

## La estrategia para la rehabilitación energética en el sector de la edificación residencial en España: metodología y principales resultados

Eduardo DE SANTIAGO RODRÍGUEZ

Consejero Técnico. Subdirección General de Urbanismo. Ministerio de Fomento.

**RESUMEN:** El artículo resume la metodología y los principales resultados de la «Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el sector de la Edificación en España», centrándose en el sector residencial.

Esta Estrategia ha sido desarrollada por la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo del Ministerio de Fomento, en colaboración con el resto de departamentos ministeriales implicados, así como teniendo en cuenta las aportaciones de los diferentes grupos de trabajo constituidos para su desarrollo, el resto de administraciones públicas y los principales agentes del sector.

La Estrategia contiene un diagnóstico sobre el parque residencial español, realizando una segmentación del mismo en grupos tipológicos o clústeres, sobre los cuales calcula sus consumos energéticos y propone una serie de menús de rehabilitación, evaluando sus costes. A partir del diagnóstico enuncia unos objetivos y propone unos escenarios estratégicos. Finalmente, plantea las medidas necesarias para la puesta en práctica de dichos escenarios.

**DESCRIPTORES:** Eficiencia energética en la edificación. Rehabilitación energética. Artículo 4 Directiva 27/2012/UE. Financiación de la rehabilitación. Clústeres tipológicos.

### 1. El artículo 4 de la directiva 27/2012/UE como marco de la estrategia

La Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética (DEE), por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE, tiene como objetivo funda-

mental establecer un marco común de medidas para el fomento de la eficiencia energética dentro de la UE a fin de asegurar la consecución de los principales objetivos del llamado Paquete 20/20/20, que son reducir un 20% el consumo de energía primaria; reducir otro 20% las emisiones de gases de efecto invernadero; y elevar la contribución de las energías renovables al 20% del consumo.

Dado que los edificios representan el 40 % del consumo de energía final de la Unión Europea, la Directiva 2012/27/UE incluye en un artículo 4 la obligación de que los Estados Miembros diseñen una Estrategia a largo plazo, con alcance más allá de 2020, destinada a movilizar inversiones en la renovación de edificios residenciales y comerciales para mejorar el rendimiento energético del parque inmobiliario. Esta Estrategia debe abordar renovaciones exhaustivas y rentables que den lugar a reformas que reduzcan el consumo, tanto de energía suministrada, como de energía final de un edificio, en un porcentaje significativo con respecto a los niveles anteriores a la renovación, dando lugar a un alto rendimiento energético. Según el artículo 4 la Estrategia debe incluir:

- a) un panorama del parque inmobiliario nacional basado, según convenga, en un muestreo estadístico;
- b) una definición de enfoques rentables de renovación en relación con el tipo de edificio y la zona climática;
- c) políticas y medidas destinadas a estimular renovaciones exhaustivas y rentables de los edificios, entre ellas renovaciones profundas por fases;
- d) una perspectiva de futuro destinada a orientar las decisiones de inversión de las personas, la industria de la construcción y las entidades financieras;
- e) un cálculo fundado en datos reales, del ahorro de energía y de los beneficios de mayor radio que se esperan obtener.

En cumplimiento del mandato de la Directiva 27/2012/UE, la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo del Ministerio de Fomento, en colaboración con el resto de departamentos ministeriales implicados, así como teniendo en cuenta las aportaciones de los diferentes grupos de trabajo constituidos para su desarrollo, el resto de administraciones públicas y los principales agentes del sector, ha elaborado y presentado a Bruselas la estrategia española, con el nombre: «Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el sector de la Edificación en España»<sup>1</sup>.

La Estrategia contiene una introducción, un diagnóstico y finalmente, a partir de éste enuncia unos objetivos, propone unos escenarios estratégicos y plantea las medidas necesarias para su puesta en práctica.

<sup>1</sup> Publicada en la web de la DG Energy: [http://ec.europa.eu/energy/efficiency/eed/article4\\_building\\_strategies\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/efficiency/eed/article4_building_strategies_en.htm)

## 2. Metodología para el diagnóstico

El diagnóstico parte de un análisis general del parque edificatorio español, en base a la cual realiza una segmentación del mismo en función de dos criterios: el uso (diferenciando entre edificios residenciales, y del sector no residencial) y el régimen propiedad, por ser estas dos variables las que fundamentalmente definen el modo en que se actuará sobre el parque edificado existente, condicionando tanto la forma en que se produzca la toma de decisión sobre la rehabilitación como la financiación.

En cuanto a propiedad se distingue: en el parque residencial, entre viviendas unifamiliares (un propietario) y viviendas plurifamiliares en régimen de propiedad horizontal (mayoritariamente en régimen de comunidades de propietarios); en el parque de edificios no residenciales, se diferencia entre titularidad pública (edificios de las diferentes Administraciones: AGE, CCAA y municipios) y privada. Esta segmentación es coherente con las fuentes de información que se utilizan, pues el Censo de Edificación y Vivienda de 2011 permite sólo el análisis del parque residencial, mientras que es necesario recurrir a la explotación de la base de datos del Catastro (a fecha 2013) para el análisis del sector no residencial.

La Estrategia aborda todos los segmentos anteriores, ofreciendo un tratamiento diferenciado para cada uno de ellos y otorgando especial atención al caso más complejo de tratar y el de mayor impacto social: el de las comunidades de propietarios de edificios residenciales (o predominantemente residenciales) con varias viviendas.

## 3. Principales resultados del análisis del parque residencial español

El total de 25,2 millones de viviendas existentes en España según el Censo de 2011 se distribuye en un 71,5% en viviendas principales (17.528.518 viviendas), un 14,8% en viviendas secundarias (3.616.895) y un 13,8% en viviendas vacías y otras (3.374.291).

La distribución a nivel general de un 68,6% en viviendas plurifamiliares (17.250.759 viviendas) y un 31,4% en unifamiliares (7.709.272)

viviendas), se matiza de forma diferenciada según el uso. Así, en las principales existe un mayor peso de la vivienda plurifamiliar (71,8%, frente al 28,2% de unifamiliares), mientras que lo contrario ocurre en el parque de viviendas secundarias (donde las unifamiliares alcanzan el 46,9%, frente al 53,1% de las plurifamiliares). En el caso de la vivienda vacía, el reparto es prácticamente similar al del total (68,4% en plurifamiliares y 31,6% en unifamiliares).

En cuanto a las tipologías, cabe destacar que de los más de 18 millones de viviendas principales españolas incluidas en el Censo de 2011, casi la mitad de ellas están comprendidas entre los 61 y 90 m<sup>2</sup>: un 29,6% (5.354.920 viviendas) tiene entre 76 y 90 m<sup>2</sup> y un 18,6% (3.360.925) tiene entre 61 y 75 m<sup>2</sup>.

Además, la explotación de la base de datos del Catastro a fecha de 2013, permite diferenciar dentro del uso de vivienda las siguientes tipologías de vivienda: colectiva (plurifamiliar) en bloque o edificación abierta, que acoge al 24,1% del total de viviendas nacionales, colectiva (plurifamiliar) en manzana cerrada, que acoge al 46,3%, y, dentro de las unifamiliares, las aisladas y pareadas, que alcanzan el 10% del total del parque, y las unifamiliares en hilera o (adosadas) o en manzana cerrada (de casco tradicional o de desarrollo de baja densidad reciente), que suman el 19,6% del total.

Respecto al comportamiento energético del parque residencial, según los datos del Censo de 2011, del total de 17,5 millones de viviendas principales existente en España, 9.933.123 (un 56,7%) cuentan con instalación de calefacción (8.079.032 viviendas, el 46,09%, con instalación individual y

1.854.091, el 10,6%, con una instalación colectiva). Del resto de viviendas principales, 5.198.644 (el 29,7%) no tienen instalación de calefacción, pero sí cuentan con medios o aparatos para calentar y 2.396.751 (el 13,7%) no tienen ningún sistema para calefacción.

Por tipologías, entre las unifamiliares principales casi la mitad (el 49,6%) tienen algún sistema de calefacción (mayoritariamente individual, pues de todas ellas sólo el 8,7% tiene algún sistema colectivo), el 33,7% no tiene instalación pero cuenta con aparatos para calefactar la vivienda y el 16,8% no tiene medios de calefacción. Entre las viviendas plurifamiliares principales, el porcentaje de ellas con algún sistema de calefacción es mayor, alcanzando el 59,5% (con un 21,9% con sistemas de calefacción de tipo colectivo); mientras que un 28,1% tiene sólo aparatos para calefactar pero no cuenta con instalación específica y el 12,5% no tiene medios de calefacción.

Es interesante también el detalle de la disponibilidad de instalación de calefacción en función del tamaño del municipio, pues permite precisar el análisis anterior. Entre las viviendas unifamiliares, las mayores desviaciones con respecto a la distribución media indican que el porcentaje de unifamiliares principales con sistemas de calefacción individual es mayor en los municipios menores de 5.000 habitantes (50,3%). Entre las viviendas plurifamiliares principales, destaca la mayor presencia de instalaciones colectivas en las ciudades mayores de 50.000 habitantes (donde suben hasta el 15,4%), frente al mayor peso de las calderas individuales en los municipios de menor tamaño (54,4% entre las plurifamiliares en municipios menores de 5.000 habitantes).

Fig. 1/ Análisis del parque residencial en España según el Censo de 2011. Disponibilidad de medios de calefacción en viviendas principales

Tipología	Principales Total	P con calefacción colectiva o central	P con calefacción individual	P sin instalación de calefacción, pero con algún aparato para calentar	P sin calefacción
Unifamiliar	4.948.039	214.687	2.239.056	1.665.570	828.726
Plurifamiliar	12.580.479	1.639.404	5.839.976	3.533.074	1.568.025
<b>Total general</b>	<b>17.528.518</b>	<b>1.854.091</b>	<b>8.079.032</b>	<b>5.198.644</b>	<b>2.396.751</b>

Fuente: Elaboración MINISTERIO DE FOMENTO, a partir de datos del Censo de 2011 (INE).

FIG. 2/ Distribución porcentual de medios de calefacción en viviendas principales. (Censo de 2011)

Tipología	Tamaño Municipio	P con calefacción colectiva o central	P con calefacción individual	P sin (instalación de) calefacción, pero con aparatos para calentar	Principales sin calefacción	Total Principales (100%)
Unifamiliar	Menor de 5.000 habitantes	4,17	50,30	30,64	14,89	1.651.452
Unifamiliar	Entre 5.001 y 20.000 habitantes	4,75	45,57	33,75	15,94	1.477.315
Unifamiliar	Entre 20.001 y 50.000 habitantes	4,68	38,01	37,53	19,77	797.821
Unifamiliar	Más de 50.000 habitantes	3,76	42,29	35,39	18,56	1.021.451
<b>Total Unifamiliar</b>		<b>4,34</b>	<b>45,25</b>	<b>33,66</b>	<b>16,75</b>	<b>4.948.039</b>
Plurifamiliar	Menor de 5.000 habitantes	8,40	54,40	27,37	9,83	660.587
Plurifamiliar	Entre 5.001 y 20.000 habitantes	9,02	51,06	27,96	11,96	1.844.315
Plurifamiliar	Entre 20.001 y 50.000 habitantes	7,74	42,92	33,97	15,37	1.959.051
Plurifamiliar	Más de 50.000 habitantes	15,41	45,98	26,56	12,06	8.469.375
<b>Total Plurifamiliar</b>		<b>12,98</b>	<b>46,67</b>	<b>27,92</b>	<b>12,43</b>	<b>12.933.328</b>
Total (en blanco)		8,54	48,33	26,51	16,61	202.297
<b>Total general</b>		<b>10,56</b>	<b>46,30</b>	<b>29,48</b>	<b>13,66</b>	<b>18.083.664</b>

Fuente: Elaboración MINISTERIO DE FOMENTO, a partir de datos del Censo de 2011 (INE).

#### 4. Metodología para la segmentación del parque residencial español en clústeres

Partiendo del análisis general anterior, la Estrategia realiza una segmentación del parque residencial en clústeres, o grupos de edificios similares atendiendo a su tipología y características constructivas (identificadas a través del período de construcción). Estos clústeres se utilizarán posteriormente a lo largo de todo el documento teniendo en cuenta las diferentes zonas climáticas y el consumo de energía para proponer en ellos enfoques de rehabilitación —denominados menús de intervención— y poder así evaluar económicamente las diferentes opciones.

Considerando que las principales características constructivas del parque de vivienda dependen fundamentalmente de la normativa técnica vigente en el momento en que construyeron, la Estrategia comienza por realizar una periodización en función de ésta:

- Las primeras normas técnicas que regularon con carácter general el sector de la edificación en España se denominaron «Normas MV» y fueron aprobadas por el Ministerio de

Vivienda creado en 1957. La mayoría de estas normas de la serie MV aprobadas entre 1961 y 1976 regularon la seguridad de las estructuras y ninguna contempló el aislamiento térmico.

- Sin embargo, en 1969 las Ordenanzas Provisionales, aprobadas también por Orden del Ministerio de la Vivienda, regularon, para las viviendas acogidas a protección oficial, ciertas características entre las que se encontraba el aislamiento térmico, recogido en la Ordenanza 32. Se trataba de una regulación simple, que dividía España en dos zonas climáticas en función de las isoterma de invierno y verano, que servían para limitar la transmitancia térmica (entonces denominada conductibilidad) de las cubiertas y fachadas. Los límites máximos eran de 1,2 y 1,6 kcal/m<sup>2</sup> °C, lo que significaba que bastaba con poner una simple cámara de aire para alcanzar esa transmitancia. Tras esta norma, el cerramiento estándar de una fachada pasó a ser medio pie de ladrillo, cámara de aire y tabique o tabicón de trasdós.
- En 1977 se aprobó un marco unificado para la normativa de la edificación compuesto por las Normas Básicas de la Edificación (NBE), de obligado cumplimiento, y las Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE), sin carácter obligatorio, que servían como el desarro-

llo operativo de las NBE. La primera de estas normas básicas, dictada como consecuencia de la segunda crisis energética de esa década fue la NBE-CT 79 sobre condiciones térmicas en los edificios, primera norma moderna que exigió un mínimo aislamiento térmico. Se exigía un aislamiento medio global, caracterizado por un coeficiente KG que se hacía depender de la compacidad del edificio y de la zona climática caracterizada por grados-día, y también unas transmitancias máximas de los diferentes cerramientos para garantizar un confort térmico mínimo y la ausencia de condensaciones superficiales. Con estos requisitos, vigentes desde 1980 hasta 2006, no bastaba con las soluciones del medio pie, cámara y tabique, y el aislamiento térmico en cámaras de fachadas y cubiertas pasó a ser un estándar normal.

- Posteriormente, en 1999 se aprobó la Ley 38/1999 de 5 de noviembre de Ordenación de la Edificación (LOE) con el principal objetivo de regular el sector de la edificación en España. En materia de reglamentación era preciso actualizar una normativa técnica que había quedado profundamente obsoleta por lo que la ley instaba y autorizaba al Gobierno para la aprobación de un Código Técnico de la Edificación (CTE) mediante Real Decreto que estableciera las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad. De esta forma, el CTE aprobado en 2006 vino a plasmar en especificaciones los objetivos de la LOE y a traducir al lenguaje técnico estas aspiraciones, que en lo relativo a la eficiencia energética quedaron establecidas en el Documento Básico DB HE. A la vez el CTE sirvió para transponer ciertas obligaciones de la legislación europea. Este documento básico DB HE, en desarrollo del requisito básico de la LOE relativo a la energía, estableció unas exigencias de limitación de la demanda energética (que suponen la mejora de los aspectos pasivos del edificio), y también de mejora de la eficiencia de las instalaciones térmicas y de iluminación así como la aportación de un mínimo de energías renovables (solar) para la producción del agua caliente sanitaria y eléctrica, mediante paneles colectores solares y placas fotovoltaicas, respectivamente. Con respecto a las exigencias de 1979, el nuevo CTE supuso un importante avance estimado de entre el 25 y 35% de mejora en la demanda, y por tanto en los aislamientos. El DB HE1 fue nuevamente actualizado mediante la Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, adaptándolo a la Directivas 2010/31/UE y 2009/28/CE.

A partir de estas consideraciones sobre los períodos relevantes desde el punto de vista de las características constructivas de los edificios de vivienda, se ha explotado la base de datos del INE que recoge la información del Censo 2011, elaborando una tabla dinámica que ha permitido cruzar los siguientes datos:

- provincia de ubicación, lo que permite considerar la zona climática de referencia en que se sitúa la vivienda (asimilándola a la capital de provincia);
- tamaño de municipio, lo que permite inferir la condición rural o urbana de la vivienda y, con ello, los tipos de energía a los que puede tener acceso o acceso más preferente, así como su posible agregación en unidades de actuación mayores;
- año de construcción dentro de los periodos concretos relacionados anteriormente (<1940, 1941-1960, 1961-1980, 1981-2007, 2008-2011) que tienen significación por cambios técnicos o normativos: antes de 1940 (edificación tradicional), entre 1940 y 1960 (primer ciclo de expansión urbana con tipologías de bloques), entre 1960 y 1980 (segundo ciclo de expansión urbana con cambios en los sistemas constructivos), entre 1980 y 2007 (nuevos cambios técnicos y periodo de aplicación de la NBE-CT/79 que demandaba un mínimo de aislamiento térmico en los cerramientos), a partir de 2008 (implementación del CTE que exige condiciones de eficiencia energética al edificio). Esta segmentación ha permitido —asignando los sistemas constructivos dominantes en cada época en cada clúster— inferir el grado de aislamiento de los cerramientos;
- clasificación en edificios unifamiliares o plurifamiliares, lo que permite considerar la unidad de gestión de la rehabilitación (individual o comunidad de propietarios);
- número de plantas del edificio y existencia de ascensor, lo que permite determinar —junto con la segmentación anterior— el volumen del edificio y en consecuencia su factor de forma y con ello la cantidad relativa de los diferentes tipos de cerramiento;
- estado de conservación del edificio, que nos indica la necesidad y la profundidad de las actuaciones sobre los sistemas constructivos e instalaciones del edificio;
- sistema de calefacción de las viviendas, donde además de indicarse la existencia o no de algún tipo de calefacción, permite identificar las que cuentan con sistemas colectivos e individuales;
- viviendas principales, secundarias y vacías.

## 5. Resultados de la segmentación en clusters del parque residencial español

A partir de las consideraciones anteriores se realiza la selección de los clusters significativos desde el punto de vista de la eficiencia energética de las viviendas mediante el cruce de las variables tipología (unifamiliar/plurifamiliar), edad de construcción y número de plantas, entendiendo que ello permite agrupar los edificios en clusters que van a tener menús de actuaciones comunes de cara a mejorar su eficiencia energética. Esta segmentación es la siguiente:

Los clusters denominados A, B, C, D recogen las viviendas principales unifamiliares mientras los clusters E, F, G, H, I, J a las viviendas ubicadas en edificios plurifamiliares. Entre todos los clusters se recoge el 89% de los 18 millones de viviendas principales y —excluyendo los edificios construidos en el periodo a partir de 2008 donde el CTE ya determina condiciones de eficiencia energética significativas— que agrupan la casi totalidad de las viviendas que deberán ser objeto de una rehabilitación energética.

Los clusters A, B, C y D agrupan las viviendas principales unifamiliares de menos de tres plantas, que pueden estar aisladas o formar hilera adosándose unas a otras —un tercio del parque en el primer caso, dos tercios en el segundo— con lo que presentan configuraciones con muy diversa relación entre volumen de la vivienda y cerramientos que la envuelven.

Las viviendas incluidas en los clusters A y B están construidas antes de 1960 y por tanto con sistemas técnicos tradicionales, con predominio por tanto de muros de fábrica macizos —mayoritariamente de ladrillo, piedra o tierra— cuyo grosor garantiza tanto la resistencia estructural como la impermeabilidad, y aporta tanto una cierta resistencia térmica como inercia térmica. Los huecos en esos muros se consideran cerrados por carpinterías de madera con baja resistencia térmica en el acristalado y normalmente con elevada permeabilidad al aire. Puede existir mucha variación en la tipología de cubiertas en esos edificios, pero se ha considerado como estándar la cubierta de tejas sobre desván ventilado. El contacto con el terreno se considera resuelto con una solera tendida sobre el terreno compactado.

El cluster C incluye las viviendas unifamiliares construidas después de 1960 y en él se consi-

deran cambios en los sistemas constructivos respecto a los clusters precedentes, con predominio del muro de ladrillo de doble hoja con cámara de aire intermedia como muro de cerramiento, así como la existencia de cubierta inclinada de tejas pero sin desván o cámara ventilada, transformándolo en un espacio habitable. Las carpinterías siguen siendo mayoritariamente de madera o de perfiles metálicos en algunos casos, lo que no mejora ni su conductibilidad térmica ni su estanquidad al aire. La solera continúa siendo un pavimento dispuesto sobre una solera tendida en el suelo compactado o con una sub-base de grava.

El cluster D incluye las viviendas construidas entre 1980 —por tanto, después de la NBE-CT/79— y antes de 2007 —por tanto, antes de la aplicación obligatoria del CT— con lo que se supone que disponen de aislamiento térmico en los muros integrado dentro de la cámara del muro de cerramiento, aislamiento bajo la cubierta y comienza el predominio de carpinterías de aluminio con acristalamientos más gruesos y dobles vidrios con cámara, con lo que mejora su aislamiento térmico. Se generaliza el forjado sanitario con cámara de aire que separa la planta baja del suelo.

Los clusters que incluyen las viviendas en edificios plurifamiliares siguen los mismos patrones constructivos en muros y huecos que sus contemporáneos unifamiliares —G y H como A y B; E como C; F y J como D— pero se considera que en las cubiertas predominan las cubiertas planas (con aislamiento a partir de 1980) y las soleras o los bajos comerciales en el encuentro con el terreno.

La Estrategia se centra sobre las viviendas principales (puesto que su mayor uso —frente a las viviendas secundarias— permite suponer que va a ser posible rentabilizar antes las operaciones de reforma energética), cuya agrupación en clusters se muestra en la tabla de la FIG. 3.

La explotación de los datos del Censo de 2011 permite también caracterizar los clusters en función de otros factores que resultan significativos para los cálculos realizados en la Estrategia, como la distribución del parque por provincias.

A partir de la anterior distribución provincial (asimilando la zona climática de toda la provincia a la de la capital), se puede determinar la distribución de las viviendas principales según las diferentes zonas climáticas en que el CTE divide España.



Fig. 3/ Definición de Clústeres. Número de Viviendas Principales según año de construcción (filas) y número de viviendas en el edificio y plantas sobre rasante (columnas)

Año de construcción	Nº Viv Unifamiliares		Nº Viv Plurifamiliares		Sin datos	TOTAL
	1-3 plantas	≥ 4 plantas	1-3 plantas	≥ 4 plantas		
< 1940	680.683	3.687	272.852	489.329		1.446.551
1941-1960	624.646	1.457	346.055	889.611		1.861.769
1961-1980	1.156.215	2.388	781.206	4.483.759		6.423.568
1981-2007	2.236.882	7.774	1.312.285	3.444.532		7.001.473
2008-2011	233.647	660	122.404	438.446		795.157
Sin datos			130.073		425.073	555.146
<b>TOTAL</b>	<b>4.932.073</b>	<b>15.966</b>	<b>2.964.875</b>	<b>9.745.677</b>	<b>425.073</b>	<b>18.083.664</b>

Fuente: Elaboración de GTR para MINISTERIO DE FOMENTO sobre Censo de 2011 (INE).

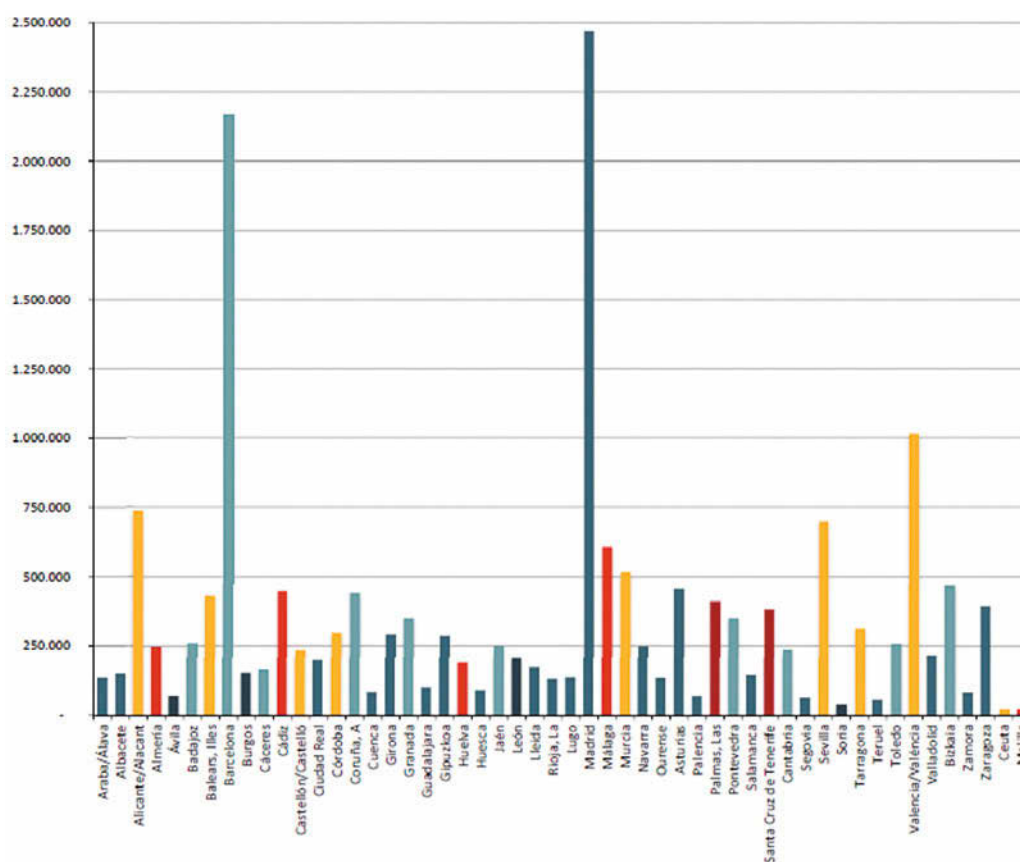


Fig. 4/ Distribución provincial del parque de Viviendas Principales

Fuente: Elaboración de GTR para MINISTERIO DE FOMENTO sobre Censo de 2011 (INE).

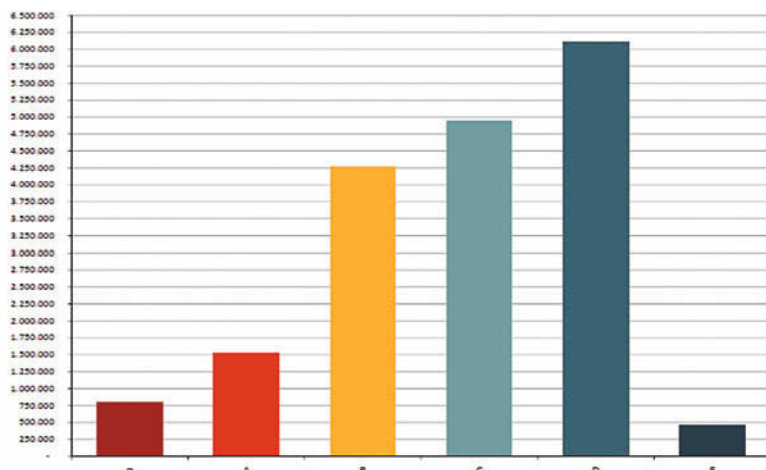


FIG. 5/ Distribución del parque de Viviendas Principales según las zonas climáticas del CTE

Fuente: Elaboración de GTR para MINISTERIO DE FOMENTO sobre Censo de 2011 (INE).

### 6. Segmentación del consumo: metodología y resultados

Para realizar la distribución por clústeres de los datos disponibles de consumo en España (que sólo se tienen agregados a nivel nacional), se parte como referencia de la información sobre consumo en el sector doméstico español suministrada por el Ministerio de Industria y el Instituto de Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE) en el Informe anual de consumos energéticos del año 2011. En dicho informe se indica el consumo doméstico anual distribuido por fuentes de energía y desagregado por usos

de energía en las viviendas —entre ellos los de climatización y ACS—, que se resume en la tabla de la FIG. 6.

Con estas consideraciones, la segmentación del consumo de calefacción se realiza sobre dichos datos de consumo, de forma proporcional a la demanda de las viviendas principales consideradas en el Censo de 2011 (conocida su superficie, situación y tipología). Con todo ello, para cada provincia se ha determinado un valor (teórico) de demanda energética de calefacción media ponderada por vivienda (tanto para viviendas unifamiliares como plurifamiliares), en función de las condiciones climatológi-

FIG. 6/ Consumo de energía final en el sector doméstico en España según tipos de usos (2011)

Tipo de uso	Productos Petrolíferos			Gases	Renovables			Energía eléctrica	TOTAL		
	Carbón	GLP	Combustibles Líquidos		Biomasa	Solar	Geotermia				
Calefacción		388	2.033	2.421	2.368	10	6	2.384	380	6.892	
ACS	1	459	183	642	1.566	50	129	3	182	385	2.776
Cocina	2	185		185	399	26			26	479	1.091
Iluminación									606	606	
Aire Acondicionado							3	3	120	123	
Electrodomésticos									3.188	3.188	
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>1.032</b>	<b>2.216</b>	<b>3.248</b>	<b>3.660</b>	<b>2.444</b>	<b>139</b>	<b>12</b>	<b>2.595</b>	<b>5.158</b>	<b>14.676</b>

Nota: Unidades: KtEPS.

Fuente: IDAE, 2011.



cas de la misma (asimilando la zona climática de cada provincia a la de su respectiva capital provincial) y de las características constructivas de cada periodo cronológico en que se ha segmentado el parque edificado. A partir de estos valores de demanda energética de calefacción media ponderada por vivienda y de los datos de la distribución territorial de las viviendas principales del Censo de 2011 se ha estimado finalmente la demanda calefacción en las diferentes provincias, desagregando los datos en función de su localización, en rural y urbano.

Finalmente, para poder relacionar los datos de consumo (real) con los de demanda (teóricos), el consumo energético de calefacción real del total de todas las viviendas en España, distribuido según las fuentes energéticas, se ha obtenido a partir de los datos de MINETUR/IDAE, descontando el consumo correspondiente al carbón, el consumo correspondiente a segundas residencias, y el consumo de las viviendas de las cuales no se disponen de datos en el Censo de 2011, distribuido en función de tipo de vivienda (unifamiliar y plurifamiliar), condiciones climáticas y tipo de combustible.

Los principales resultados de la segmentación del consumo por clústeres tipológicos se resumen en la tabla FIG. 7.

Así mismo, esta segmentación del consumo en el parque residencial permite conocer la distribución según el combustible usado para calefacción en cada clúster tipológico y la de los consumos en las siguientes franjas: Franja

1, que incluye las viviendas que suponen el 50% del consumo de cada 'clúster'; Franja 2, que incluye las viviendas hasta alcanzar el 50% de las viviendas de cada 'clúster'; Franja 3, que incluye el 50% de las viviendas restante con menor consumo del 'clúster'.

El contenido de las tablas finales así obtenidas permite considerar para cada segmento seleccionado (es decir, para cada clúster) si existe una instalación específica de calefacción y con qué combustible se calienta la vivienda. Ello permite también conocer las emisiones de GEI que genera ese consumo, así como las posibilidades de cambio de combustible cuando esa solución suponga una mejora en la eficiencia en emisiones debidas a la climatización en la vivienda.

## 7. Metodología para el diseño de enfoques rentables de rehabilitación en el sector residencial y evaluación económica

Para cada uno de los clústeres en que se ha dividido el parque residencial español se ha diseñado el menú de intervención más apropiado para cada una de las tipologías constructivas, de manera que permita una intervención profunda en las viviendas obteniendo una reducción en su consumo energético en calefacción entre un 60 y un 90% y consiguiendo un aporte mediante energía solar del 50% de la energía necesaria para el agua caliente sa-

Fig. 7/ Consumo energético por calefacción de las viviendas principales con calefacción (MWh) según el año de construcción (filas) y número de viviendas en el edificio y plantas sobre rasante (columnas)

Año de construcción	Nº Viv Unifamiliares		Nº Viv Plurifamiliares		Sin datos	TOTAL
	1-3 plantas	≥ 4 plantas	1-3 plantas	≥ 4 plantas		
< 1940	7.747.276	—	—	1.297.460	—	9.044.737
1941-1960	6.236.436	—	—	2.477.278	—	8.713.714
1961-1980	10.824.845	—	1.965.768	12.430.112	—	25.220.724
1981-2007	19.494.919	—	3.015.281	8.889.929	—	31.400.128
2008-2011	—	—	—	—	—	—
Sin datos	—	—	—	—	—	—
<b>TOTAL</b>	<b>44.303.475</b>	—	<b>4.981.049</b>	<b>25.094.779</b>	—	<b>74.379.303</b>

Fuente: Elaboración de GTR para MINISTERIO DE FOMENTO, a partir de *Censo de Población y Viviendas 2011* (INE, 2014), *Censo de Población y Viviendas 2001* (INE, 2004), *Handbook of air conditioning system design* (Carrier Air Conditioning Company, 1970), *Potencial de ahorro energético y de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> del parque residencial existente en España en 2020* (WWF, 2010), *Proyecto SECH SPAHOUSEC Análisis del consumo energético del sector residencial en España* (IDAE, 2011), *Boletín mensual de indicadores eléctricos de enero de 2014* (CNMC, 2014).

nitaria ACS. Así, frente a la posibilidad de plantear intervenciones menores o parciales —por ejemplo, en las instalaciones— permitiendo obtener ahorros de forma inmediata (que no obstante consumirían buena parte de dichos ahorros futuros y por tanto dejarían fuera de alcance a otras intervenciones sucesivas posteriores) y con una rápida amortización, la Estrategia apuesta por intervenciones de tipo profundo sin las cuales no puede conseguirse una reducción significativa de la demanda, analizando la secuencia óptima en que deben realizarse las actuaciones mediante menús de intervención lógicos y ordenados con incidencia clara sobre los factores que más condicionan el consumo de los edificios existentes.

Una vez definidos dichos menús y obtenido su coste, la Estrategia analiza el momento temporal en que resultaría rentable ponerlos en práctica, teniendo en cuenta su amortización mediante la capitalización en un tiempo razonable de los ahorros energéticos (considerando los escenarios futuros más probables de precios de energía) así como diferentes hipótesis de ayudas públicas y condiciones de financiación.

### 8. Análisis de los factores determinantes en el consumo energético en climatización

Los factores que determinan el consumo en climatización en una edificación son: el uso y la gestión, del edificio y de sus elementos y sistemas; la demanda energética (pudiendo considerarse separadamente las pérdidas energéticas por transmisión y las pérdidas energéticas por ventilación); la eficiencia de las instalaciones de climatización; y, finalmente, la fuente de energía usada.

Se considera que el orden de intervención racional que debiera seguirse en caso de actuaciones separadas en el tiempo es justamente el del listado anterior:

1. La racionalización del uso y la gestión del edificio debería ser el primer ajuste a realizarse de cara a la eficiencia energética, puesto que el resto de sistemas está definido justamente para un uso y una gestión determinados. Por ejemplo, no tiene sentido invertir en una caldera eficiente y posteriormente mejorar el uso y la gestión, ocasionando una reducción sensible de la demanda para la cual la nueva caldera resultará dimensionada en exceso y, en consecuencia con una pérdida de su eficien-

cia. A pesar de su importancia, la Estrategia finalmente considera como neutro o de suma nula el balance de la reducción de consumo que se consiga con la racionalización del uso y la gestión en las viviendas, suponiendo que con ello se compensarían los requerimientos sociales de consumo de energía adicional y las inversiones en eficiencia para subsanar situaciones de insuficiencia energética.

2. La demanda energética es la demanda de calor o de frío precisa en cada momento para atender cada espacio del edificio en función del uso que lo ocupa. Generalmente se expresa en forma de demanda total anual de calor y de frío ya sea por vivienda o por m<sup>2</sup> de edificio o de vivienda. La determinan las condiciones del clima exterior (zona climática), la orientación, la relación entre la superficie y el volumen del edificio —todos ellos factores dados— y finalmente las características de los cerramientos del edificio y las condiciones de ventilación e infiltración de aire desde el exterior —factores sobre los cuales puede intervenir—. De este modo, se distinguen los siguientes ámbitos de acción relacionados con la reducción de la demanda:

- Cerramientos verticales, donde se propone un aumento del aislamiento térmico hasta la máxima eficiencia posible (momento a partir del cual el aumento del aislamiento ya no produce mejora sensible en las pérdidas globales), con dos opciones de partida: aislamiento por el interior, manteniendo el aspecto exterior de la fachada (bien mediante relleno de cámara, o 'doblado' del cerramiento interior para adosarle una capa aislante); o aislamiento por el exterior.
- Ventanas, donde se propone la sustitución de las ventanas existentes por carpinterías dotadas de rotura de puente térmico y vidrio doble o la adición a la ventana existente de una nueva ventana con vidrio doble y rotura de puente térmico, así como la protección solar de los huecos.
- Cubiertas, donde se propone el aumento del aislamiento térmico hasta la máxima eficiencia posible, diferenciando los casos de cubierta plana o inclinada.
- Soleras, donde igualmente se propone el aumento del aislamiento térmico hasta la máxima eficiencia posible, bien mediante el adosado de aislamiento térmico sobre el pavimento existente y una nueva capa de pavimento ligero, o bien me-

dante la colocación de aislamiento térmico en la cámara, si existe un forjado sanitario.

- Además, se considera que las actuaciones incluyen un sistema de control mecánico de la ventilación y la incorporación de carpinterías de alta estanquidad, ya que las pérdidas por ventilación son un factor muy importante en la edificación existente.
3. Tras la fuerte limitación de la demanda energética conseguida mediante la suma de las medidas anteriores, la mejora de la eficiencia de las instalaciones de conversión, transmisión y cesión de energía es el siguiente paso para reducir el consumo. Así, por ejemplo se propone en las viviendas con instalaciones de calefacción con gas natural la sustitución de las calderas por otras de alta eficiencia.
  4. Finalmente, se considera el cambio de fuentes de energía o combustible utilizados en los sistemas de producción de calor y frío, incluyendo la dotación de energías renovables. Así por ejemplo, se propone en las viviendas que usen gasoil el cambio a calderas de gas natural de alta eficiencia si existe dicha red; o, en todos los casos en que no se use biomasa como fuente energética, se considera adicionalmente una cobertura mínima del 50% del ACS mediante paneles solares térmicos.

Respecto a la actuación sobre las instalaciones mediante la mejora de su eficiencia y/o el cambio de combustible, la Estrategia recomienda que se han de producir necesariamente como el último escalón de un conjunto de intervenciones previas, con lo que —consideradas individualmente y sobre una vivienda en la que se hubieran mejorado ya la gestión y el uso y reducido la demanda— su repercusión sobre el aumento de la eficiencia sería relativamente reducido. Es por ello que a pesar de formar parte de las actuaciones con un retorno más rápido de la inversión si son consideradas individualmente, algunas de ellas (como el cambio de combustible, la instalación de radiadores, y aún la instalación de ciertos elementos que permiten la entrada de renovables —como la caldera de biomasa—) no resultan tan convincentes si se realiza un análisis económico a largo plazo, puesto que el consumo ya se habría reducido previamente sobre un 70% con otras medidas y por tanto se tendría una facturación ya tan reducida que haría más difícil amortizar cualquier cambio importante en las instalaciones térmicas de una vivienda.

## 9. Definición de los menús de intervención

A partir del desarrollo detallado de las consideraciones anteriores la Estrategia propone un catálogo ordenado de actuaciones de mejora de la eficiencia energética en los edificios de vivienda existentes, conteniendo el listado de las actuaciones básicas y sus condiciones de aplicación en los diferentes clústeres o segmentos del parque, mostrando su contribución al ahorro energético y estimando sus costes económicos, la energía implicada en su fabricación, y las emisiones. Ese catálogo de acciones se ordena sobre el listado de factores que influyen en el consumo del edificio —y que se ha relacionado anteriormente— de forma que queden cubiertas en cada uno de ellos las opciones más razonables y generalizadas de intervención y también —y en función del orden de los factores en el listado— la prioridad que demandaría su aplicación frente a las acciones que influyen sobre otros factores.

La lista de actuaciones presentada por la Estrategia no pretende tanto ser exhaustiva cuanto cubrir con actuaciones razonables el ámbito de las posibles intervenciones en cada uno de los factores mostrando la posibilidad de obtener reducciones del consumo cercanas al 80% en los edificios de viviendas. Obviamente, el listado podría ser extensísimo y, para una vivienda en particular, encontrarse posibilidades de actuaciones distintas y con mayor eficiencia económica para el mismo beneficio ambiental. De hecho, de eso se trata: de proponer un catálogo de actuaciones que, por defecto, supongan un mínimo razonable que pueda considerarse como intervenciones posibles sobre los factores que afectan al consumo de calefacción en cualquier vivienda, y que cualquier estudio concreto sobre una vivienda real no haga sino —en la inmensa mayoría de los casos— encontrar actuaciones aún más eficientes. Por tanto más que un recetario o muestrario de soluciones únicas, los ‘menús’ se configuran como una referencia aplicable a cada uno de los diferentes ‘clústeres’ teniendo en cuenta la fuente energética que alimenta la vivienda, abriendo la posibilidad de definir nuevos ‘menús’ que supongan —en cada caso, y concreto ajustándose a las condiciones locales (tipológicas, climáticas y constructivas)— soluciones particulares de mayor eficiencia y/o menor costo, haciendo que los costes considerados en la Estrategia pudieran racionalizarse aún más.

### 10. Menús de intervención por clústeres

Los ‘menús’ de intervención que se proponen para cada uno de los clústeres se determinan en función de la suposición de un caso base que representa el tipo de cerramientos, propor-

ciones entre ellos, superficies, consumos anuales, etc. que determinan esencialmente su perfil. Frente a ellos, se propone la aplicación de las actuaciones que se consideran más eficientes tanto energética como económicamente, que quedan resumidas en las tablas siguientes:

FIG. 8/ Tabla resumen. Caracterización constructiva por clústeres (situación previa)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
<b>Fachada</b>										
Muro macizo grueso										
Muro con cámara										
Muro con cámara con aislamiento										
<b>Cubierta</b>										
Inclinada con cámara ventilada										
Inclinada sin cámara										
Plana										
<b>Contacto con el terreno</b>										
Solera										
Cámara Sanitaria o Locales										

Fuente: Elaboración de GTR para MINISTERIO DE FOMENTO.

FIG. 9/ Tabla resumen. Caracterización de los menús de intervención por clústeres

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
<b>Fachada</b>										
Aislamiento con doblado interior										
Aislamiento con doblado exterior										
Relleno de cámara										
Relleno de cámara con borra										
Ventana de alta estanquidad										
<b>Cubierta</b>										
Aislamiento cámara de cubierta										
Aislamiento bajo tejas y reposición										
Aislamiento y capa protección cubierta										
<b>Contacto con el terreno</b>										
Aislamiento por recrecido										
Aislamiento relleno cámara										
Relleno cámara o aislamiento locales										
<b>Ventilación</b>										
Sistema de ventilación con regulador CO <sub>2</sub>										
<b>Cambios sistema de climatización o combustible</b>										
GN a Caldera eficiente GN										
Gasoil a Caldera eficiente GN (urbano)							C	C	C	C
Gasoil a Caldera Biomasa (rural)							C	C	C	C
Placa eléctrica a Calefacción GN (urbano)							C	C	C	C
Placa eléctrica a Caldera Biomasa (rural)							C	C	C	C
Bombona GLP a Calefacción GN (urbano)							C	C	C	C
Bombona GLP a Caldera Biomasa (rural)										
<b>ACS</b>										
Instalación Solar cubriendo el 50% de la demanda										

Nota: C: Cambio de caldera individual a colectiva.

Fuente: Elaboración de GTR para MINISTERIO DE FOMENTO.

## 11. Metodología de cálculo aplicada a los «clústeres» para obtener ahorros energéticos y costes

Una vez obtenida la demanda (teórica) en cada uno de los clústeres, se realiza una estimación para obtener el consumo final, teniendo en cuenta dos factores determinantes: la transmisión de calor por los cerramientos del edificio y las pérdidas por ventilación. Para ello se considera que estos factores son de proporcionalidad variable, lo que implica hacer algunas consideraciones para garantizar que las acciones generan, como mínimo, el ahorro que se indica.

Así pues, para no sobredimensionar el impacto de la introducción de carpinterías de alta estanquidad en la reducción de las pérdidas por ventilación, se considera que la renovación de aire que se da en las viviendas a intervenir es una ventilación mínima de una renovación por hora. Con esa medida se garantiza que el ahorro de consumo que se propone controlando la ventilación e intercambiando el calor entre el aire exhausto y el renovado será el ahorro mínimo, puesto que no se considera finalmente la reducción de las infiltraciones que genera la adición de ventanas estancas.

Descontadas las pérdidas por ventilación, hay que considerar que el consumo de calefacción de la vivienda es también más reducido que la demanda debido a las cargas internas y al soleamiento, que suponen —como la misma ocupación— aportes de energía que reducen la necesidad de energía adicional para calentar el hogar. En el modelo de cálculo no se ha descontado la ocupación —puesto que las personas seguirán viviendo en ese hogar— pero sí el soleamiento, para que —de nuevo— no

se sobredimensione la reducción del consumo por el aumento de eficiencia de la envolvente del edificio, así como el aporte de los electrodomésticos.

En función de los cerramientos existentes en el parque construido, de su conductividad térmica y de la superficie de cada uno de ellos respecto al total de cerramiento, se reparten las pérdidas por transmisión, obteniéndose de este modo un reparto de consumo de energía para calefacción. A partir de este punto, la información anterior se complementa incorporándole una nueva columna «Datos Rehabilitación», correspondiente a los datos resultantes una vez aplicadas las actuaciones del menú de intervención propuesto para cada caso. Un ejemplo de una de estas Tablas, para un clúster concreto es la presentada en la FIG. 10.

La evaluación de los cambios que generará en el consumo la implantación del 'menú' de intervención considerado en cada caso, se realiza aplicando la reducción correspondiente a cada valor de kWh/m<sup>2</sup> de superficie de vivienda y año para cada cerramiento —considerando la reducción del valor de conductividad térmica W/m<sup>2</sup>K de cada uno de ellos— y así se genera una modificación del valor de consumo imputable al epígrafe 'Total' del apartado 'Pérdidas' de la tabla anterior.

Esos cambios se reflejan en la caja «Datos de Rehabilitación», dentro de las columnas correspondientes a «2. Demanda». Una de las columnas que aparece contiene el «coeficiente de heterogeneidad», que tiene en consideración la existencia de puentes térmicos en la solución de rehabilitación, y modifica la conductividad térmica total del cerramiento. Seguidamente, se consideran los ahorros debidos a la recuperación de calor del sistema

FIG. 10/ Ejemplo de presentación completa de la Tabla de cálculo de los menús de intervención

CALEFACCIÓN				CLÚSTER				F							
Elementos que determinan el consumo				DATOS ACTUALES				DATOS REHABILITACIÓN							
				Características		W/K m <sup>2</sup> superficie vivienda	kWh/m <sup>2</sup> superficie vivienda año	2. DEMANDA		3. VENTILACIÓN		4. INSTALACIONES			
Valores		Unidades				Características		W/K m <sup>2</sup> superficie vivienda	Coefficiente heterogeneidad	kWh/m <sup>2</sup> superficie vivienda	ahorro recuperador de calor (%)	ahorro acción (%)	kWh/m <sup>2</sup> superficie vivienda		
Pérdidas	Transmisión	muros	1,0	W/m <sup>2</sup> K	0,53	12,1	0,4	W/m <sup>2</sup> K	0,22	1,00	4,2				
		ventana	4,2	W/m <sup>2</sup> K	0,54	10,4	1,7	W/m <sup>2</sup> K	0,22		4,2				
		cubierta	0,7	W/m <sup>2</sup> K	0,35	6,8	0,3	W/m <sup>2</sup> K	0,13		2,4				
		suelo	1,2	W/m <sup>2</sup> K	0,30	5,8	0,4	W/m <sup>2</sup> K	0,10		2,0				
	Total			1,82	35,2			0,57		32,8		12,8			
Ventilación		1,2	renov/hora	1,83	39,8	0,4	renov/hora	0,34		6,6		6,6			
	Total			2,85	55,8			1,01		39,5		39,5		39,5	
Ganancias		Aparatos		9	kWh/m <sup>2</sup> (1)	5,6		kWh/m <sup>2</sup> (2)							
		Radiación		no se consideran				no se consideran							
Demanda calefacción (pérdidas - ganancias)										39,5		39,5		39,5	
CONSUMO calefacción										33,9		33,9		20,8	
% CONSUMO calefacción después de cada acción										30,2		30,2		24,2	
% REDUCCIÓN CONSUMO después de cada acción										0,8		0,8		75,8	

Fuente: Elaboración de GTR para MINISTERIO DE FOMENTO.

de ventilación forzada y la mejora en la estanquidad de las ventanas. Estos resultados se reflejan en la columna «3. Ventilación». Por último, se consideran las mejoras de eficiencia de la caldera en la producción de calor y/o el cambio de combustible y se colocan los resultados debidos a ellas en la columna «4. Instalaciones».

Finalmente, en la fila inferior de la tabla (remarcada en gris) se van consignando las reducciones del consumo inicial de la vivienda tras cada una de las mejoras por cada una de las actuaciones realizadas, hasta obtener el valor final de porcentaje de reducción del consumo que se consigna en la casilla inferior derecha.

### 12. Resultados finales de la aplicación de los menús de intervención por «clústeres»: ahorros y costes

Aplicando el modelo de cálculo anterior a cada uno de los clústeres se obtienen finalmente como resultados los costes de cada una de los menús de intervención propuestos, así como los ahorros finales que se obtendrían, en función de los diferentes cambios de combustible que se realizasen. En la tabla de la FIG. 11 se presentan, como ejemplo, los resultados para el cambio de petróleo a gas natural en cada uno de los clústeres:

FIG. 11/ Resultados finales de la aplicación de los menús de intervención por «clústeres»: Ahorros obtenidos y costes. Ejemplo de cambio de Petróleo (Gasoil) a Gas Natural

Cambio de Petróleo a GN.	Coste (€)	% Ahorro
Clúster A	18.989 €	68,8
Clúster B	18.585 €	69,5
Clúster C	25.714 €	80,9
Clúster D	20.763 €	72,5
Clúster E	19.283 €	83,5
Clúster F	19.482 €	76,7
Clúster G	13.508 €	82,5
Clúster H	16.647 €	82,8
Clúster I	12.873 €	80,2
Clúster J	12.955 €	76,0

Fuente: Elaboración de GTR para MINISTERIO DE FOMENTO.

### 13. Desarrollo de escenarios estratégicos a largo plazo a largo plazo y cuantificación global de los resultados esperados

A partir de los datos de segmentación del parque edificado y de los consumos, y una vez definidas las posibilidades y costes de inversión necesarios para reducir estos consumos energéticos según cada una de las tipologías edificatorias, la Estrategia plantea la organización de escenarios de intervención definidos por la variación de los factores que determinan el alcance de las reducciones de consumo a lo largo del tiempo, siempre considerando que las inversiones a realizar deben tener una rentabilidad o retorno en forma de ahorro futuro de costes en energía.

#### 13.1. Modelo de cálculo: Variables, datos fijos considerados y Outputs

El diseño de los escenarios para el sector residencial que se presenta a continuación se basa en un modelo de cálculo elaborado por GTR para el Ministerio de Fomento cuyas variables de entrada —a partir de cuya definición se establecen los diferentes escenarios considerados— son las siguientes:

1. Porcentaje de ayudas públicas en forma de subvenciones sobre el coste total de rehabilitación de las viviendas.
2. Tipos de interés de los préstamos necesarios para financiar el resto del coste de rehabilitación.
3. Periodo de retorno del préstamo.
4. Escenario de precios futuros de la energía.
5. Porcentaje adicional de inversión privada en reformas o mejoras voluntarias no relacionadas con la eficiencia energética.
6. Porcentaje de intervenciones anuales en cumplimiento de nuevas exigencias normativas y fecha de inicio de las mismas.

El modelo de cálculo de los escenarios tiene incorporados los diferentes clústeres en los que se ha segmentado el parque de viviendas según la metodología explicada, incluyendo su distribución en tres franjas según su nivel de consumo (franja 1, que incluye las viviendas que cubren el 50% del consumo; franja 2, que cubre el 50% del número de viviendas totales; y franja 3, las restantes) y el tipo de energía



usada para calefactar; el menú de intervención con la reducción de consumo —que incluye las medidas seleccionadas para reducir el consumo de energía entre un 60 y un 90%, según los casos, y la obtención de un 50% del ACS mediante energías renovables— que su aplicación supone y los costes de rehabilitación de las viviendas, todo ello por clúster, zona climática y franja de consumo.

Igualmente, el modelo contiene otras hipótesis y unos datos fijos que se consideran suficientemente admitidos y consensuados en la literatura especializada como para poder introducirlos como constantes para confeccionar los escenarios, y que son:

1. El porcentaje de ayudas públicas en forma de subvenciones directas al propietario para la rehabilitación se irá reduciendo progresivamente hasta desaparecer en 10 años, una vez el mercado se ponga en marcha, es decir, los ahorros energéticos sean tales que permitan financiar íntegramente el coste de las medidas de rehabilitación propuestas.
2. La inflación media en el periodo considerado será del orden del 2%.
3. Se supone la existencia de una curva de aprendizaje tecnológico, que permitirá reducir anualmente en un 1% por encima de la inflación los costes de rehabilitación.
4. Se generan 18 puestos de trabajo directos en el sector por cada millón de euros invertidos.
5. Se supone que la rehabilitación de cada franja y cada clúster se realiza de manera progresiva, a partir del momento en que resulta rentable hacerlo y por tanto desde que dicha franja o clúster «entra en carga». Dicho período se estima entre 8 y 15 años para concluir todas las viviendas.
6. No se incluye por el momento en el modelo de cálculo la posibilidad de capitalización de los ahorros de emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector residencial. La puesta en marcha de instrumentos que permitan esta posibilidad en un futuro redundará favorablemente en los escenarios, reduciendo las necesidades de financiación.
7. Por último, se estima que anualmente se realizan también obras para mejorar el estado de conservación en un número determinado de viviendas, de forma que en 2050 se haya rehabilitado el 64% del parque actualmente en estado deficiente o malo (el resto hasta el 100%, se supone que se conjugaría con acciones sinérgicas de rehabilitación energética).

### 13.2. Desarrollo de Escenarios Estratégicos a largo plazo para el Sector Residencial y cuantificación global de resultados

En función de estos datos fijos y del valor de las variables de entrada anteriormente explicadas, el modelo de cálculo determina a partir de qué momento resulta rentable rehabilitar una vivienda de un determinado clúster y franja, por cuanto los costes de su menú de intervención resultan económicamente viables por ser menores que los ahorros futuros de energía que se pueden conseguir. Con ello, los outputs de salida del modelo son:

1. Número de viviendas anuales rehabilitadas.
2. Energía y emisiones ahorradas por la rehabilitación de esas viviendas.
3. Necesidades de inversión pública y privada para rehabilitar esas viviendas.
4. Puestos de trabajo generados o mantenidos por la rehabilitación de esas viviendas.

Además, el modelo de cálculo también permite obtener todas las magnitudes anteriores agregadas, procedentes de esos outputs a lo largo del periodo considerado. Como referencia inmediata, el modelo trabaja con el escenario 2020, aunque permite extender sus resultados hasta 2030 y 2050 para permitir una aproximación a lo que podrían ser sus resultados a más largo plazo.

Los principales escenarios definidos en la Estrategia son los siguientes:

**Escenario 1:** que parte de la situación actual, pero sin tener en cuenta ningún tipo de ayuda pública, y que arrojaría una cifra media de rehabilitación de unas 25.000 viv/año.

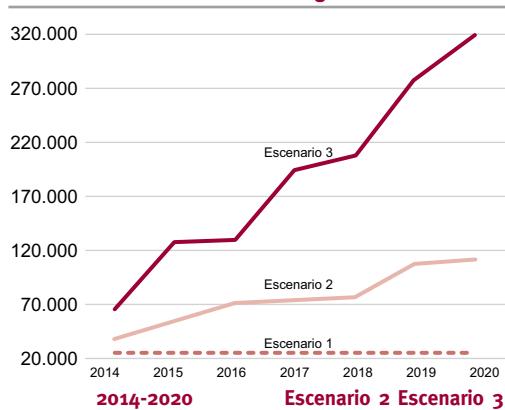
**Escenario 2:** en el que se plantea mantener hasta el año 2020 el ritmo de las inversiones públicas ya previstas actualmente, alcanzando un total de 2.303 millones de €. Esta hipótesis considera que la inversión pública se destinaría mayoritariamente a subvenciones que cubrirían el 35% de la inversión total necesaria en eficiencia energética y habitabilidad. Con este escenario se generarían 22.117 empleos de media anual, se rehabilitarían 51.040 viviendas al año, se ahorrarían 1.044 KtEPS y se conseguirían unos ahorros totales en la emisión de CO<sub>2</sub> equivalente a 2,6 M de toneladas.

**Escenario 3:** que incluiría, además de las ayudas ya existentes, una financiación adecuada a los particulares, con intereses al 5% y un

## Documentación

plazo de amortización de hasta 20 años. En este escenario se generarían 96.842 empleos de media anual, se rehabilitarían 163.899 viv/año, y se ahorrarían 3.468 Ktaps, consiguiendo con ello, unos ahorros totales en la emisión de CO2 equivalente a 8,3 M de toneladas.

Fig. 12/ Cuadro Resumen de los principales Escenarios incluidos en la Estrategia



	2014-2020	Escenario 2	Escenario 3
Total inversión Pública (millones de €)		2.303,3	4.818,1
Inversión privada efic. energ+conserv (millones de €)		6.773,3	24.547,5
Inversión privada inducida (millones de €)		675,7	11.157,7
Ahorros de energía (ktep)		1.044	3.468
Ahorros de emisiones (t)		2.606.990	8.381.362
Creación de empleo (media anual)		22.117	96.842
Viviendas rehabilitadas (media anual)		51.040	163.899

Fuente: MINISTERIO DE FOMENTO.

## 14. Medidas identificadas por la estrategia

Por último, la Estrategia identifica una serie de medidas que permitirían impulsar los diferentes escenarios analizados, activando el sector de la rehabilitación en España. Entre ellas pueden destacarse las siguientes:

### Medidas de financiación:

- Diseño de productos financieros específicos para comunidades de propietarios (no para las viviendas individuales) y para empresas (como existieron en su día para la promoción inmobiliaria). El ICO podría propiciar bajos intereses y plazos largos y contar para ello con el apoyo del BEI.
- Sustitución gradual de las subvenciones, o complementarlas con Fondos de liquidez o

de garantía públicas (al modo de SAECA). Podrían utilizarse recursos del Fondo Nacional de Eficiencia Energética para ello.

- En el futuro, y cuando sea posible, beneficios fiscales, para empresas y propietarios (IVA e IRPF; Sociedades; IBI —algunos años desde la rehabilitación—, e incluso, cotizaciones sociales para las empresas del sector).

### Medidas de información y comunicación:

- Campañas de información y concienciación a los ciudadanos.
- Publicación de guías explicativas de los procesos y las ventajas de la rehabilitación.

### Medidas normativas (todas las Administraciones Públicas):

- Flexibilizar el Código Técnico de la Edificación en las obras de rehabilitación.
- Agilizar los permisos y licencias urbanísticas (declaraciones responsables, etc.).

### Medidas administrativas:

- Poner en marcha Agencias locales de rehabilitación o Ventanillas únicas de información y de gestión.
- Crear un Foro para la Rehabilitación con la participación del Ministerio y todos los sectores implicados (constructoras, empresas de servicios energéticos, profesionales y Entidades Financieras), para impulsar el desarrollo de la Estrategia, hacer un seguimiento de las actuaciones y servir de cauce de colaboración entre todos los agentes. A este Foro se sumarían también las CC.AA. y la FEMP.
- Impulsar el gestor especialista en rehabilitación (creando homologaciones oficiales, Registros públicos de inscripción, generando formación específica, etc.) La tarea corresponde realmente a los sectores profesional y empresarial.
- Diseñar procedimientos-tipo ágiles y sencillos de autorización.

### De desarrollo de estrategias de negocio para las empresas del sector:

- Homologar materiales específicos con calidades estándar.
- Diseñar protocolos para evaluar a priori la viabilidad técnica y económica de los proyectos y facilitar la financiación privada.
- Crear registros de empresas y profesionales especializados que ofrezcan plenas garantías a los consumidores (lucha también contra la economía sumergida).
- Diseñar fórmulas para arbitrar la colaboración público-privada en la financiación de las operaciones: nuevos aprovechamientos urbanísticos o capitalización de ahorros energéticos.