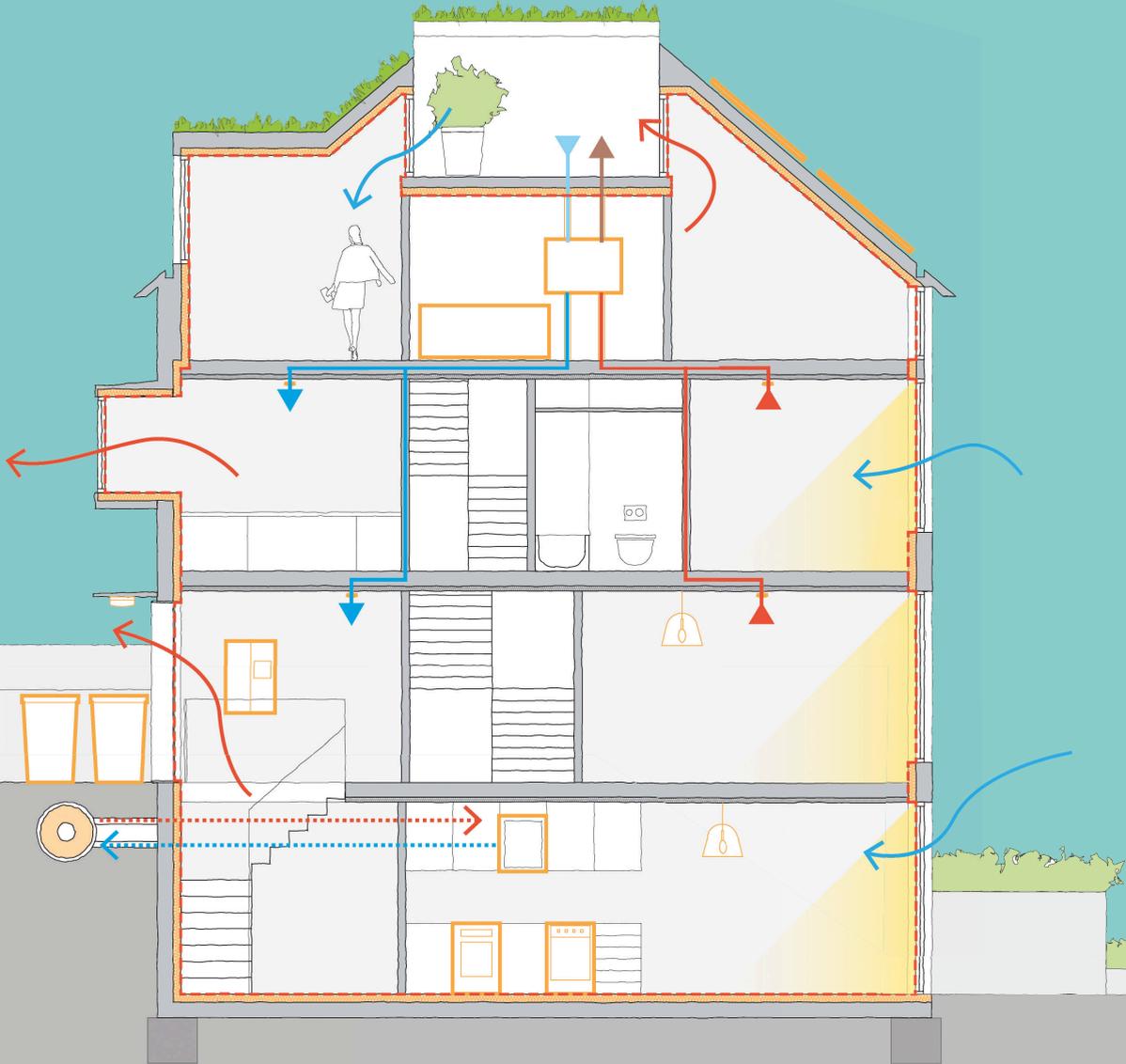


Cómo proyectar viviendas energéticamente eficientes

Una guía ilustrada



Tom Dollard

GG

**CÓMO
PROYECTAR
VIVIENDAS
ENERGÉTICAMENTE
EFICIENTES**

UNA GUÍA ILUSTRADA

TOM DOLLARD

GG[®]

Título original: *Designed to Perform. An Illustrated Guide to Deliver Energy Efficient Homes*, publicado por RIBA Publishing, Londres, en 2018.

Versión castellana: Marta Rojals
Diseño gráfico: Toni Cabré/Editorial Gustavo Gili, SL

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. La Editorial no se pronuncia ni expresa ni implícitamente respecto a la exactitud de la información contenida en este libro, razón por la cual no puede asumir ningún tipo de responsabilidad en caso de error u omisión.

© Tom Dollard, 2018.
© de la traducción: Marta Rojals
y para esta edición:
© Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2020
Esta traducción se publica bajo licencia de RIBA 1834 Ltd.
propiedad del Royal Institute of British Architects.

Printed in Spain
ISBN: 978-84-252-3107-0
Depósito legal: B. 661-2020
Impresión: Cachimán Gráfico, SL, Montmeló (Barcelona)

Editorial Gustavo Gili, SL
Vía Laietana, 47, 2.º, 08003 Barcelona, España. Tel.: (+34) 933228161
Valle de Bravo, 21, 53050 Naucalpan, México. Tel.: (+52) 5555606011

ÍNDICE

Prólogo	6
Cómo se estructura este libro	7
Introducción	8
Cap. 1. Qué es la brecha de eficiencia energética y cómo reducirla	13
Cap. 2. Cómo diseñar una envolvente térmicamente eficiente	19
Cap. 3. Pared de obra de fábrica con cámara	29
Cap. 4. Construcción con estructura de hormigón	51
Cap. 5. Construcción con entramado de madera	73
Cap. 6. Encofrados aislantes para hormigón	93
Cap. 7. Construcción prefabricada	107
Cap. 8. Las instalaciones y su rendimiento	121
Cap. 9. Cómo conseguir una eficiencia energética mejorada	153
Anexos	
Anexo 1: Listas de comprobaciones para la inspección de la obra	161
Anexo 2: Lista de comprobaciones (basadas en el plan de trabajo del RIBA)	168
Anexo 3: Conductividades térmicas utilizadas en los cálculos	172
Glosario	175
Agradecimientos	177
Bibliografía complementaria	178
Créditos de las ilustraciones	179

PRÓLOGO

La idea de construir edificios eficientes no es nueva: los profesionales de la construcción se han esforzado siempre para convertir los objetivos energéticos del proyecto en una realidad. El concepto de “brecha de eficiencia energética” se cruzó en mi camino durante un acto de la asociación Good Homes Alliance en 2010, cuando se estaba convirtiendo en un verdadero problema para un sector que aspiraba a construir viviendas con cero emisiones de carbono. Si me impactó entonces es porque estaba trabajando como proyectista en un encargo calificado de nivel 4 (4 estrellas de las 6 posibles) por el Código para la Construcción de Viviendas Sostenibles del Reino Unido, un proyecto residencial considerado “líder en el sector”, a pesar de que muy probablemente sufriría una gran brecha de eficiencia por la que poco podíamos hacer. Sentí decepción por aquel *statu quo* que nos llevaba a cumplir con las mínimas exigencias energéticas y con un presupuesto ajustado que, en última instancia, acabaría en una mera “optimización de costes” o en un recorte de gastos más preciso.

El catastrófico incendio de la torre de viviendas sociales Grenfell, en el oeste de Londres, es una consecuencia de este proceso de reducción de costes y de calidad, una epidemia transversal en todo nuestro sector y nuestra cultura, donde la economía es la máxima prioridad. Para superar esta situación, es necesario replantearse de forma radical los sistemas de contratación, el endurecimiento de la normativa y una mayor preocupación por la calidad de la obra. Espero que este libro constituya una pequeña aportación para la mejora de los procesos de proyecto y una herramienta de utilidad para arquitectos, clientes y constructores ante el reto de construir viviendas energéticamente eficientes.

CÓMO SE ESTRUCTURA ESTE LIBRO

Este libro es una guía ilustrada para diseñar y construir viviendas más eficientes. En su mayor parte se compone de ilustraciones de buenas prácticas y fotografías comentadas de obras reales. Cada capítulo se centra en un sistema constructivo diferente y se analizan los detalles que más influyen en el comportamiento térmico de las viviendas.

Todos los detalles constructivos son ejemplos de buenas prácticas, y con las especificaciones adecuadas pueden ser compatibles con el estándar Passivhaus. Cada uno ocupa una doble página, como en el ejemplo siguiente:

DETALLE 3.1 FORJADO SANITARIO / PARED DE FACHADA

Como alternativa, y a las condiciones del terreno lo permitan, contemplar un sistema de forjado de cimentación con aislamiento para reducir los puentes térmicos y mejorar la estanqueidad.

Figura 3.9 Diagrama de flujo de calor correspondiente al forjado sanitario del detalle 3.1 (página anterior).

Indicador del SAP sin más K	Forjado de planta baja E
valor de psi	0,047 W/m ² ·K
factor de temperatura	f _{ts} = 0,94
valor ajustado	0,18 W/m ² ·K
valor por defecto	0,30 W/m ² ·K

Figura 3.8 Diagrama de flujo de calor y valor de psi.

Este diagrama de flujo de calor representa la pérdida de calor en el encuentro entre el forjado sanitario y la pared de fachada. El flujo de calor muestra el comportamiento térmico de este encuentro y de sus distintas subpartes, así como la importancia de valor por defecto de la barrera impermeabilizante y de mantener la continuidad del aislamiento en la medida de lo posible. El valor de psi en el forjado sanitario es de 0,047 W/m²·K, lo que supone una mejora del 50 % respecto al valor por defecto de 0,30 W/m²·K. El factor de temperatura es superior al valor límite de 0,75, por lo que no existe riesgo de condensación o de formación de moldes.

Figura 3.10 Instalación de los conductos de ventilación de la cámara sanitaria.

Figura 3.11 Instalación de un manto de XPS bien ajuntado alrededor de los conductos de ventilación.

Figura 3.12 Tubo de suministro de agua sellado con una junta de estanqueidad.

Figura 3.13 La perforación del albañilería en la capa estanca se ha sellado con una junta de estanqueidad.

Figura 3.14 Verificación de la cámara sanitaria con respecto para el aislamiento interior exterior aislamiento resistente al agua

Figura 3.15 Tubo de suministro de agua sellado a la cámara impermeabilizante

Legenda de los elementos constructivos que aparecen en las ilustraciones:

- Bloques
- Aislamiento
- Ladrillos
- Hormigón
- Madera
- Barrera contra el viento
- Capa de estanqueidad

INTRODUCCIÓN

Todo está en los detalles. Prestar la debida atención a los detalles es fundamental para diseñar y construir viviendas de calidad; descuidarlos, en cambio, puede desencadenar errores importantes que afectarán al comportamiento energético de las viviendas nuevas. El presente libro pretende dar solución a algunos de estos problemas de comportamiento energético y ayudar a reducir esta “brecha” de eficiencia y calidad para que arquitectos, proyectistas y constructores podamos producir, por sistema, viviendas mejores.

Por “viviendas mejores” se entienden aquellas que ofrecen un consumo energético reducido, un buen confort térmico y una excelente calidad del aire interior. Estudios de la organización Zero Carbon Hub, la agencia Innovate UK y otros han demostrado que la mayoría de las viviendas de obra nueva del Reino Unido no cumplen con los requisitos de eficiencia exigidos, y la razón de fondo es que la eficiencia energética, el confort y la calidad del aire interior son factores difíciles de evaluar.

El comprador de una vivienda no puede ver su composición interna; es decir, no puede valorar la construcción de aquellos elementos que influirán directamente en las facturas de calefacción, el confort y la calidad del aire interior. Por lo general, las prestaciones térmicas no son algo que atraiga a los clientes, y por ello tampoco se encuentran en lo más alto de la lista de prioridades de los constructores. En el Reino Unido, del total de 300 viviendas inspeccionadas por Zero Carbon Hub (2012-2016) y estudiadas por Innovate UK (“Evaluación de la eficiencia energética en edificios”, 2016), ninguna cumplía con los objetivos de eficiencia en el momento de realizar las pruebas. De hecho, la mayoría no llegaba a cumplir las partes L y F del Código de edificación británico y por un margen considerable (del 50 % o superior).

Las publicaciones *Builder's Book*, *Services Guide* y *Thermal Bridging Guide* (Zero Carbon Hub, 2016) recogen los fallos más habituales detectados por estos estudios, como puentes térmicos no previstos, baipases térmicos, fugas de aire sin controlar y deficiencias en el diseño, tendido y puesta en marcha de las instalaciones. Los análisis pusieron de relieve muchos pequeños errores que tenían un gran impacto en el comportamiento energético. En las figuras 0.1 y 0.2 podemos ver un ejemplo de ello: un desajuste de 5 mm en una ventana redujo la eficiencia térmica de este encuentro en un 140 %.¹



Figura 0.1

El marco no se superpone al hueco de la cámara y crea un puente térmico.

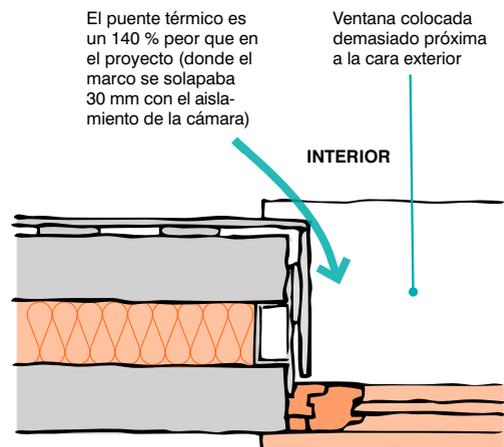


Figura 0.2

Ejemplo de puente térmico.²

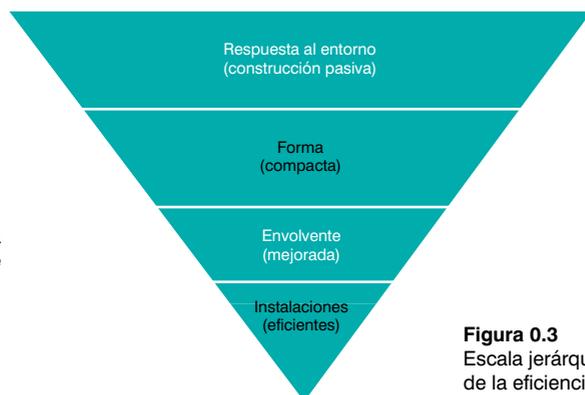
El mal comportamiento de las viviendas se debe a la combinación de todos estos defectos. Este libro analizará los más habituales y planteará diferentes soluciones para proyectar y construir viviendas que cumplan con su función: la de ofrecer un ambiente sano y de bajo consumo energético a sus moradores.

En la escala jerárquica de la eficiencia energética (figura 0.3) se observa que los factores que más influyen en el comportamiento energético de una vivienda son su forma y su orientación, que a su vez dependen de otros factores relacionados con la función y el programa. La forma del edificio responde al entorno, pero normalmente está supeditada a otras variables urbanísticas en términos de altura, densidad, tipo de vivienda, estilo local y preexistencias como calles, edificios, fuentes de ruido y zonas protegidas. Por lo general, las decisiones sobre la forma se toman en función de estas particularidades específicas de cada emplazamiento, por ello, el presente libro se centra en los dos últimos niveles de la escala jerárquica: la envolvente y las instalaciones, elementos comunes a todas las viviendas. Además, en la envolvente y las instalaciones es donde se originan los problemas de eficiencia más graves y donde se pueden lograr las mejoras más importantes.

El capítulo 1 analiza la diferencia entre el comportamiento energético previsto en el proyecto y el real del edificio en uso, y destaca las áreas de competencia comunes en las que deberían implicarse arquitectos y constructores. Además, aporta medidas estratégicas para que los profesionales del sector y la administración puedan mejorar la eficiencia de las futuras viviendas. En el capítulo 2 se describen los criterios de eficiencia energética actuales y las principales características de las envolventes térmicamente eficientes; su contenido incluye un resumen de buenas prácticas con principios constructivos básicos para los tipos de cerramientos tratados en este libro.

Los capítulos del 3 al 7 analizan los sistemas constructivos más habituales en viviendas de obra nueva, destacando las partes de la envolvente térmica que suelen ser más problemáticas. Los detalles constructivos ilustran posibles soluciones para que arquitectos y constructores puedan mejorar la eficiencia energética de sus proyectos. En cada uno de estos capítulos se estudia un tipo de envolvente, desde las más habituales (en el Reino Unido) hasta las menos comunes pero más innovadoras.

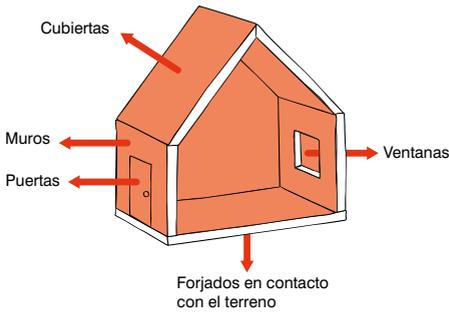
Todas las fotografías de obras en curso han sido tomadas por el autor, salvo que se indique lo contrario. Los detalles constructivos son ejemplos de buenas prácticas basados en el principio conocido como “la envolvente primero”, que cumple con estándares rigurosos como el Passivhaus y la “energía cero” en edificios. Todos estos detalles han sido construidos, lo cual ha permitido comprobar *in situ* su viabilidad y conformidad con la normativa.



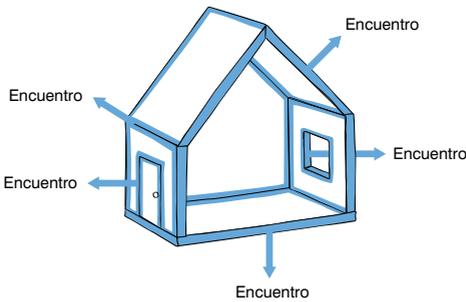
¹ El valor de psi de la jamba pasa de 0,05 a 0,12 (140 % menos eficiente), del anexo de *Thermal Bridging Guide*, Zero Carbon Hub, Londres, 2013, pág. 3.

² Ejemplo de puente térmico (figura 0.2) tomado de *Builder's Book*, Zero Carbon Hub, Londres, 2015, pág. 3.

Figura 0.3
Escala jerárquica de la eficiencia energética.



+ pérdidas en elementos constructivos
(valor de U en $W/m^2 \cdot K$)



+ pérdidas por puentes térmicos
(valores de psi en $W/m \cdot K$)



Figura 0.4

Del conjunto de valores de U, de psi y de infiltración se obtiene la pérdida de calor total de una vivienda.

Algunos son compatibles con el estándar Passivhaus, cuando así se indica, y el arquitecto podrá aplicar la información directamente a los detalles de la envolvente de su proyecto. Del mismo modo, los principios constructivos descritos en este libro serán de utilidad para todos los agentes implicados en la construcción de envolventes térmicas más eficientes. Concretamente, se abordan problemas de puentes y baipases térmicos, estanqueidad, constructibilidad y puesta en obra.

Resolver los puentes térmicos y la estanqueidad en cada una de las partes del edificio permite reducir significativamente su demanda energética, el consumo de calefacción asociado y las emisiones totales de CO_2 . Este libro estudia los detalles constructivos más importantes desde el punto de vista energético y analiza su comportamiento térmico típico según unos valores dados de U y de psi. Los valores de psi se basan en hipótesis de cálculo para las resistencias térmicas de los materiales indicadas en el anexo 3.

El comportamiento de estos detalles constructivos se ha simulado con un programa de análisis de puentes térmicos para garantizar la mínima pérdida de calor en los encuentros y obtener un valor de psi que sirva de referencia para los cálculos energéticos de los arquitectos. Para utilizarlos en el Procedimiento de Evaluación Estándar (SAP), deberán recalcularse a partir de los datos específicos de cada proyecto. Los valores de psi se han calculado con el programa THERM 7.4.3 para las simulaciones en 2D y con el programa TRISCO 13.0 para las simulaciones en 3D, de acuerdo con el documento BR 497 del Centro de Investigación sobre la Construcción del Reino Unido (BRE). La figura 0.4 muestra los valores de U, los valores de psi y las pérdidas de calor por infiltración que, combinados, representan la pérdida de calor total de una vivienda.

El capítulo 8 está dedicado a las instalaciones eléctricas y mecánicas en viviendas nuevas. Para cada sistema se incluyen requisitos técnicos que serán de utilidad en las primeras fases del proyecto, así como esquemas que permitirán mejorar los detalles y especificaciones en la etapa de construcción. Cabe señalar que una parte importante de la brecha de eficiencia energética de las viviendas se debe a sistemas de calefacción o ventilación mal instalados o con una puesta en marcha deficiente. Las figuras 0.5, 0.6 y 0.7 muestran algunos ejemplos de mal diseño y mala instalación de estos sistemas. Este capítulo también incluye recomendaciones básicas sobre las instalaciones más importantes del edificio para que puedan ofrecer el rendimiento previsto.

El capítulo 9 cierra este libro con un resumen de recomendaciones para construir viviendas energéticamente más eficientes. Arquitectos, constructores, legisladores y clientes tienen un importante papel en la mejora de la calidad de las futuras viviendas, y este capítulo proporciona algunas orientaciones para avanzar en esta dirección.

Los anexos contienen varias listas de comprobaciones para arquitectos y constructores basadas en el Plan de trabajo del RIBA y en las etapas de construcción tradicionales. Dichas listas son herramientas de dirección de obras, y deberán adaptarse a los requisitos y métodos constructivos de cada proyecto. Esperamos que los equipos de profesionales, clientes y constructores encuentren en este libro las orientaciones prácticas necesarias para mejorar el diseño y la calidad constructiva de las futuras viviendas.



conducto sin empalmar



Figura 0.5
Conducto de ventilación mal instalado en una buhardilla (izquierda).

Figura 0.6
Subestación de intercambio térmico (SIT) mal instalada y sin aislamiento (derecha).



conducto flexible demasiado largo

Figura 0.7
Con conductos flexibles demasiado largos y sueltos, los ventiladores serán ruidosos e ineficientes.

CAPÍTULO 1

QUÉ ES LA BRECHA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CÓMO REDUCIRLA

¿Qué es la brecha de eficiencia energética?

La “brecha de eficiencia energética” es la denominación común para definir la diferencia entre la eficiencia energética prevista en el proyecto y la real del edificio en uso. Está avalada por innumerables estudios, entre ellos un programa de investigación de la agencia Innovate UK, financiado por el gobierno del Reino Unido, sobre la brecha de eficiencia energética en las viviendas de dicho país. En 2012, el mismo gobierno ya había encargado a la organización Zero Carbon Hub un informe general sobre la misma cuestión. El informe, titulado “Cómo acabar con la brecha de eficiencia energética entre el proyecto y la obra acabada”, estableció el llamado Objetivo 2020, con el que se pretende que para el año 2020 el sector de la construcción pueda certificar que el 90 % de las viviendas nuevas cumplen con la eficiencia energética prevista. Uno de los objetivos principales de este estudio era investigar el origen y el alcance de esta brecha, pero también ofrecer recomendaciones a los profesionales y a la administración para poder acabar con ella. El estudio contó con la participación de 180 empresas y expertos, y se inspeccionaron las obras de más de 250 viviendas en 21 emplazamientos distintos, para determinar el origen de la brecha durante el proceso de construcción. Después de la inspección y el seguimiento de más de 350 viviendas, la conclusión de los estudios de Innovate UK y Zero Carbon Hub fue que esta brecha es general en todo el parque residencial del Reino Unido, que su origen es amplio y complejo y que, como promedio, es 2,6 veces peor que en las previsiones del proyecto.

¿Por qué es tan importante?

Un edificio con una gran brecha de eficiencia constituye un obstáculo más para el cumplimiento de los planes estatales de reducción de emisiones de carbono, lo que a su vez tiene graves repercusiones sobre el cambio climático, el agotamiento de los recursos globales y la política nacional e internacional. Del mismo modo, también afecta negativamente a la reputación del sector, pues socava la confianza del consumidor, que verá cómo sus facturas energéticas acaban siendo más caras de lo previsto.

¿Qué podemos hacer al respecto?

Para responder a esta pregunta, el estudio de Zero Carbon Hub identificó tres tipos de problemas comunes a todas las etapas de la construcción:

1. Falta de conocimientos y de experiencia.
2. Falta de claridad en la asignación de responsabilidades.
3. Información y comunicación insuficientes.

Para reducir la brecha de eficiencia es necesario un cambio de mentalidad en todo el sector que otorgue mayor importancia al comportamiento del edificio en uso. En este sentido, la eficiencia energética debería valorarse en la misma medida que aspectos como la acústica, la prevención de incendios y la accesibilidad. Desde la introducción de los ensayos para la mejora del comportamiento acústico en viviendas de obra nueva del Reino Unido, las prestaciones acústicas de las viviendas nuevas han mejorado de manera espectacular, porque las pruebas también han permitido actualizar las competencias, los conocimientos y la legislación relacionados. Algo parecido ha sucedido con las normas sobre seguridad y salud en el sector de la construcción en las últimas dos décadas; la implantación de un reglamento claro dio impulso a toda una industria y supuso un cambio radical en materia de seguridad. Del mismo modo,

para mejorar la eficiencia energética de manera generalizada se requerirán una inversión y un esfuerzo similares durante los próximos diez años. La normativa debe ser más sencilla y fácil de aplicar, y se debe poner más énfasis en el cumplimiento de la legislación y en las inspecciones del comportamiento energético posocupación. Además de los cambios legislativos, se necesitarán más formación y recursos para que los técnicos y operarios del sector conozcan el comportamiento del edificio y sean conscientes de su propia contribución a la calidad de la obra entregada. Las instituciones competentes deberían combatir esta falta de “alfabetización energética” con programas que insistan más en la formación y los conocimientos de tipo práctico. Este libro ofrece información de utilidad para diseñar mejores viviendas y reducir la brecha de eficiencia, pero para lograr avances más significativos se requieren medidas de mayor alcance por parte de legisladores, arquitectos y constructores.

¿Qué pueden hacer los legisladores?

Para reducir la brecha de eficiencia energética, los legisladores pueden llevar a cabo los siguientes cambios:

1. Introducir un análisis sencillo pero completo del comportamiento del edificio y exigir más inspecciones *in situ* para supervisar la eficiencia energética y la calidad de la construcción relacionada. Reconocer las buenas prácticas en este campo con incentivos, como pueden ser los premios.
2. Crear recursos de construcción para que los profesionales puedan compartir información práctica y ampliar sus conocimientos, que incluya consejos útiles, vídeos de los usuarios, orientaciones para el proyecto y la puesta en obra, así como detalles constructivos homologados y su ejecución paso a paso.
3. Mejorar la “alfabetización energética”: que las carreras profesionales y los cursos oficiales ofrezcan formación para equipos de proyecto y de obra en relación con la eficiencia energética, la construcción correcta de la envolvente y la especificación de las instalaciones adecuadas.

La calidad de las nuevas viviendas mejoraría radicalmente con la aplicación de estas tres medidas, pero en un mercado tan competitivo como el nuestro es difícil que se lleven a cabo si no lo exige la normativa. En general, las normas energéticas en materia de edificación son demasiado complicadas, y dependen más del asesoramiento especializado y de informes detallados que de los propios controles sobre el terreno. Es necesario simplificar radicalmente estas normativas y estos procesos para facilitar a los promotores la certificación de la eficiencia energética final de la construcción. En este sentido, las normativas deberían ser más claras, y hacer más hincapié en el cumplimiento de la normativa y en los controles *in situ* para mejorar el comportamiento energético de los edificios.

¿Qué puede hacer el proyectista?

El proyectista puede diseñar viviendas térmicamente eficientes cuya demanda energética teórica se corresponda, de entrada, con los niveles óptimos del estándar Passivhaus: 10 W/m². Sin embargo, para lograr estos niveles máximos de eficiencia, la construcción puede resultar más cara y difícil de ejecutar.

Para evitar esta situación, el proyectista deberá estudiar con el promotor la constructibilidad del proyecto, las etapas de ejecución y la cadena de suministro desde un primer momento,

y decidir el tipo de construcción que se ajusta más a los requisitos. En este aspecto, serán de utilidad los capítulos del 3 al 7 del presente libro, así como las orientaciones del anexo 2 para una buena dirección de obra basadas en el Plan de trabajo del RIBA.

Los proyectistas también pueden mejorar la calidad de las futuras viviendas diseñando envolventes e instalaciones más eficientes. Para ello, pueden tomar las siguientes medidas:

1. Diseñar envolventes sencillas y compactas, con una superficie exterior mínima, detalles constructivos más sencillos, y capas de aislamiento y estanqueidad continuas.
2. Reducir los puentes térmicos siguiendo directrices de diseño para los detalles y realizando simulaciones a medida.
3. Elegir instalaciones sencillas que ofrezcan el rendimiento previsto, fáciles de utilizar y de mantener.
4. Procurar que los planos y las descripciones técnicas sean claros y tengan en cuenta las etapas de ejecución, la constructibilidad y los requisitos de eficiencia energética.
5. Asegurarse de que el equipo de proyecto tendrá los conocimientos y la experiencia necesarios para ofrecer una solución eficiente. Invertir en formación y recurrir a un asesoramiento especializado en análisis energéticos para mejorar el comportamiento de la construcción.

¿Qué puede hacer el constructor?

Los proyectistas pueden resolver muchos problemas sobre los planos, como los puentes térmicos, pero la ejecución de la obra es responsabilidad de la empresa constructora, y de ella depende que el proyecto se convierta en una realidad. El constructor deberá tomar las siguientes medidas:

1. Mejorar la garantía de calidad de la obra designando un supervisor en los proyectos de mayor envergadura, con inspecciones adicionales y un técnico en edificación que lleve a cabo el control de calidad.
2. Otorgar al proyectista más funciones y responsabilidades en la obra, y mejorar la comunicación entre este y los operarios. Dar continuidad al proceso de diseño con visitas del equipo de proyecto durante toda la etapa de construcción.
3. Designar, entre los miembros del equipo de proyecto, un responsable de la eficiencia energética a pie de obra. Entre sus funciones estará la supervisión de la estanqueidad, la impermeabilidad al viento, la continuidad del aislamiento, el tendido correcto de las instalaciones y el control de su puesta en marcha.
4. Instalar los productos adecuados de acuerdo a las especificaciones técnicas y el SAP.
5. Llevar a cabo una minuciosa puesta en marcha de las instalaciones, especialmente del sistema de ventilación, y proporcionar instrucciones y formación sobre su uso y mantenimiento a los residentes.
6. Confirmar que los operarios subcontratados tienen la formación y la experiencia en cada especialidad. Llevar a cabo reuniones de trabajo informales para insistir en la importancia de la estanqueidad, la reducción de los puentes térmicos y la puesta en marcha de las instalaciones.

En el anexo 1, los constructores encontrarán recomendaciones más detalladas para mejorar la calidad de la obra.

Es una cuestión de calidad, no solo de energía

El mal comportamiento energético de un edificio es síntoma de un mal diseño y de una construcción de mala calidad. La eficiencia energética está directamente relacionada con la calidad de todos los elementos constructivos: la eficiencia de una pared con cámara, por ejemplo, dependerá de factores como la calidad de las juntas de mortero, la limpieza de la cámara, las tolerancias del aislamiento, y de las características técnicas de los bloques, los anclajes y el propio aislamiento. Todas estas variables afectarán a las prestaciones acústicas, térmicas, estructurales, de vida útil, frente al fuego y a la humedad del cerramiento. La eficiencia térmica de un edificio es un indicador básico de otros parámetros de su comportamiento en términos de acústica, estanqueidad, control de la humedad, impermeabilización, resistencia estructural, vida útil y resistencia al fuego. Para que un edificio de viviendas tenga un buen comportamiento térmico, hay que garantizar un alto grado de calidad, lo que también asegurará un buen comportamiento en el resto de aspectos.

La calidad de la construcción no debe depender del coste de los acabados, sino de la correcta instalación de los materiales más adecuados. Por ejemplo: para construir una ventana no solo es necesario elegir la más adecuada, sino colocarla y fijarla correctamente a la hoja interna de la fachada para minimizar los puentes térmicos y las fugas de aire. La eficiencia del producto y la calidad de la instalación van de la mano: con una buena construcción, el edificio cumplirá o excederá los requisitos del proyecto y ofrecerá un bajo consumo energético, un ambiente confortable, una solidez y una funcionalidad que perdurarán en el tiempo: será un edificio literalmente “sostenible”.

La calidad del edificio de viviendas es el resultado de satisfacer las exigencias de la normativa y las demandas del cliente. En general, los promotores no suelen ir más allá del cumplimiento de las normas mínimas, a menos que el cliente le exija lo contrario o que ello suponga algún tipo de ventaja sobre la competencia. En términos de eficiencia energética, la práctica habitual es cumplir con los requisitos legales mínimos y con muy pocos controles de conformidad, de ahí que acabemos construyendo viviendas cuyo comportamiento energético es mucho peor de lo esperado.

Parámetros como la eficiencia energética, el confort y la calidad del aire interior son relativamente difíciles de controlar y evaluar. A largo plazo, el mal comportamiento energético de una vivienda tiene un gran impacto sobre la salud, el bienestar, el entorno y la economía de sus ocupantes. ¿Cómo podemos analizar y mejorar este comportamiento?

Mejorar el control de calidad *in situ*

La fórmula más sencilla para mejorar la calidad de una construcción se basa en aumentar y mejorar los controles y evaluaciones *in situ*. La inspección más económica y efectiva es el típico examen ocular que llevan a cabo muchos peritos en la obra, y que puede adaptarse para detectar problemas de comportamiento energético. El anexo 1 incluye una lista de comprobaciones oculares que, debidamente adaptadas a cada proyecto, podrán ser de utilidad para cualquier agente encargado de inspeccionar la construcción.

La mejora del marco normativo y del régimen de inspecciones permitirá establecer unos requisitos de eficiencia energética comunes para todos los constructores. Asimismo, la legislación futura deberá flexibilizar los métodos y agilizar los procesos para lograr mayores niveles de calidad. Esta política también permitirá actualizar la formación y la comunicación en el campo de la eficiencia energética, que creará un círculo virtuoso de mejora continua de la calidad de la construcción.

CAPÍTULO 2

CÓMO DISEÑAR
UNA ENVOLVENTE
TÉRMICAMENTE
EFICIENTE