emisividad y un marco de PVC de dos cámaras. A continuación, se exponen los resultados obtenidos relativos únicamente a esta propuesta de mejora.

## GG podemos afirmar que la mejor de las alternativas analizadas es la ventana de doble hoja con baja emisividad y un marco de PVC de dos cámaras

En cuanto a un análisis de la amortización de la aplicación de las soluciones propuestas, la estimación de precios de que se dispone para la instalación de ventanas de vidrio de doble hoja con cámara de aire de 12 mm (4-12-4) y tratamiento bajo emisivo, con marco de PVC de dos cámaras es bastante similar a la que proponen aquellos autores de los listados en la [Tabla 5](#) donde se incluyen los costes de retirar el anterior acristalamiento, la ejecución de la obra y los impuestos, del orden de 340–360€/m<sup>2</sup> de superficie cubierta por ventanas. Este precio es ligeramente más económico (20–40€/m<sup>2</sup>) que las otras alternativas planteadas con elementos accesorios como vidrios con control solar o elementos de sombra y en torno a un 30% más caro que la misma solución sin tratamiento bajo emisivo.

Puesto que las soluciones que intentan bloquear la radiación solar han sido desestimadas por los reducidos márgenes de mejora, tan solo tendría cabida comparar las soluciones de ventanas de doble hoja con y sin tratamiento bajo emisivo. Basándonos en el área cubierta por ventanas en los modelos de 70, 90 y 120 m<sup>2</sup> de planta (4,8, 4,8 y 5,1 m<sup>2</sup> de superficie acristalada, respectivamente), la inversión total para las soluciones con tratamiento bajo emisivo oscilaría entre los 1.632€ y los 1.836€ en función de la tipología de vivienda, pero se puede apreciar que claramente serían medidas englobables dentro del concepto de *rehabilitación exprés*. Para los cristales convencionales con cámara de aire, un rango prudente sería 1.344€-1.428€.

GG [...] la inversión total para las soluciones con tratamiento bajo emisivo oscilaría entre los 1.632€ y los 1.836€ en función de la tipología de vivienda [...] serían medidas englobables dentro del concepto de *rehabilitación exprés*. Para los cristales convencionales con cámara de aire, un rango prudente sería 1.344€-1.428€.

Suponiendo un valor de referencia del precio de la parte variable de las facturas energéticas de 0,14€/kWh (IVA incluido), que es considerado por varias fuentes como las que se citan anteriormente como un promedio razonable promediado entre las diferentes fuentes energéticas (butano, gas natural, electricidad...), es posible valorar el ahorro potencial de las mejoras de más impacto y la amortización de la sustitución de las ventanas. Para ello, se toma el valor del ahorro en demanda energética, puesto que, al no haber incrementado muy significativamente en ningún caso el porcentaje de horas dentro de consigna, los equipos de calefacción siguen consumiendo mucho incluso con las mejoras, proporcionando una mejora menos apreciable en el consumo de energía final. Es decir, se va a valorar la amortización considerando que los ocupantes de la vivienda van a ahorrar anualmente en la facturación energética, pero van a pasar el mismo frío o calor que experimentaban sin la mejora.

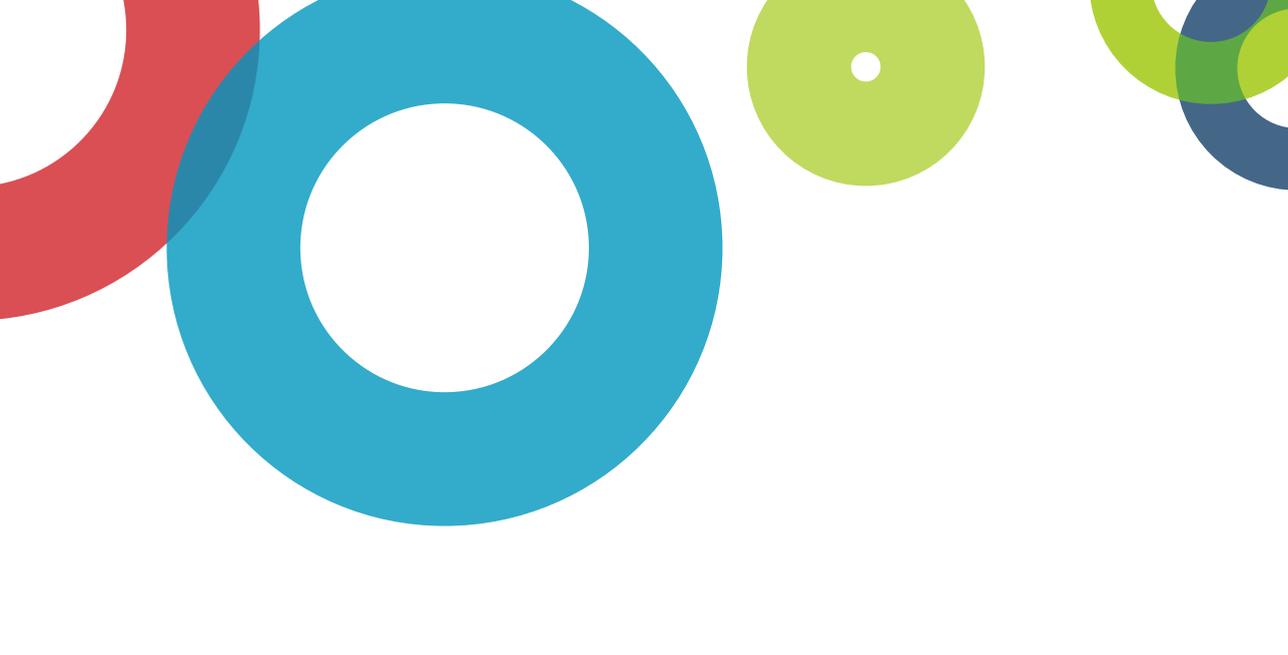
Así, mediante un cálculo de amortización simple, se puede establecer un periodo de retorno de la inversión de entre 30 y 40 años para los modelos con técnicas constructivas del periodo 1979-2006 que tengan orientación norte y no sean la última planta, es decir, los que tienen una reducción más relevante en su demanda total (en torno al 20%). Este periodo se aplicaría a ambos tipos de ventanas, con un periodo algo inferior en el caso de los vidrios sin tratamiento bajo emisivo. Si se aplicasen las bonificaciones por sustitución de ventanas que, por ejemplo, el Instituto Valenciano de la Competitividad Empresarial (IVACE) promociona y que solo podrían aplicarse en el caso de los vidrios con baja emisividad, nos encontraríamos con que el rango se reduce a 30-34 años, acercándolo más al de la otra alternativa, pero siendo todavía un periodo largo incluso si se valora financiar el coste total. El resto de casos (otros sistemas de ventanas u otros modelos), como resulta natural, ni siquiera se han considerado porque suponen ahorros en la demanda total inferiores al 10%.

« se puede establecer un periodo de retorno de la inversión de entre 30 y 40 años para los modelos con técnicas constructivas del periodo 1979-2006 que tengan orientación norte y no sean la última planta

Si se aborda el análisis desde el punto de vista del impacto en la potencial reducción de la PE de la familia, y asumiendo, una vez más, que estos anteponen la disponibilidad económica al confort térmico, los 40,5–41,4€ de ahorro anual no serían ni el 10% de la mediana de gasto para València, por lo que el efecto sobre los indicadores de PE económicos será mínimo. Sí sería interesante considerar, no obstante, el coste de oportunidad de no aplicar estas medidas, teniendo en cuenta la tendencia abrumadoramente alcista del coste de la energía eléctrica.



# **CONCLUSIONES DEL ESTUDIO**



A nivel técnico, el trabajo realizado durante la elaboración de este informe da pie a muchas consideraciones y análisis específicos sobre los que estamos encantados de poder proporcionar detalles. No obstante, si hay una consecuencia fundamental que se desprende de los resultados que hemos obtenido es que, en las condiciones legales y técnicas actuales, **un proyecto de rehabilitación exprés no puede por sí solo sacar a una familia de la condición de pobreza energética**. En este sentido, y teniendo en cuenta que los afectados por PE suelen sufrir también pobreza económica, la mejora que puede proporcionar sustituir las ventanas es relativamente marginal como para suponer un ahorro que modifique drásticamente sus resultados en indicadores como el 2M, el HEP o el MIS. Esto resulta especialmente evidente si tenemos en cuenta que estos proyectos requieren de una inversión inicial de unos pocos miles de euros y que los casos subvencionables suelen requerir costear la obra completa de antemano. Si centramos la atención en indicadores más subjetivos (e.g. *Keep Warm*), es iluso pensar que una modificación que afecta únicamente a menos del 25% de la envolvente logrará aportar confort térmico, más allá de paliar algo la crudeza de aquellos días con condiciones climáticas más extremas.

En cualquier caso, y con el propósito de que el esfuerzo realizado pueda servir de apoyo a futuras decisiones políticas, sociales o técnicas de la administración pública o actores privados, he aquí las principales conclusiones que se deducen de los resultados:

- ▲ La zona climática donde se encuentra un edificio tiene mucha influencia en la efectividad de las medidas de ahorro energético que se implantan o simulan, y propuestas de éxito para otras regiones podrían resultar ineficaces o económicamente inviables para València o cualquier otro municipio de España radicado en la zona B3 (más relevante que la distribución por provincias o comunidades autónomas).

### ☞ **La zona climática donde se encuentra un edificio tiene mucha influencia en la efectividad de las medidas de ahorro energético que se implantan**

- ▲ El procedimiento de calificación energética del consumo de energía total ofrece resultados confusos cuando se aplica a viviendas con condiciones de habitabilidad y salubridad insuficientes, reflejo de que está diseñado para edificios modernos y energéticamente eficientes, que cubren las necesidades térmicas en todo momento.

### ☞ **El procedimiento de calificación energética [...] ofrece resultados confusos cuando se aplica a viviendas con condiciones de habitabilidad y salubridad insuficientes**

- ▲ En la situación actual, cualquier propuesta de reforma (energética o constructiva) que se tramite por cauces legalmente establecidos está condenada a ser una mera sustitución de ventanas o, directamente, un proyecto de rehabilitación integral de altas prestaciones, para poder cumplir con las exigencias del nuevo CTE2019.

- ▲ El parámetro más significativo para predecir el efecto de cualquier medida de ahorro energético es el binomio orientación-altura, como se puede inferir de las marcadas diferencias entre los modelos 1 a 24 (orientación norte, 1º planta) y los modelos 25 a 48 (orientación sur, ático). Otros factores también relevantes, aunque secundarios, serían la composición de los paramentos, el año de construcción o el sistema de producción de agua caliente sanitaria.

### 66 El parámetro más significativo para predecir el efecto de cualquier medida de ahorro energético es el binomio orientación-altura

- ▲ La sustitución de las ventanas de una vivienda por otras con doble hoja y tratamiento de baja emisividad puede reducir la demanda en climatización un 10% para edificios construidos antes de 1979 y un 20% para edificios del periodo 1979–2006. Esta reducción llevaría asociada una rebaja en la misma proporción en la parte variable de la factura de la electricidad o los combustibles, aunque no es aplicable a los modelos de ático, donde el efecto podría llegar a ser incluso contraproducente en invierno.
- ▲ En los casos donde se logran mayores reducciones en la demanda de energía (edificios norte-alto construidos entre 1979 y 2006) también se producen los mayores incrementos en el número de horas que la temperatura está dentro de los rangos de consigna. Es, por tanto, el único caso en el que se puede hablar de un cambio perceptible a mejor en el confort térmico, aunque los valores distan mucho del 4% objetivo. En el resto de los casos, seguramente se ha afectado a la temperatura del interior de la vivienda, sobre todo en los días con condiciones exteriores más extremas, pero no lo suficiente como para que se pueda hablar de una diferencia que los ocupantes vayan a percibir satisfactoriamente.

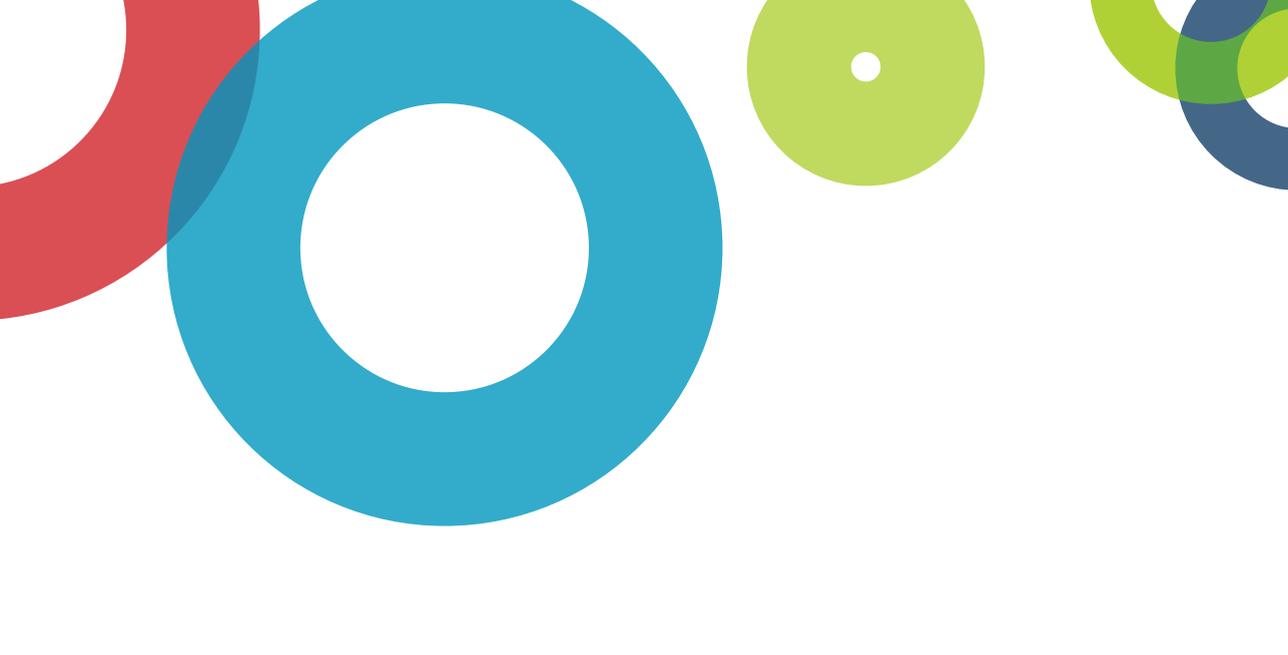
- ✦ La mejora propuesta (ventanas con cámara de aire con hoja exterior de baja emisividad) apenas tiene efecto sobre la mejora en la calificación de consumo de energía final, puesto que, al no lograrse una mejora de mucho impacto en el confort térmico de la vivienda, los sistemas de calefacción siguen siendo insuficientes la mayor parte del tiempo. En los modelos donde no hay sistema de calefacción, obviamente la calefacción no se modifica en absoluto, aunque sí lo hace la demanda, esto es, la energía que necesitarían los espacios del edificio para compensar las pérdidas o ganancias térmicas.
- ✦ La aplicación del tratamiento de baja emisividad a las ventanas de doble hoja es rentable incluso para edificios en la zona climática B3, pero solo garantiza una reducción en la demanda mayor a su sobre coste económico si los sistemas de climatización de la vivienda son suficientes para garantizar el confort térmico.
- ✦ Los vidrios con control solar, sin embargo, tienen un efecto perjudicial en el aporte térmico que se obtiene en invierno por la radiación solar, por lo que probablemente solo sería interesante en aquellos edificios con grandes superficies acristaladas, en cuyo caso ya no se podría proponer la mejora sin cumplir las exigencias del CTE2019.
- ✦ Si se valora instalar elementos de sombra, estos deberían ser estacionales, es decir, que se pueden desplegar y recoger en función de la estación del año y las necesidades, como sucede con cortinas de lamas o toldos. De lo contrario, la radiación solar que se bloquea en invierno tiene un efecto adverso, como sucedía con los vidrios con control solar.

Nos gustaría destacar también que somos conscientes de las limitaciones de nuestros análisis. Por ejemplo, entendemos que la distribución en planta de los espacios seguramente no coincidirá con ningún edificio real ubicado en València. Sin embargo, factores como la orientación principal de la fachada o la altura de la vivienda tienen un impacto mayor en los índices que se han obtenido en los informes de certificación y verificación. De algún modo, se pretendía cubrir las situaciones más extremas o desfavorables tanto en verano como en invierno y, a la vista de las diferencias encontradas, se ha procedido con acierto. Viviendas con otra distribución podrían ofrecer valores algo diferentes, pero casi con total seguridad dentro del rango de mejora obtenido, y tanto más parecido a las distribuciones de los modelos norte-bajo o sur-alto en función de su orientación y altura.

Tampoco se han podido hacer análisis más exhaustivos de, por ejemplo, las temperaturas registradas en cada momento en el interior de los edificios y su comparación con los modelos con las mejoras, puesto que la Herramienta Unificada LIDER-CALENER no almacena de manera accesible esa información. Otros programas que requieren simulación energética, como el EnergyPlus, sí lo habrían permitido y fueron alternativas valoradas inicialmente. Con todo, estas herramientas no habrían permitido conocer las calificaciones energéticas parciales en demanda y consumo total. Sí se habrían podido utilizar, todo sea dicho, los otros *documentos reconocidos (software)* para el procedimiento general de certificación energética de edificios en España, como los denomina el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.



# PROPUESTAS



Puesto que el principal cometido de este documento es ser de utilidad, se desglosan algunas propuestas, divididas en función de los agentes relacionados con las familias afectadas por pobreza energética a quien van dirigidas:

### ○ **Administraciones autonómicas y áreas técnicas del Ayuntamiento de Valencia**

- ▲ Reservar una partida presupuestaria para mejorar en un plazo breve los edificios residenciales de titularidad pública a calificaciones energéticas A o B que “den ejemplo” social, como ya se autoimpulso la administración a la hora de promover la certificación energética en

edificios públicos a raíz de la publicación del Real Decreto 235/2013. Aplicar esta medida también a la Vivienda Protegida existente, aunque sean de titularidad privada. Promover, además, la construcción de obra pública nueva basada en criterios de arquitectura bioclimática certificada, que supone una inversión a más largo plazo con reducciones de la demanda energética de hasta el 75% más de lo que exige el CTE2019, y de la que ya hay precedentes precisamente en la ciudad de València.

- ▲ Facilitar los trámites administrativos (licencias de obras, comunicaciones previas...) y/o eximir los gravámenes previos a los mismos (tasas de actuaciones urbanísticas e impuestos sobre construcciones) siempre que en la solicitud a trámite se alegue y justifique documentalmente que la obra afecta a una residencia habitada por familias afectadas de pobreza energética o bien que la eficiencia energética y las emisiones derivadas del consumo de energía del edificio se vayan a reducir por debajo de un valor límite exigente, a fijar por el criterio de los técnicos competentes del Ayuntamiento.

### **Facilitar los trámites administrativos (licencias de obras, comunicaciones previas...) y/o eximir los gravámenes previos a los mismos**

- ▲ Que se subvencionen preferentemente (o en exclusiva) reformas estructurales de los edificios para luchar de manera efectiva contra la pobreza energética, en lugar de las rehabilitaciones exprés. Además, en este sentido se deben priorizar las actuaciones sobre bloques de edificios enteros, en lugar de sobre pisos particulares.

### **se deben priorizar las actuaciones sobre bloques de edificios enteros, en lugar de sobre pisos particulares**

- ▶ Partiendo del supuesto, probado por todos los estudios citados, de que las medidas de eficiencia energética son rentables, que se planteen algunas subvenciones públicas para este fin como inversiones que la administración recupera en base al ahorro obtenido. Teniendo en cuenta que en los casos de pobreza energética o económica las entidades públicas acaban asumiendo una parte de los costes energéticos, sobre todo en invierno, esta propuesta al menos evita que la situación se cronifique. Alternativamente, y a criterio también de otros autores, se podría prohibir la venta o alquiler de edificios calificados en consumo de energía o emisiones por debajo de una letra E, pero somos conscientes de que esto podría incrementar el mercado al margen de la legalidad, o que se expidan certificados energéticos de edificios que, “por descuido”, no incluyan los sistemas de calefacción y producción de ACS, para reducir el consumo estimado.

## ○ Servicios sociales autonómicos y locales

- ▶ Evitar, en la medida de lo posible, ofrecer a familias afectadas por pobreza energética soluciones habitacionales con orientaciones y alturas especialmente desfavorables, esto es, con fachadas principales hacia el norte, áticos o viviendas ubicadas en esquina o chaflán del bloque. Podría ser una manera no intencionada de cronificar su situación.

### ☞ Evitar ofrecer a familias afectadas por pobreza energética soluciones habitacionales con orientaciones y alturas especialmente desfavorables

- ▶ Mediar en los casos donde haya buena predisposición por parte de la comunidad de vecinos de un bloque de viviendas para lograr aplicar reformas estructurales (mejora de los muros y ventanas, adquisición de siste-

mas colectivos para climatización y agua caliente o implementación de sistemas de energías renovables) en todo el edificio, en lugar de segmentos puntuales de este o viviendas individuales. Incidir en que, en reformas del edificio completo, la inversión por vivienda es generalmente menor, la reducción en el gasto energético es objetivamente perceptible y es prácticamente la única vía de alcanzar calificaciones energéticas A o B.

## **IVACE e IDAE**

- ▲ Que las etiquetas expedidas por las entidades reguladoras del procedimiento de certificación energética indiquen, en el caso de edificios para uso residencial privado, algún indicador referente al confort térmico de la vivienda, como podría ser el porcentaje de horas fuera de consigna. Incluso en los casos en que no se exige la verificación de las exigencias del CTE2019 (para alquiler o venta), se debería realizar el cálculo simulado de este parámetro ya que, en cualquier caso, el procedimiento de certificación se hace con las mismas herramientas.
- ▲ Que se promocióne la contratación de empresas de servicios energéticos en edificación residencial, más allá de generar el listado de proveedores que recoge el IDAE mediante cartelería y publicidad en los medios. Así, se pretende incidir en la importancia de la profesionalización del sector ya que, con frecuencia, las intervenciones con fines de rehabilitación energética se realizan sin el conocimiento de la administración (recordemos que en muchos casos se pueden realizar desde el interior de la vivienda) y por trabajadores no cualificados específicamente para abordar estas reformas, sino de manera general con experiencia en obras de albañilería, fontanería y/o iluminación.

## ○ Organizaciones sin ánimo de lucro, fundaciones y otras entidades del tercer sector

- ▲ Que los certificados de eficiencia energética de edificios habitados por familias en pobreza económica y energética simultáneas sean realizados por organizaciones sin ánimo de lucro. De este modo, se incrementará el número de edificios residenciales certificados, evitando así que, cuando las familias desean buscar una vivienda para compra o alquiler, aparezca la calificación energética en la oferta como “en trámite”, eliminando ese elemento competitivo de la base argumental para poder tomar la decisión. Es una medida de unos 100€/vivienda (gratuito si el técnico certificador es colaborador de la entidad) y, en este sentido, pueden contar con la colaboración de la Universidad, tanto de los departamentos e institutos de investigación afines como de los estudiantes.



# **BIBLIOGRAFÍA**

Por la finalidad divulgativa y práctica del documento, se ha optado por un estilo de cita en texto con pies de página. No obstante, se incluyen en este apartado todas las fuentes consultadas, en orden alfabético:

**Asociación de Ciencias Ambientales.** *Soluciones de rehabilitación energética. Oportunidad de desarrollo económico y empleo verde en Extremadura.* 2012.

**Bouzarovski, S., Thomson, H., Cornelis, M., Varo, A. and Guyet, R. (EU Energy Poverty Observatory).** *Towards an inclusive energy transition in the European Union: Confronting energy poverty amidst a global crisis.* Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020.

**Camarero, José María.** 200.000 hogares acceden al bono social este año de precio récord de luz. *Diario El Correo*, 12 de julio de 2021 (Edición digital).

**Defensor del pueblo.** *Estudio sobre protección de los consumidores vulnerables en materia de energía eléctrica.* Madrid, 2017.

**Enerpop Energy S.L.** *Comparativa de sistemas de calefacción.* Análisis disponible desde: <https://enerpop.com/comparativa-sistemas-calefaccion/>. Consultado en enero de 2021.

**Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya.** *La rehabilitación energética planteada como inversión.* Barcelona, mayo 2016.

**Instituto de Ingeniería Energética.** *Projecte de mapa de la pobresa energética per a l'Ajuntament de València.* València, junio de 2016.

**Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE).** *7º informe del Estado de la Certificación Energética de los Edificios.* Diciembre de 2018.

**Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE).** *Escala de calificación energética para edificios existentes* (serie: Calificación de Eficiencia Energética de Edificios). Madrid, mayo de 2011.

**Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE).** Soluciones de acristalamiento y cerramiento acristalado. *Colección: Guías técnicas para la rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios*. Madrid, febrero 2019.

**Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE).** *Sistemas de Aislamiento Térmico Exterior (SATE) para la rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios*. Madrid, abril 2012.

**Instituto Valenciano de la Edificación.** *Catálogo de tipología edificatoria residencial*. Ámbito: España. Valencia, 2016.

**Isroyal.** <https://isroyal.carto.com/builder/7f29e4d3-1300-4dc4-b94e-944d08616193/embed>, gracias a la iniciativa de OpenStreetMap (<https://www.openstreetmap.org/copyright>)

**Larrumbid, E., Bedoya, C.** El comportamiento del hueco de ventana en la arquitectura vernácula mediterránea española ante las necesidades de acondicionamiento solar. *Informes de la Construcción*, 67(539): e105, 2015.

**de Luxán García de Diego, M., Sánchez-Guevara Sánchez, C., Román López, E., Barbero Barrera, M.M., Gómez Muñoz, G.** *Re-habilitación exprés para hogares vulnerables. Soluciones de bajo coste*. Fundación Gas Natural Fenosa, julio 2017.

**Ministerio de Fomento.** *Código Técnico de la Edificación*. Documento Básico Ahorro de Energía (HE). 20 diciembre de 2019.

**Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.**

*Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética 2019–2024.* Madrid, 2019.

**Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico y Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.**

*Condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios.* Madrid, febrero 2020.

**Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.**

*Actualización de indicadores de la Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética.* Madrid, noviembre 2020.

**Ruiz González, C.F.** Ejecución de rehabilitación energética de la envolvente en el edificio de viviendas “Óscar” en Avda. Castilla y León 15-27, San Sebastián de los Reyes, Madrid. *INFO IDAE 035*, 2015.

**Sancho Ávila, J.M., Riesco Martín, J., Jiménez Alonso, C., Sánchez de Cos Escuin, M.C., Montero Cadalso, J., López Bartolomé, M.** *Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT.* AEMET, 2011.

**Secretaría General de Agenda Urbana y Vivienda.**

*Actualización 2020 de la Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación en España.* Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, junio 2020.

**Tirado Herrero, S., Jiménez Meneses, L., López Fernández, J.L., Irigoyen Hidalgo, V.M.**

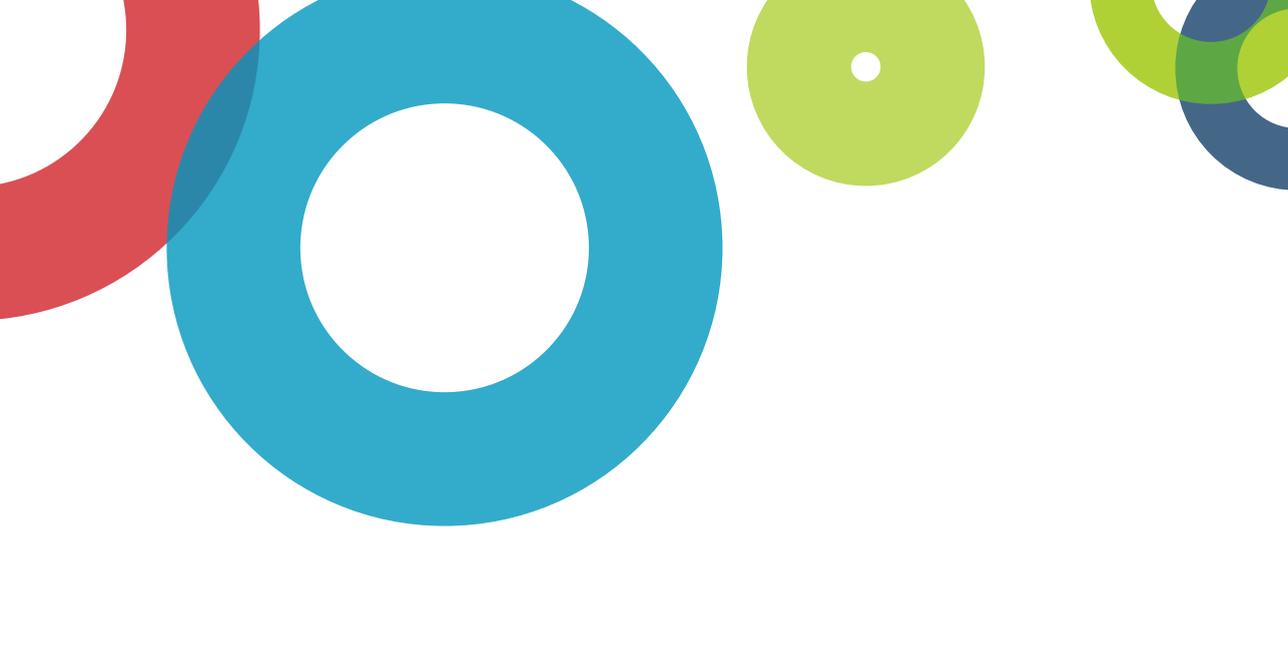
*Pobreza energética en España. Hacia un sistema de indicadores y una estrategia de actuación estatales.* Asociación de Ciencias Ambientales, Madrid, 2018.

**WWF/Adena.**

*Potencial de ahorro energético y de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> del parque residencial existente en España en 2020.* Madrid, diciembre de 2010.



# **ANEXO I**



Relación	SUPERFICIE DE VIVIENDAS vs NÚMERO DE FAMILIARES		
Gráfica	<p>Gráfico de Mosaico para PRARVaRANGO según PRPNFa</p> <p>PRARVaRANGO</p> <p>PRPNFa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1</li> <li>2</li> <li>3</li> <li>4</li> <li>5</li> <li>6</li> <li>7</li> <li>8</li> </ul>		
Resumen	<p>Para viviendas de 0-65 m<sup>2</sup>, encontramos 1-2-3 habitantes. Para 65-80 m<sup>2</sup>, 3-4 habitantes. Para viviendas más grandes, entre 2 y 5 habitantes por término medio.</p>		
Correlación	<p>Sí Valor-P: 0,0096</p>	<p>Referencia a otras relaciones</p>	

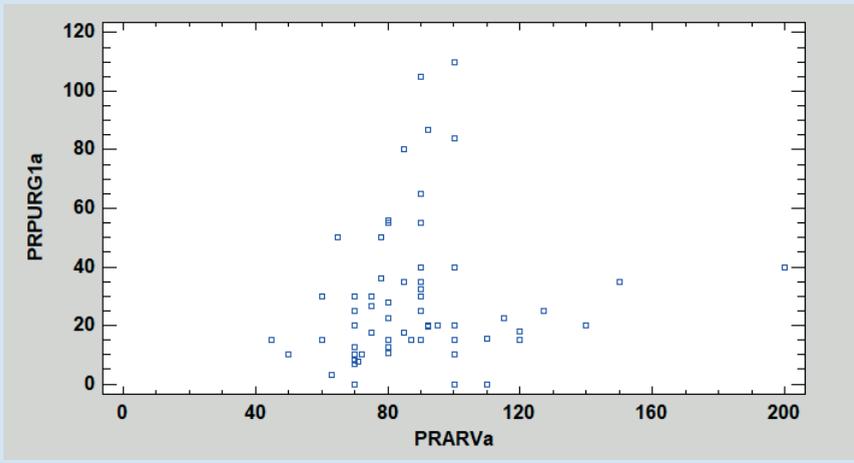
Relación	SUPERFICIE DE VIVIENDAS vs AÑO DE CONSTRUCCIÓN		
Gráfica	<p>Gráfico de Mosaico para PRARVaRANGO según PRACVa</p> <p>PRARVaRANGO</p> <p>PRACVa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>6</li> <li>79</li> <li>7906</li> </ul>		
Resumen	<p>La mayoría de las viviendas en las que se sufre pobreza energética están construidas antes de 1979. Solamente una ha sido construida después del 2006. Aunque existe una pequeña correlación entre estos factores, no resultará interesante.</p>		
Correlación	<p>Sí. Valor-P: 0,0161</p>	<p>Referencia a otras relaciones</p>	

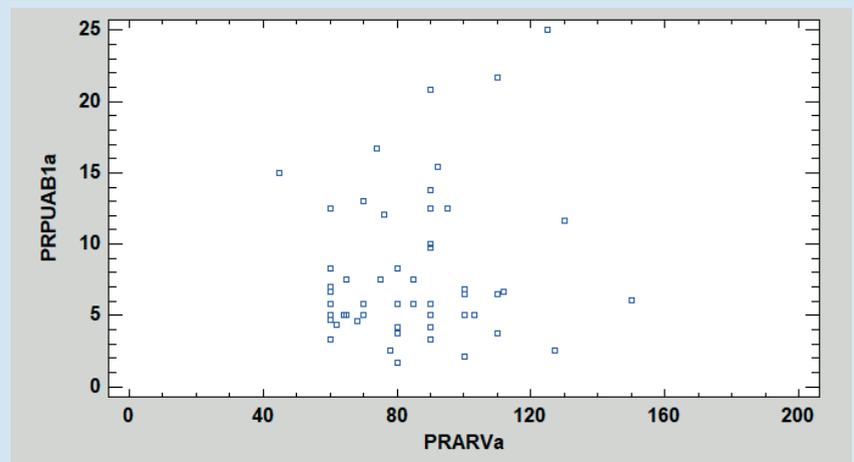
Relación	SUPERFICIE DE VIVIENDAS vs CÓMO CALIENTA EL HOGAR		
Gráfica	<p>Gráfico de Mosaico para PRARVaRANGO según PRCHa</p>		
Resumen	<p>No se observa correlación.  b-butano; bc-bomba calor; ee-estufa eléctrica; nc-no caliente; o-otros; sce-sistema calefacción eléctrico; scg-sistema calefacción de gas</p>		
Correlación	No. Valor-P: 0,9899	Referencia a otras relaciones	

Relación	SUPERFICIE DE VIVIENDAS vs CÓMO CALIENTA EL HOGAR		
Gráfica	<p>Gráfico de Mosaico para PRARVaRANGO según PRECAa</p>		
Resumen	<p>Existe una pequeña correlación. La mayoría de viviendas de menos de 65 m<sup>2</sup> tienen caldera eléctrica. En el resto, se suele calentar con caldera eléctrica o con gas.</p>		
Correlación	Sí. Valor-P: 0,1193	Referencia a otras relaciones	

<b>Relación</b>	SUPERFICIE DE VIVIENDAS vs POTENCIA CONTRATADA		
<b>Gráfica</b>			
<b>Resumen</b>	Independientemente de la superficie, todos los valores oscilan el valor medio de potencia contratada de 3,3 kW		
<b>Correlación</b>	Sutil Pearson: 0,16	<b>Referencia a otras relaciones</b>	La potencia contratada media más o menos se establece en 3,3 kW en todas las relaciones.

<b>Relación</b>	SUPERFICIE DE VIVIENDAS vs FACTURA ELÉCTRICA (costes fijos + variables)		
<b>Gráfica</b>			
<b>Resumen</b>	No hay una relación clara. Hay mucha dispersión. No se puede extraer una conclusión clara entre los m <sup>2</sup> de vivienda y el consumo de luz a través de este gráfico.		
<b>Correlación</b>	No. Pearson: 0,06	<b>Referencia a otras relaciones</b>	Los costes se ven mejor en el gráfico de número de habitantes.

Relación	SUPERFICIE DE VIVIENDAS vs FACTURA GAS (costes fijos + variables)		
Gráfica			
Resumen	No hay una relación clara. Nuevamente hay mucha dispersión de datos.		
Correlación	No Pearson: 0,13	Referencia a otras relaciones	

Relación	SUPERFICIE DE VIVIENDAS vs FACTURA BUTANO		
Gráfica			
Resumen	A nivel de costes, hay mayor cantidad de puntos en el rango de 5 a 10 euros, con superficie entre 60 y 80 m². La diferencia en euros del gráfico es baja.		
Correlación	Sutil Pearson: 0,15	Referencia a otras relaciones	Más cantidad de puntos en casas con menor m². Se debe chequear con gráfico correspondiente.

<b>Relación</b>	SUPERFICIE DE VIVIENDAS vs FACTURA TOTAL (costes fijos + variables)		
<b>Gráfica</b>			
<b>Resumen</b>	La media de gasto energético mensual es 68 euros con una desviación de 32 euros.		
<b>Correlación</b>	Sutil Pearson: 0,16	<b>Referencia a otras relaciones</b>	

<b>Relación</b>	SUPERFICIE DE VIVIENDAS vs FACTURA TOTAL sin costes fijos		
<b>Gráfica</b>			
<b>Resumen</b>	Descontando los costes fijos, no se ve una correlación muy diferente a la del gráfico anterior. Ahora el coste medio es de 57 euros con desviación de 31 euros.		
<b>Correlación</b>	Sutil Pearson: 0,15	<b>Referencia a otras relaciones</b>	

Relación	SUPERFICIE DE VIVIENDAS vs TIPOLOGÍA		
Gráfica			
Resumen	Se están relacionando dos variables dependientes. Sale una correlación perfecta.		
Correlación	Sí Valor-P: 0	Referencia a otras relaciones	

Relación	NÚMERO DE FAMILIARES vs POTENCIA CONTRATADA		
Gráfica			
Resumen	De nuevo, en la potencia contratada se ve que todos los valores son cercanos a 3,3. Los más dispares a ese valor, son por un número muy pequeño de muestras.		
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones	

<b>Relación</b>	NÚMERO DE FAMILIARES vs FACTURA ELÉCTRICA (costes fijos + variables)		
<b>Gráfica</b>			
<b>Resumen</b>	A diferente de la correlación con los m <sup>2</sup> , con el número de habitantes si se ve como el coste medio de la factura eléctrica va en aumento.		
<b>Correlación</b>	Sí	<b>Referencia a otras relaciones</b>	

<b>Relación</b>	NÚMERO DE FAMILIARES vs FACTURA GAS (costes fijos + variables)		
<b>Gráfica</b>			
<b>Resumen</b>	Los únicos que tienen un número de datos suficientes son 2,3 y 4. Se ven costes crecientes.		
<b>Correlación</b>	Sí	<b>Referencia a otras relaciones</b>	

Relación	NÚMERO DE FAMILIARES vs FACTURA BUTANO		
Gráfica			
Resumen	Datos suficientes para valores de 2,3 y 4. Se ve mayor coste a mayor número de habitantes en la vivienda.		
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones	

Relación	NÚMERO DE FAMILIARES vs FACTURA TOTAL		
Gráfica			
Resumen	Hay una correlación clara entre la factura total y el número de familiares en una vivienda		
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones	

Relación	NÚMERO DE FAMILIARES vs TIPOLOGÍA	
Gráfica		
Resumen	<p>Para 1 persona ---- vivienda entre 0-65 m<sup>2</sup>                      Para 2 personas ---- mucha variedad, domina un poco más 80-100 m<sup>2</sup>                      Para 3 personas ---- viviendas entre 65-80 m<sup>2</sup> y 80-100 m<sup>2</sup> predominan                      Para 4 personas ---- vivienda entre 80-100 m<sup>2</sup> predomina                      Para 5 en adelante ---- viviendas entre 100-200 m<sup>2</sup></p>	
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones

Relación	AÑO CONSTRUCCIÓN vs CÓMO CALIENTA EL HOGAR	
Gráfica		
Resumen	<p>En este gráfico, se observa que la mayor parte de los participantes en la encuesta viven en un edificio construido antes del año 1979. Entre ellas, el 60% calienta su hogar con estufa eléctrica o, no lo calienta. Una parte más pequeña (en torno a un 20%) calienta su hogar con butano o con sistema de calefacción eléctrico.</p>	
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones

Relación	AÑO CONSTRUCCIÓN vs CÓMO CALIENTA EL AGUA		
Gráfica	<p>Gráfico de Mosaico para PRACVa según PRECAa</p> <p>PRECAa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>b</li> <li>cn</li> <li>e</li> <li>g</li> <li>o</li> </ul>		
Resumen	Como puede observarse, la mayoría de las personas calientan el agua con gas o con caldera eléctrica. Una pequeña parte, pero no despreciable, calientan el agua con butano.		
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones	

Relación	AÑO CONSTRUCCIÓN vs PRESENTA HUMEDADES		
Gráfica	<p>Gráfico de Mosaico para PRACVa según PRVTGHa</p> <p>PRVTGHa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>No</li> <li>Sí</li> </ul>		
Resumen	Las viviendas construidas antes de 1979 presentan más veces humedades que las construidas entre los años 1979 y 2006.		
Correlación	Sí, pequeña. Valor-P: 0,1942	Referencia a otras relaciones	

Relación	AÑO CONSTRUCCIÓN vs POTENCIA CONTRATADA		
Gráfica			
Resumen	Las viviendas construidas antes de 1979 tienen, de media, una potencia contratada 1 kWh menor que las construidas entre 1979 y 2006.		
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones	

Relación	AÑO CONSTRUCCIÓN vs FACTURA ELÉCTRICA		
Gráfica			
Resumen	Las viviendas construidas antes de 1979 pagan, de media, <b>10€ menos</b> en su factura eléctrica que las construidas entre 1979 y 2006.		
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones	

Relación	AÑO CONSTRUCCIÓN vs FACTURA GAS		
Gráfica			
Resumen	Las viviendas construidas antes de 1979 pagan, de media, <b>15€ menos</b> en su factura de gas que las construidas entre 1979 y 2006.		
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones	

Relación	AÑO CONSTRUCCIÓN vs FACTURA BUTANO		
Gráfica			
Resumen	Las viviendas construidas antes de 1979 pagan, de media, <b>1€ más</b> en su factura de butano que las construidas entre 1979 y 2006.		
Correlación	No	Referencia a otras relaciones	

Relación	AÑO CONSTRUCCIÓN vs FACTURA TOTAL	
Gráfica		
Resumen	Las viviendas construidas antes de 1979 pagan, de media, <b>25€ menos</b> en su factura total energética que las construidas entre 1979 y 2006.	
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones

Relación	CÓMO CALIENTA EL HOGAR vs PRESENTA HUMEDADES	
Gráfica		
Resumen	Hay más presencia de goteras y humedades en casas con butano y en casas que no calientan.	
Correlación	Sí Valor-P. 0,291	Referencia a otras relaciones

Relación	CÓMO CALIENTA EL HOGAR vs POTENCIA CONTRATADA		
Gráfica			
Resumen	Nuevamente, valor medio 3,3		
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones	

Relación	CÓMO CALIENTA EL HOGAR vs FACTURA ELÉCTRICA (costes fijos + variables)		
Gráfica			
Resumen	<p>Picos en la factura en bc, ee, sce. Todos ellos eléctricos. Tiene sentido.</p> <p>B- butano, bc-bomba calor, ee-estufa eléctrica, nc - no caliente, sce-sist. Calef. Elect, scg-sist.calef.gas</p>		
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones	

<b>Relación</b>	CÓMO CALIENTA EL HOGAR vs FACTURA GAS (costes fijos + variables)		
<b>Gráfica</b>			
<b>Resumen</b>	Picos en la factura en scg. El dato de bc no vale, pocos datos de muestreo. B- butano, bc-bomba calor, ee-estufa eléctrica, nc – no caliente, sce-sist. Calif. Elect, scg-sist.calif.gas		
<b>Correlación</b>	Sí	<b>Referencia a otras relaciones</b>	

<b>Relación</b>	CÓMO CALIENTA EL HOGAR vs FACTURA BUTANO		
<b>Gráfica</b>			
<b>Resumen</b>	Hay muy pocos datos de cada caso. Salen valores muy dispares.		
<b>Correlación</b>	Sí	<b>Referencia a otras relaciones</b>	

Relación	CÓMO CALIENTA EL HOGAR vs FACTURA TOTAL		
Gráfica			
Resumen	<p>Se ve como los que usan sistemas de calefacción de gas (scg) y bombas de calor (bc) son los que más gastan en energía. Puede que por tener los equipos más sofisticados. Los que utilizan estufas eléctricas (ee) tienen un coste muy parecido a los que no calientan su casa (nc).</p>		
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones	

Relación	CÓMO CALIENTA EL HOGAR vs TIPOLOGÍA		
Gráfica			
Resumen	<p>Bomba de calor (bc) --- predomina en 80-100 m<sup>2</sup>                      Estufa eléctrica (ee) --- predomina en 80-100 m<sup>2</sup>                      Los que no calientan (nc) ---- proporción parecida en cada tipología</p>		
Correlación	Sí Valor-P: 0,0835	Referencia a otras relaciones	

<b>Relación</b>	CÓMO CALIENTA EL AGUA vs POTENCIA CONTRATADA	
<b>Gráfica</b>		
<b>Resumen</b>	Potencia contratada media = 3,3 kW	
<b>Correlación</b>	Sí	Referencia a otras relaciones

<b>Relación</b>	CÓMO CALIENTA EL AGUA vs FACTURA ELÉCTRICA (costes fijos + variables)	
<b>Gráfica</b>		
<b>Resumen</b>	Mayor factura eléctrica los que calientan con electricidad. B-butano; e-caldera eléctrica; g- caldera de gas	
<b>Correlación</b>	Sí	Referencia a otras relaciones

Relación	CÓMO CALIENTA EL AGUA vs FACTURA BUTANO (costes fijos + variables)		
Gráfica			
Resumen	Mayor factura de butano los que calientan con butano. B-butano; e-caldera eléctrica; g- caldera de gas		
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones	

Relación	CÓMO CALIENTA EL AGUA vs FACTURA TOTAL (costes fijos + variables)		
Gráfica			
Resumen	Se aprecia como los costes más caros se aprecian para las viviendas con calderas de gas. Diferencia de 20 euros mensuales en la factura total de energía. Respecto a los de butano 25 euros mensuales de media.		
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones	

Relación	CÓMO CALIENTA EL AGUA vs TIPOLOGÍA		
Gráfica			
Resumen	<p>Butano se utiliza en todas las tipologías sin un predominio claro                      Calderas eléctricas predominan en casa de 8                      B-butano; e-caldera eléctrica; g- caldera de gas</p>		
Correlación	Sí Valor-P: 0,2341	Referencia a otras relaciones	

Relación	PRESENTA HUMEDADES vs POTENCIA CONTRATADA		
Gráfica			
Resumen	<p>No hay correlación entre la presencia de humedades y la potencia contratada.</p>		
Correlación	No	Referencia a otras relaciones	

Relación	PRESENTA HUMEDADES vs FACTURA ELÉCTRICA		
Gráfica			
Resumen	Las viviendas que presentan humedades pagan, en general, una factura eléctrica menor (probablemente son las que menos recursos económicos tienen, y pagan menos porque necesitan gastar menos)		
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones	

Relación	PRESENTA HUMEDADES vs FACTURA GAS		
Gráfica			
Resumen	Pequeña correlación. Las viviendas que presentan humedades pagan, en general, una factura de gas ligeramente menor (probablemente son las que menos recursos económicos tienen, y pagan menos porque necesitan gastar menos)		
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones	

Relación	PRESENTA HUMEDADES vs FACTURA BUTANO		
Gráfica			
Resumen	Muy pequeña correlación. Las viviendas que presentan humedades pagan, de media, la misma o muy parecida factura		
Correlación	No	Referencia a otras relaciones	

Relación	PRESENTA HUMEDADES vs FACTURA TOTAL		
Gráfica			
Resumen	Las viviendas que presentan humedades pagan, en general, una factura total menor (15€) (probablemente son las que menos recursos económicos tienen, y pagan menos porque necesitan gastar menos)		
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones	

Relación	PRESENTA HUMEDADES vs FACTURA TIPOLOGÍA		
Gráfica	<p style="text-align: center;">Gráfico de Mosaico para Tipología según PRVTGHa</p>		
Resumen	Según el valor-P, tienen buena correlación ambas características, aunque no se observa gráficamente.		
Correlación	Sí. Valor-p: 0,0225	Referencia a otras relaciones	

Relación	DISTRITOS vs FACTURA TOTAL		
Gráfica			
Resumen	Gráfico para observar la diferencia entre barrios, en función de la factura total de las viviendas.		
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones	

Relación	POTENCIA CONTRATADA vs FACTURA ELÉCTRICA		
Gráfica			
Resumen	Media de 3,3 kW		
Correlación	Sí Pearson: 0,16	Referencia a otras relaciones	

Relación	POTENCIA CONTRATADA vs FACTURA GAS		
Gráfica			
Resumen	Media de 3,3 kW		
Correlación	Sí Pearson: 0,06	Referencia a otras relaciones	

Relación	POTENCIA CONTRATADA vs FACTURA BUTANO		
Gráfica			
Resumen	Media de 3,3 kW		
Correlación	Sí Pearson: 0,13	Referencia a otras relaciones	

Relación	POTENCIA CONTRATADA vs FACTURA TOTAL		
Gráfica			
Resumen	Media de 3,3 kW		
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones	

Relación	POTENCIA CONTRATADA vs TIPOLOGÍA		
Gráfica			
Resumen	Media de 3,3 kW		
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones	

Relación	FACTURA ELÉCTRICA vs FACTURA GAS		
Gráfica			
Resumen	No se observa ninguna correlación entre ambas facturas.		
Correlación	No. Coef. Pearson: 0,15	Referencia a otras relaciones	

Relación	FACTURA ELÉCTRICA vs FACTURA BUTANO		
Gráfica			
Resumen	No se observa ninguna correlación entre ambas facturas.		
Correlación	No. Coef. Pearson: -0,14	Referencia a otras relaciones	

Relación	FACTURA ELÉCTRICA vs TIPOLOGÍA		
Gráfica			
Resumen	Se observa una pequeña correlación. A mayor cantidad de m <sup>2</sup> , mayor factura		
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones	

<b>Relación</b>	FACTURA GAS vs FACTURA BUTANO		
<b>Gráfica</b>			
<b>Resumen</b>	Correlación inversa (obvio)		
<b>Correlación</b>	Sí C.Pearson: -0,5867	<b>Referencia a otras relaciones</b>	

<b>Relación</b>	FACTURA GAS vs TIPOLOGÍA		
<b>Gráfica</b>			
<b>Resumen</b>	No hay ninguna correlación clara		
<b>Correlación</b>	No	<b>Referencia a otras relaciones</b>	

Relación	FACTURA BUTANO vs TIPOLOGÍA		
Gráfica			
Resumen	Diferencias mínimas en euros. No hay una relación clara pues no destaca ninguna tipología por encima de las otras.		
Correlación	No	Referencia a otras relaciones	

Relación	TIPOLOGÍA vs FACTURA TOTAL		
Gráfica			
Resumen	Para un mismo año de construcción, no se aprecia una gran diferencia en la factura total de energía. Sin embargo, sí que varía entre años de forma considerable.		
Correlación	Sí	Referencia a otras relaciones	

Relación	SUPERFICIE DE VIVIENDAS vs NÚMERO DE FAMILIARES		
Gráfica	<p>Gráfico de Mosaico para PRARVaRANGO según PRPNFa</p>		
Resumen	<p>Para viviendas de 0-65 m<sup>2</sup>, encontramos 1-2-3 habitantes. Para 65-80 m<sup>2</sup>, 3-4 habitantes. Para viviendas más grandes, entre 2 y 5 habitantes por término medio.</p>		
Correlación	<p>Sí Valor-P: 0,0096</p>	<p><b>Referencia a otras relaciones</b></p>	

Relación	SUPERFICIE DE VIVIENDAS vs AÑO DE CONSTRUCCIÓN		
Gráfica	<p>Gráfico de Mosaico para PRARVaRANGO según PRACVa</p>		
Resumen	<p>La mayoría de las viviendas en las que se sufre pobreza energética están construidas antes de 1979. Solamente una ha sido construida después del 2006. Aunque existe una pequeña correlación entre estos factores, no resultará interesante.</p>		
Correlación	<p>Sí. Valor-P: 0,0161</p>	<p><b>Referencia a otras relaciones</b></p>	