

EDIFICIOS DE CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULA: ¿ES POSIBLE?

POR BEATRIZ RODRÍGUEZ

“Diseñando y construyendo según los parámetros del estándar passivhaus se puede llegar a ahorrar hasta el 90% de la energía necesaria para climatizar nuestra casa”.



Edificios de consumo de energía casi nula: ¿Es posible?

La Unión Europea posee actualmente una dependencia energética del exterior próxima al 70%, siendo además una situación que se agrava con los años ya que cuenta con unos recursos energéticos limitados. El sector de la construcción es responsable del 40% de las emisiones de CO₂ y del consumo energético a nivel mundial. Con el fin de paliar este problema, se publicó en el año 2010 la Directiva Europea 2010/31/EU. Según esta directiva, a partir del año 2020 todos los edificios de nueva construcción de la UE (y a partir de 2018 todos los edificios públicos) deberán ser de consumo de energía casi nula, denominados con las siglas nZEB (nearly zero energy building).

Pero, ¿cómo son estos edificios y cómo funcionan? ¿Por qué consumen tan poco? ¿Serán mucho más costosos? ¿Cuál es la diferencia con nuestras viviendas? Y lo más importante, ¿estamos preparados en España para construir y vivir en estas casas?

HIPOTECA ENERGÉTICA

Desde hace muchos años, con la subida del precio del combustible, la primera pregunta que nos hacíamos todos, cuando comprábamos un coche, era cuántos litros consumía a los 100, consultamos las gráficas de consumo en función de la velocidad, e incluso, en los últimos tiempos, empezamos a preguntarnos

“El 30% del consumo energético anual de España se debe a las familias. De este porcentaje, el 18% lo representa la vivienda y el 12% el vehículo motor.”

cuánto contamina. Es normal esta preocupación, teniendo en cuenta que un coche se usa de media en nuestro país durante 9 años.

Pero, ¿cuánta gente se ha preguntado cuánto consumirá su casa cuando ha firmado una hipoteca? ¿Es menos importante?

Según datos del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía y de la International Energy Agency, el 30% del consumo energético anual de España se debe a las familias. De este porcentaje, el 18% lo representa la vivienda y el 12% el vehículo motor.

Si trasladamos esta cantidad de consumo de energía a dinero, el gasto en electricidad y combustible de una vivienda se encuentra en torno a 1500 €/año, dependiendo del tipo de casa y de combustible, mientras que el consumo de un vehículo medio es de 900€/año. Teniendo en cuenta que una casa cuesta en torno a quince veces más que un coche, y que suele ser para toda la vida, es hora de que empecemos a preocuparnos por nuestra “hipoteca energética”.

Es un hecho que cada vez más familias tienen dificultades para pagar los gastos de electricidad y calefacción, y los precios de la energía no paran de subir en nuestro país. Un ejemplo es el coste de la energía eléctrica en nuestros hogares, que ha ascendido desde 0.094 €/kwh en 2006, hasta aproximadamente 0.16 €/kwh en la actualidad. La evolución del precio del petróleo es todavía mucho más inestable, dependiendo además de los conflictos armados de los países que nos abastecen de dicho combustible.

Si a la subida del precio de la energía le sumamos la bajada salarial de los últimos años (en torno a un 8% según datos del Instituto Nacional de Estadística), el resul-



tado obtenido es que, para pagar el aumento de gasto en energía y vivienda, la familia media española ha tenido que reducir drásticamente su gasto en vehículo, vestimenta y alimentación. Éste es el resultado de nuestra actual hipoteca energética.

CONSUMOS ENERGÉTICOS DE UNA VIVIENDA

Cuando se habla de cómo disminuir el consumo energético de una casa, siempre se piensa en el etiquetado que indica la eficiencia energética de los electrodomésticos, y en el uso de bombillas LED para la iluminación. ¿Tan importantes son de verdad estos consumos energéticos?

Según datos de Eurostat, del consumo energético total de electricidad y combustible de una vivienda, los electrodomésticos y la iluminación suponen el 33.2%. El consumo energético restante (66.8%), se debe a la climatización y producción de agua caliente sanitaria.

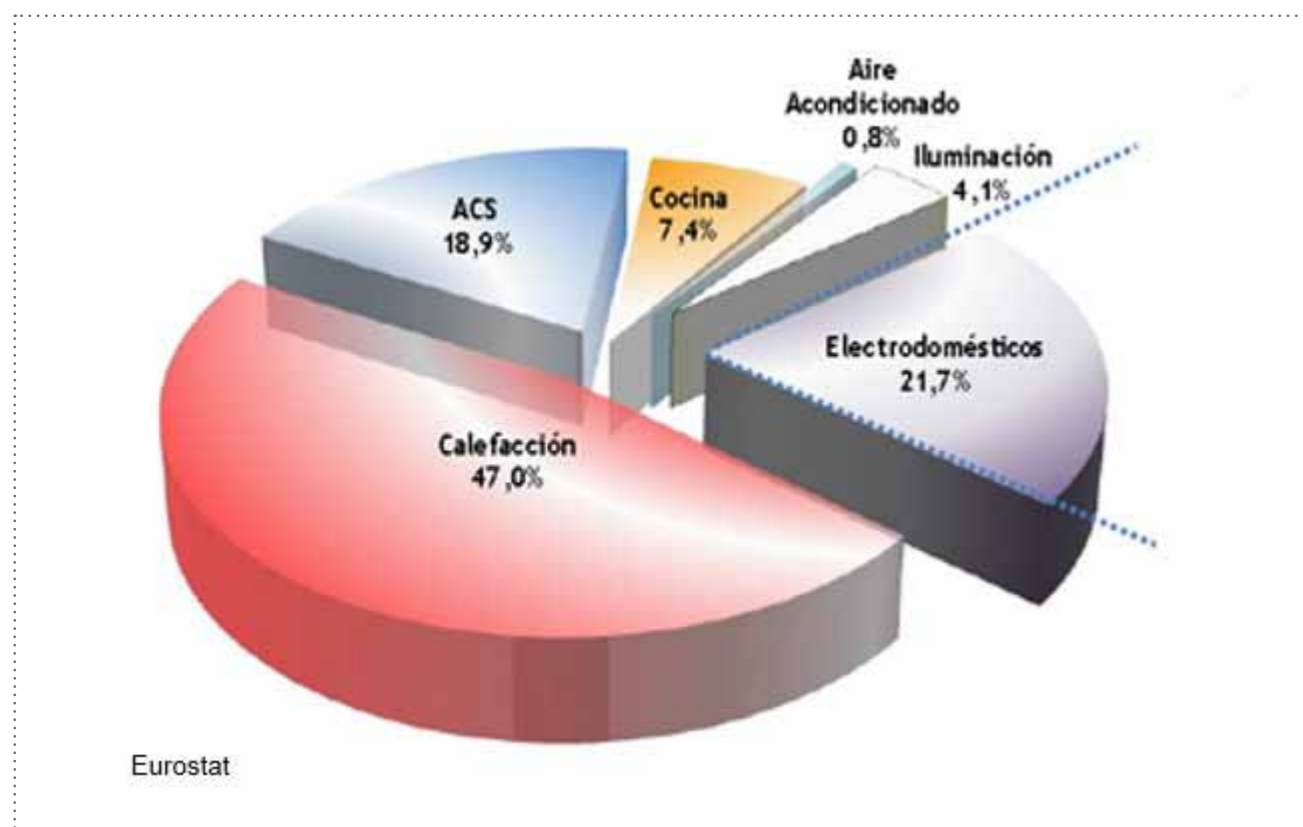
Con el uso de electrodomésticos de clase A++ y bombillas LED se puede llegar a ahorrar un 90% de energía consumida por los mismos respecto a una vivienda con electrodomésticos clase C y bombillas incandescentes. También haciendo un buen uso de los electrodomésticos podemos disminuir sustancialmente el consumo de energía. Lavando, por ejemplo, la ropa en

HOGAR para 4 PERSONAS (1)		TRANSPORTE (2)	
Pisos. Electricidad +		Unifamiliar Electricidad +	
gas natural	Gasoil	Gasoil	Gasoil
1500 €/año	2000 €/año	2750 €/año	900 €/año

(1) Media de varias empresas
(2) IDAE

Imagen cedida por la autora.

Edificios de consumo de energía casi nula: ¿Es posible?



“La normativa española limita el consumo de demanda de calefacción y refrigeración con energías no renovables de las viviendas”.

frío ahorramos hasta un 90% del consumo de la lavadora, ya que el 90% de la electricidad que consume es para calentar el agua.

En cambio, al comprar o alquilar una casa, no era frecuente preguntar por el consumo de climatización o de producción de agua caliente sanitaria, cuando supone el 66,8% del consumo total.

En la actualidad, todas las casas, que se vendan o alquilen, tienen la obligación de mostrar al cliente su certificado energético, que funciona de forma similar a la clase energética de los electrodomésticos. Para ello los técnicos deben simular energéticamente la vivienda, y calcular la energía de calefacción, refrigeración y ACS demanda al año, (medido en kWh/m²año) así como el CO₂ que emite. En función del CO₂ emitido, califica la vivienda entre clase G y clase A.

Por tanto, ¿qué una vivienda sea clase A significa que consume menos energía que una clase B? No tiene por qué ser así, ya que se califica en función de la emisión de CO₂ y no del consumo de energía. De esta forma, podría darse la situación de construir

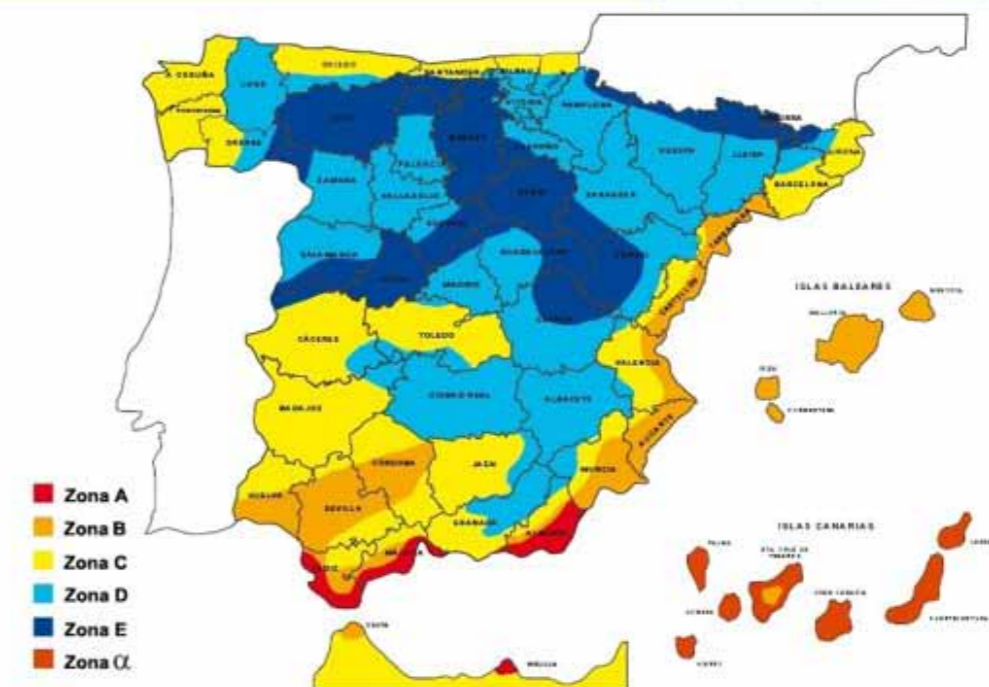
una casa con paredes de chapa, que se abasteciera con una caldera de biomasa y podría ser clase A ya que la biomasa se considera que no produce emisiones de CO₂. Por otra parte, esta situación nunca llegará a darse, ya que la normativa española (el Código Técnico de la Edificación), limita el consumo de demanda de calefacción y refrigeración con energías no renovables de las viviendas, y exige unos aislamientos mínimos de los cerramientos en función de su ubicación.

CONSUMO ENERGÉTICO DE LAS VIVIENDAS EN ESPAÑA Y OBJETIVO EUROPEO 2020

Con la modificación normativa que se produjo en España en el año 2013, las viviendas pueden demandar entre 30 y 60 kWh/m²año de calefacción y refrigeración a través de energías no renovables. Se permite consumir más a las zonas climáticas de España donde hace más frío en invierno, y menos a las zonas más cálidas.

“La casa solo precisa de un recuperador de calor en el sistema de ventilación mecánica, para calefactar y refrigerar toda la vivienda”.

	Zona climática española					
	α	A	B	C	D	E
Demanda máxima normativa España (kWh/m²año)	40	40	45	50	60	70
Demanda máxima Passivhaus (kWh/m²año)	15	15	15	15	15	15



Edificios de consumo de energía casi nula: ¿Es posible?

Pero tal y como hemos mencionado, para el año 2020 todos los edificios deberán ser nZEB. La definición que realiza la Directiva de este tipo de edificios es muy laxa, sin indicar cuánto pueden consumir, cómo deben diseñarse, ni cómo deben alimentarse de energía. Por ello, la Comisión Europea ha tomado la metodología constructiva Passivhaus desarrollada en Alemania por el Passivhaus-Institute Darmstadt, como referencia de cómo debe ser un nZEB, extendiéndose por toda Europa como referente en las modificaciones normativas para adaptar sus edificios para el año 2020.

El estándar Passivhaus permite una demanda energética tanto en calefacción como en refrigeración de 15 kWh/m²año, entre abastecimiento tanto de energías renovables como de no renovables. Para ello aconseja, pero no impone, una serie de aislamientos muy superiores

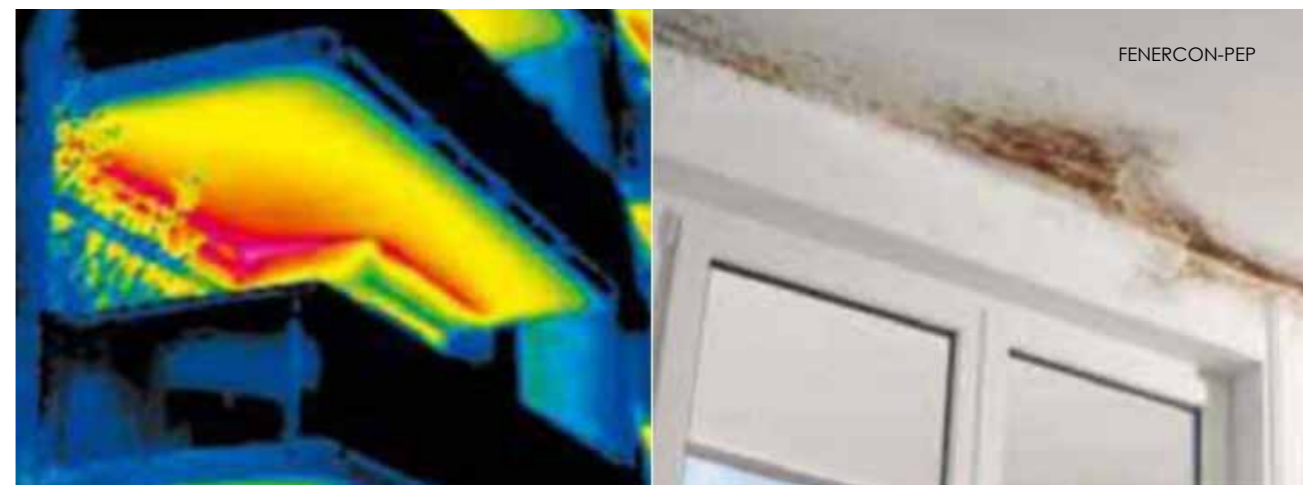
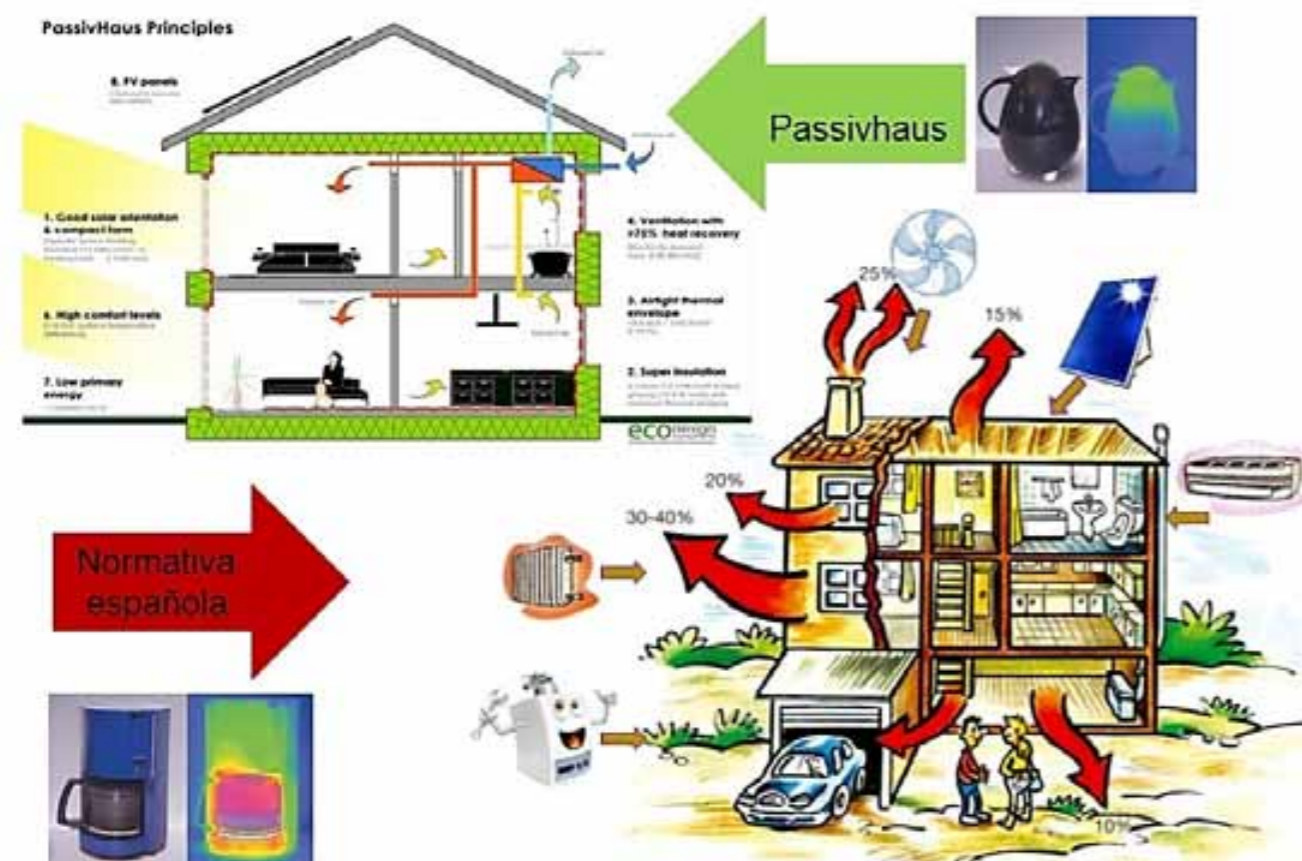
que prácticamente duplican los exigidos por la normativa española. La demanda energética, en este caso, no depende de la ubicación climática de la casa, exigiendo por tanto mucho más aislamiento en las zonas más frías.

¿CÓMO SE CONSIGUEN ALCANZAR ESTOS OBJETIVOS DE DEMANDA ENERGÉTICA TAN RESTRICTIVOS?

Cuando diseñamos un edificio con la normativa española, primero se imponen unos aislamientos mínimos en los cerramientos que dependen

Funcionamiento de una vivienda diseñada con la normativa española y con el estándar Passivhaus.

IPHA, IDAE Y EUROSTAT.



de la ubicación del mismo. Posteriormente, se incluyen instalaciones que abastecen de energía a la vivienda: una caldera con unos radiadores para la calefacción y para producir ACS, un fancoil para la refrigeración, un ventilador que renueva el aire que entra en la vivienda a través de aberturas fijas en los marcos de las ventanas... Para terminar se añaden instalaciones que producen energías renovables, como paneles solares para producción de ACS, paneles fotovoltaicos, geotermia... hasta alcanzar los límites de demanda de energía no renovable establecidos por la normativa. Vamos mejorando el rendimiento de las instalaciones para disminuir el consumo energético necesario para mantener el confort en la vivienda.

Es decir, nuestra casa es como una cafetera eléctrica. Gastamos energía continuamente en generar el calor que pierde el recipiente.

El estándar passivhaus, en cambio, parte de un proceso de diseño y unos criterios completamente distintos. Diseñando y construyendo según los parámetros de este estándar se puede llegar a ahorrar hasta el 90% de la energía necesaria para climatizar nuestra casa.

FUNCIONAMIENTO DE UN EDIFICIO PASSIVHAUS

La base de diseño y funcionamiento de casa Passivhaus es completamente distinta a la de una vivienda convencional. La

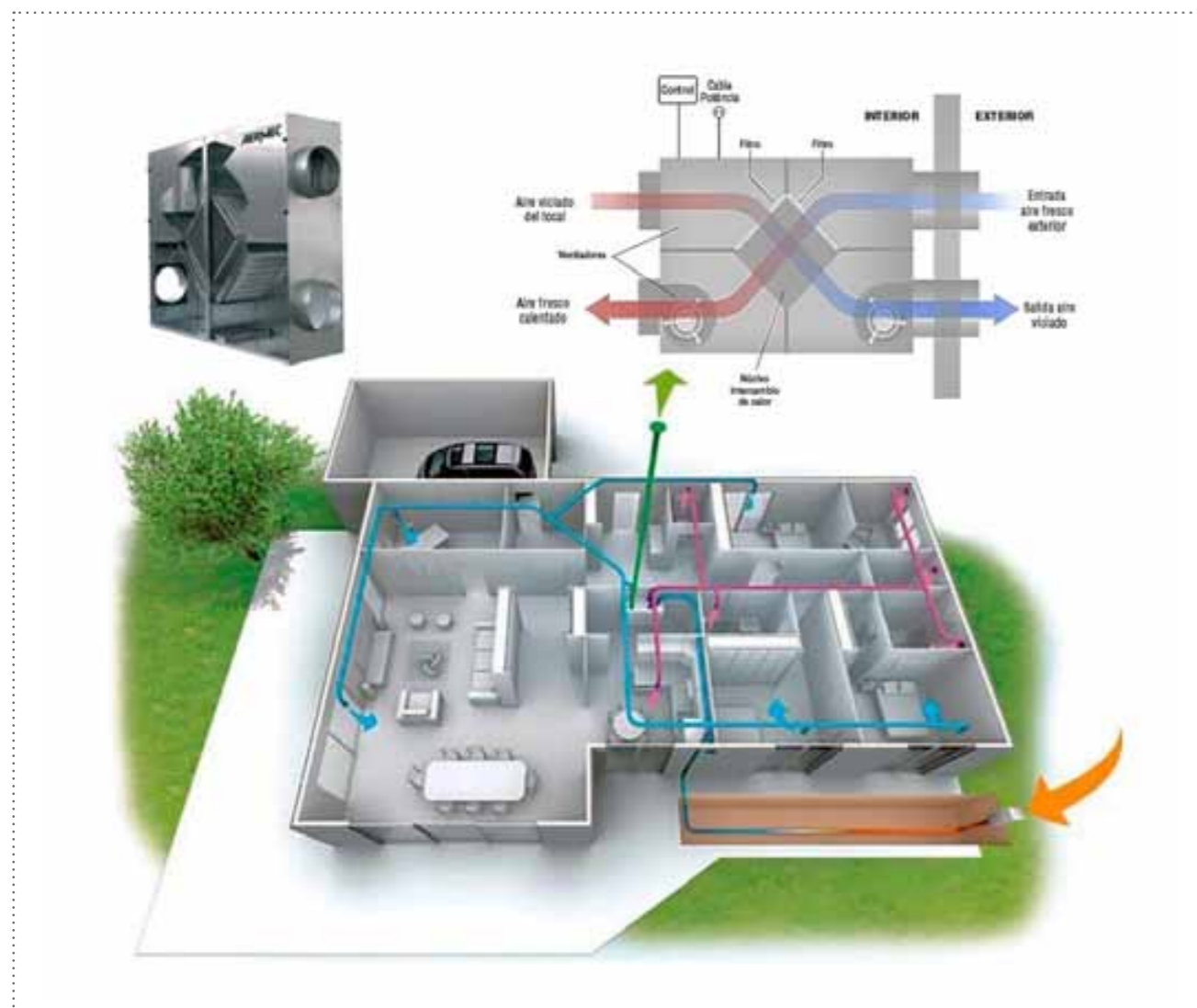
casa Passivhaus posee unos aislamientos térmicos tan buenos, que las pérdidas energéticas a través de ellos se compensan prácticamente solo a través de un diseño bioclimático adecuado y las cargas térmicas internas (que son el calor producido por los propios ocupantes, la luz y los electrodomésticos y que es transferido por el aire). Es decir, en vez de funcionar como una cafetera, funcionan con termo. Ya que, ¿cuál es mejor remedio para ahorrar energía?... No gastarla. Cumpliendo con todos sus criterios de diseño, la casa solo precisa de un recuperador de calor en el sistema de ventilación mecánica, (a veces con el apoyo puntual de una pequeña batería de agua a su entrada), para calefactar y refrigerar toda la vivienda, sin necesidad de incorporar ninguna otra instalación (ni radiadores, ni fancoils).

Como ya se ha comentado, estas viviendas tienen una demanda energética inferior a 15 kWh/m²año tanto en calefacción como en refrigeración, provenga o no la energía de fuentes renovables. Si además la climatización se realiza por el aire del sistema de ventilación con recuperación de calor, la carga

térmica puntual debe ser inferior a 10W/m². Se limita a esta cantidad para que pueda ser superada por el calor transferido por las cargas internas de la vivienda a una velocidad de aire determinada y que se encuentra limitada por la capacidad calorífica del aire.

“Al tener que calentar menos el aire, gastamos también menos energía”.

Edificios de consumo de energía casi nula: ¿Es posible?



**Sistema de ventilación
mecánica con
recuperación de calor.**

www.aitecnics.com, AERMEC, SIBER.

¿CUÁLES SON LOS PRINCIPALES CRITERIOS DE DISEÑO DE ESTAS VIVIENDAS?

1.- Edificios con un alto grado de aislamiento y un riguroso control de los puentes térmicos

Passivhaus no impone un determinado grado de aislamiento al diseñador ni le indica cómo debe ser la composición de sus cerramientos. Pero además del parámetro limitante final de demanda de 15 kWh/m²año, nos exige el cumplimiento de dos parámetros de diseño que condicionarán el aislamiento de la vivienda: que el aislamiento sea continuo en toda la casa, sin dejar elementos como pilares, frentes de forjados, alféizares... con menos aislamiento que el resto de la paredes (los denomi-

nados puentes térmicos), y que la temperatura interior de todas las superficies interiores de la vivienda sea superior a 17°C. De esta manera, además de reducir drásticamente el consumo de energía, evitamos dos cosas: que se produzcan condensaciones, y el efecto de pared fría. Se denomina efecto de pared fría a la sensación térmica de discomfort que nos produce estar en una habitación al lado de un elemento mucho más frío que el resto (por ejemplo, al lado de una cristallera). El confort térmico no solo se consigue calentando el aire y evitando los gradientes térmicos. También depende de la temperatura superficial de las paredes, que irradian frío o calor. De hecho, la normativa nos exige mantener lo que se denomina temperatura operativa que, de forma simplificada, puede resumirse como la media de la temperatura de las paredes y la temperatura del aire. Esta temperatura es la que regula la sensación de confort térmico. Por tanto, cuanto mayor es la temperatura de las paredes, podemos tener una menor temperatura del aire para conseguir la misma sensación de confort. Es decir, al tener que calentar menos el aire, gastamos también menos energía.

2.- Carpinterías de gran calidad

Al igual que a los cerramientos opacos, a las carpinterías se les exige que tengan una gran resistencia térmica (resistencia a transferir el calor a través de ellas). La diferencia de lo que exige la normativa española con respecto al Passivhaus es todavía mucho mayor que el caso de los cerramientos. Los valores de aislamiento triplican los requeridos por nuestra normativa, para cumplir con el requerimiento de evitar el citado efecto de pared fría. Para la construcción de estas viviendas, es habitual usar carpinterías de PVC con triple rotura de puente térmico o de madera y vidrios con doble cámara de aire, siendo alguno de ellos

“No solo disminuimos radicalmente nuestra hipoteca energética sino que aumentamos considerablemente nuestra calidad de vida”.

bajo emisivo. Atrás queda el uso del aluminio, ya que poco sentido tiene usar un material altamente conductor como aislante térmico de nuestra vivienda y cuyo precio además supera el de la carpintería de PVC.

3.- Riguroso control de las infiltraciones

Las infiltraciones en un edificio se definen como las entradas incontroladas de aire. Estas se producen a través de la caja de las persianas, de los encuentros de las carpinterías con la fachada, en los encuentros con pilares, forjados, soleras, cubiertas y entre los propios cerramientos entre sí. En España, solo se limitan las infiltraciones de las ventanas, y ni si quiera se controla la colocación de las mismas. Es decir, se limita la entrada de aire del propio elemento ensayado solo en un laboratorio, sin persiana y sin instalar en ningún cerramiento.

En las viviendas Passivhaus, se limita la infiltración de aire que se produce en toda la vivienda una vez terminada a 0,6 renov/h para una diferencia de presión de 50 Pa. Es decir, que a esa diferencia de presión (que nunca se produce de forma de natural, sino que se encuentra en torno a 1 Pa) se renueve el aire menos de 0,6 veces a la hora. Se mide de esa manera porque es la forma en que lo exige una normativa europea. ¿Y cómo se mide? Con lo que se denomina prueba de Blower-door. Se cierran todas las ventanas de la vivienda, se coloca en la puerta un ventilador que genera una depresión de 50 Pa y se mide cuánto aire

Edificios de consumo de energía casi nula: ¿Es posible?

entra. Esta prueba se ha realizado en viviendas del parque edificatorio español, dando como resultado en nuevas edificaciones 4 renov/h y en antiguas unas 10 renov/h. Esto equivaldría a tener, con una velocidad de viento normal, un hueco de 0,5m x 0,5m permanentemente abierto al exterior.

Para evitar las infiltraciones es indispensable un riguroso control de la obra. Deberán sellarse todos los encuentros de los elementos que envuelven el edificio con materiales específicos que no se degraden y absorban posibles dilataciones sin romper por cambios de temperatura.

4.- Aprovechamiento óptimo del soleamiento y factor de forma

En el diseño de casas Passivhaus, debemos tener especial cuidado con el factor de forma del edificio. El factor de forma relaciona el volumen encerrado por la vivienda y la superficie de cerramientos adyacentes al exterior. Un mal factor de forma hace que, para un mismo volumen interior habitable, haya mucha más superficie exterior por la que se producen pérdidas energéticas. Con un factor de forma, re-

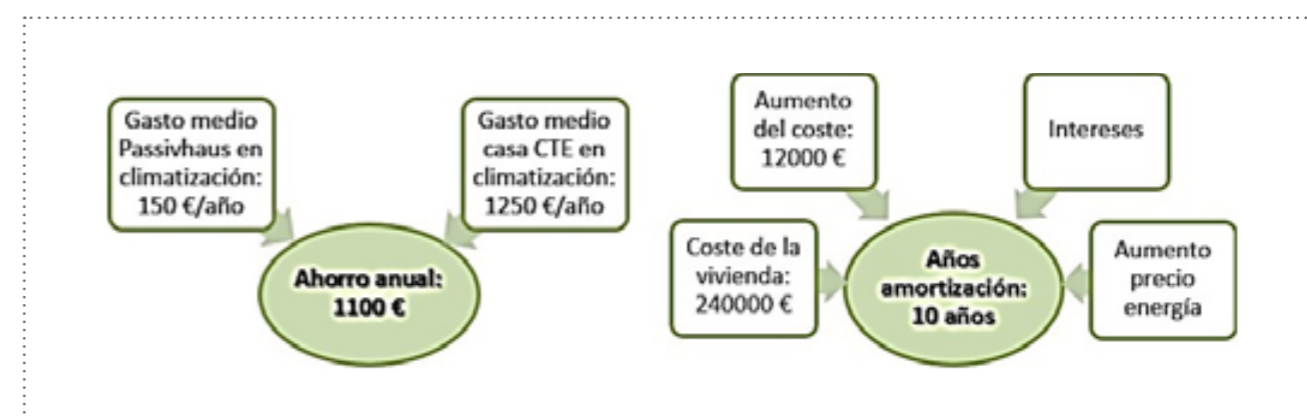
sultado de un diseño inadecuado, es muy difícil conseguir limitar la demanda de calefacción y refrigeración por debajo de los 15kWh/m²año. Se aconseja para llegar al estándar un factor de forma por debajo de 0,6.

Importante también en el diseño de la casa es la ubicación de huecos y elementos para aprovechar el calor cedido por el sol en invierno y evitarlo en verano. También puede combinarse con la utilización de superficies captadoras y almacenadoras de calor y aleros que eviten el sobrecalentamiento en verano.

5.- Sistema de ventilación mecánica con recuperación de calor de la ventilación

Con los aislamientos que estamos obligados a instalar en nuestras viviendas desde el año 2013, las cargas térmicas de la ventilación de las viviendas suponen ya el 45% del total de la carga térmica de la misma. Adoptando los aislamientos adecuados para una vivienda Passivhaus, este porcentaje asciende en España en

“En España, solo se limitan las infiltraciones de las ventanas, y ni si quiera se controla la colocación de las mismas”.



Costes y amortización de la construcción de una vivienda Passivhaus respecto a una vivienda convencional.

Imagen cedida por la autora.

torno al 80%. Por tanto, pasa a ser el sistema de mayor influencia en el consumo energético de las mismas.

En la actualidad, el sistema de ventilación que se usa en nuestro país para una vivienda consiste en dejar aperturas ocultas en las carpinterías, por las que se introduce aire directamente desde el exterior las 24 horas del día. Este aire es introducido a través de un ventilador que genera una depresión en la vivienda.

En las viviendas Passivhaus, para evitar el gasto de tener que climatizar constantemente este aire exterior, se opta por un sistema de ventilación mecánica con recuperación de calor. En este sistema, el aire entra por un solo conducto por lo que la envolvente y las carpinterías pasan a ser completamente estancas. Ese aire exterior es pasado a través de un filtro para eliminar todo tipo de partículas contaminantes o alérgicas y, posteriormente, a través de un ventilador de impulsión se introduce en un recuperador de calor. En el recuperador de calor,

el aire que se introduce se precalienta antes de ser impulsado al interior de la vivienda, con el aire que se extrae del interior de la misma, a través de un ventilador de extracción, y que ya está climatizado. Ambas corrientes de aire no se mezclan, sino que pasan por el interior del recuperador de calor a través de placas altamente conductoras que favorecen la cesión de calor de un fluido a otro. En la actualidad, existen recuperadores de calor con eficiencias de hasta el 94%. Quiere decir que, si el aire exterior se encuentra a 2°C, entra en la vivienda a 20°C al precalentarse con el aire interior que se expulsa a 21°C. Ese precalentamiento es completamente gratuito.

CUÁNTO CUESTA UNA PASSIVHAUS

Sería muy osado establecer un porcentaje de coste adicional de una casa Passivhaus/nZEB respecto de una casa convencional, ya que depende de la tipología de cerramientos, acabados, volumetría, de si es un piso o una unifamiliar... Pero, en base a la experiencia de proyectos ya construidos, se puede dar como cifra orientativa que el aumento de coste medio es de un 10%. Este porcentaje es tan bajo debido a que, aunque hay que aumentar el aislamiento, sellar los encuentros, mejorar las ventanas e incluir un recuperador de calor, por otra parte, no necesitamos un sistema de calefacción ni

Edificios de consumo de energía casi nula: ¿Es posible?

refrigeración convencional. Además, la normativa española, al instalar un recuperador de calor, ya no obliga a la instalación de paneles solares. Por otra parte, el abastecimiento de ACS puede hacerse a través de un aerotermo que al mismo tiempo caliente o enfríe el agua de las baterías de apoyo del recuperador.

Según puede observarse en la figura, la amortización de esta inversión, puede recuperarse fácilmente a los 10 años, gracias al ahorro anual de gasto de energía que se produce.

¿ESTAMOS PREPARADOS EN ESPAÑA PARA CONSTRUIR Y VIVIR ESTAS CASAS?

La principal diferencia en la construcción de una vivienda Passivhaus/nZEB es el gran esfuerzo y horas de trabajo que hay que emplear en el diseño del edificio y un aumento del control de la obra. Es difícil convertir el proyecto de una vivienda convencional en una vivienda Passivhaus/nZEB. Como siempre digo, se trata

de una forma de pensar, una forma de diseñar y una forma de construir. Una vivienda solo será Passivhaus/nZEB si, desde el momento de su concepción, se ha pensado para ello. Los "apaños" no tienen cabida en este estándar constructivo. A nivel de proyecto se precisa desarrollar completamente los detalles constructivos de todos los diferentes encuentros del edificio, así como el cálculo por elementos finitos de todos los puentes térmicos. Se precisa realizar simulaciones dinámicas de su comportamiento térmico con programas específicos distintos a los que nos obligan nuestras normativas que, todo sea dicho, tienen varias deficiencias de cálculo.

A nivel de obra, deben revisarse todos los encuentros y el sellado de todos los elementos, así como la realización de pruebas de estanqueidad.

Estas casas pueden construirse perfectamente en España con la tecnología disponible, aun-



que es necesario ampliar el conocimiento y concienciación de los técnicos. Pero sobre todo, para ello es necesario que la sociedad demande estas construcciones y no se conforme con la compra de viviendas que, para el año 2020, serán completamente obsoletas.

Pero no solo el ahorro energético es un factor clave para querer vivir en una Passivhaus, más importante todavía es el aumento que se consigue en el confort térmico y en la calidad de aire interior. Se trata de casas donde no existen gradientes térmicos ni paredes frías, ni corrientes de aire molestas. En el caso, además, de vivir en una ciudad con grandes cantidades de contaminación o de poseer alergias, se obtiene una calidad de aire que no se consigue con nuestras viviendas ya que, para ventilar, introducimos las 24 horas del día aire exterior con el sistema actual de ventilación contaminado con elementos alergénicos. En las viviendas Passivhaus, el aire de la ventilación no entra por aberturas ocultas en las carpinterías, sino por un conducto que posee un filtro que elimina todos estos componentes. Es decir, no solo disminuimos radicalmente nuestra hipoteca energética sino que aumentamos considerablemente nuestra calidad de vida.

Beatriz Rodríguez

Centro Universitario de la Defensa
Universidad de Zaragoza

Socia Plataforma Edificación Passivhaus

REFERENCIAS

- Micheel Wassouf. "De la casa pasiva al estándar Passivhaus. La arquitectura pasiva en climas cálidos". GG. ISBN: 9788425224522. 2015 (1ª edición, 2ª tirada).
- Plataforma Edificación Passivhaus, Fundación de la energía de la Comunidad de Madrid. "Guía del estándar Passivhaus, edificios de consumo energético casi nulo". M-37.033-2011.
- Buildings Performance Institute Europe (BPIE). "Principles for Nearly Zero-Energy Buildings. Paving the way for effective implementation of policy requirements". ISBN: 9789491143021. 2011.
- Rodríguez B., Domínguez J., Pérez J.M., Coz J.J. "Review of international regulations governing the thermal insulation requirements of residential building and the harmonization of envelope energy". RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS. Vol 34, 78-90. 2014.
- Rodríguez B., Domínguez J., Pérez J.M., Coz J.J. "Quantitative analysis of the divergence in energy losses allowed through building envelopes". RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS. Vol 49, 1000-1008. 2015.

