



Vivienda bifamiliar de bajo consumo energético en Galdakao (Bizkaia)

Autor: Elena Usabiaga Usandizaga

Institución: Colegio Oficial de Arquitectos Vasco-Navarro (delegación en Bizkaia)

Otros autores: Felipe Aurtenetxe Pérez (Colegio Oficial de Arquitectos Vasco-Navarro (delegación en Bizkaia))

Resumen

Planteamos una rehabilitación que dote al nuevo edificio de unas condiciones de confort térmico y acústico muy elevadas. Se pretende por tanto construir una vivienda de bajo consumo energético y además, que la poca energía necesaria para calefacción provenga de fuentes energéticas sostenibles. A la hora de definir la nueva envolvente del edificio, se tienen en cuenta aspectos como el clima de la zona, la orientación del edificio para la captación de energía solar pasiva y el impacto de la autopista cercana.

En la planta baja se mantienen los muros de piedra existentes que sirven como apoyo para el nuevo volumen de viviendas construido en estructura de madera. Todo este volumen se forra también de madera, tanto las fachadas como la cubierta. Este recubrimiento es de madera de alerce proveniente de bosques cercanos, con el consiguiente ahorro de energía en el transporte que esto supone. Esto es importante si tenemos en cuenta no sólo criterios de eficiencia energética sino también criterios de sostenibilidad en la construcción.

Las viviendas pasivas son edificios muy aislados, sin puentes térmicos ni infiltraciones de aire. Todo esto hace que sean edificios muy herméticos, por lo que es importante instalar un sistema de ventilación mecánica con recuperador de calor que garantice la calidad del aire interior y evite pérdidas de energía.

Gracias a todas estas medidas, conseguimos obtener una vivienda de muy baja demanda energética, 19 kWh/(m²a), lo que supone un gran ahorro energético y por tanto también económico, si lo comparamos con la vivienda original. Además, empleamos un sistema sostenible de producción de energía, como es la aerotermia, que consigue extraer el calor existente en el aire mediante un gran ventilador exterior y un intercambiador de calor en el interior del edificio. Para calefactar la vivienda se conecta a un sistema de suelo radiante que no exige un calentamiento del agua tan elevado como el que requiere un sistema convencional de radiadores.

Palabras clave: Eficiencia energética; energías renovables; rehabilitación; arquitectura pasiva; madera; sostenibilidad.

1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

Se presenta un caso práctico de construcción de una vivienda de bajo consumo energético ubicada en el País Vasco. Se analiza, haciendo un barrido por los distintos aspectos del proyecto, este caso práctico concreto de forma que se pueda comprender de manera global la intervención realizada. Se trata de una intervención sobre un edificio existente que presenta multitud de patologías. Con la actuación se plantean soluciones a la problemática de confort y habitabilidad encontradas y al mismo tiempo se aportan mejoras sustanciales desde el punto de vista medioambiental.

Es un ejemplo de adaptación de un modelo constructivo pasivo a un caso concreto de rehabilitación o intervención sobre un edificio existente, en una ubicación con un clima y unas condiciones de humedad muy concretas. Además la parcela presenta un gran condicionante añadido, la cercanía de un elemento tan agresivo para una vivienda como es una autopista.

De partida contamos con una vivienda unifamiliar existente, construida en un periodo en el que no había unas exigencias mínimas de confort y ahorro energético y por tanto que no cuenta con aislamiento en fachadas ni cubierta. Además, las carpinterías de fachada son de madera, se encuentran muy deterioradas y sus cerramientos son vidrios simples.

El solar donde se sitúa la vivienda existente es una parcela agrícola con fuerte pendiente. Pertenece al pueblo de Galdakao (Bizkaia), aunque queda algo apartada debido a la frontera que marca la autopista que une Bilbao con San Sebastián, que se sitúa a escasa distancia de la vivienda.



Figura 1. Situación del edificio.

Se trata de un pequeño caserío de 80 metros cuadrados construidos de planta, de escaso valor arquitectónico, que se encuentra muy deteriorado. Consta de planta baja, planta primera y bajo cubierta. Los propietarios plantean una rehabilitación integral del edificio, dotándolo de una nueva imagen. Así mismo, desean conseguir dos viviendas independientes.



Figura 2. Estado previo de la edificación.

2. OBJETIVOS

La principal condición de partida, a la hora de plantear la rehabilitación, es dotar al nuevo edificio de unas condiciones de confort térmico y acústico muy elevadas. Se pretende por tanto construir una vivienda de bajo consumo energético y además, que la poca energía necesaria para calefacción provenga de fuentes energéticas sostenibles. Para ello nos basamos en criterios de diseño de edificios pasivos:

- súper-aislamiento
- eliminación de puentes térmicos
- control de las infiltraciones de aire
- ventilación mecánica con recuperador de calor
- ventanas y puertas de gran capacidad aislante
- orientación adecuada para captación de energía solar

Además se decide utilizar un sistema constructivo prefabricado con el objetivo de que la construcción resulte más precisa, rápida y segura. Pero no sólo eso, se busca que el propio proceso de fabricación sea lo más sostenible posible. Para ello es importante la elección de los propios materiales empleados en este sistema constructivo.

3. FACTORES DE ANÁLISIS

El edificio existente es de planta prácticamente cuadrada y se sitúa en le límite de la parcela, en la parte más baja de la ladera, con su fachada oeste en línea con el camino. A la hora de definir la nueva envolvente del edificio, se tienen en cuenta aspectos como el clima de la zona, la orientación del edificio y el impacto de la autopista.

El clima del lugar es el oceánico templado, donde la cercanía del mar tiene gran influencia en las temperaturas y en la humedad relativa. Se caracteriza por tener temperaturas suaves y precipitaciones abundantes. Los veranos no son excesivamente cálidos y la oscilación térmica anual es pequeña. Debido a esta cercanía con el mar, las temperaturas en Galdakao son muy suaves, bajando rara vez de los cero grados.

Teniendo en cuenta estos condicionantes se plantea un edificio muy cerrado a norte, protegido de la lluvia y de los vientos predominantes. De igual manera, se proyecta una cubierta a dos aguas, como es tradicional en esta zona de abundantes lluvias. El edificio tiene un buen factor de forma, es un volumen único, compacto y cercano al cubo, por lo que la superficie de la envolvente es pequeña con respecto al volumen que guarda. Además, tiene una buena orientación para la captación de energía solar pasiva, favorecido por la ausencia de edificios y vegetación cercanos que proyecten sombras sobre él. La mayor parte de la superficie acristalada se sitúa en la fachada sur, sin embargo, es bastante moderada debido a la proximidad de la autopista, fuente de ruidos y suciedad.

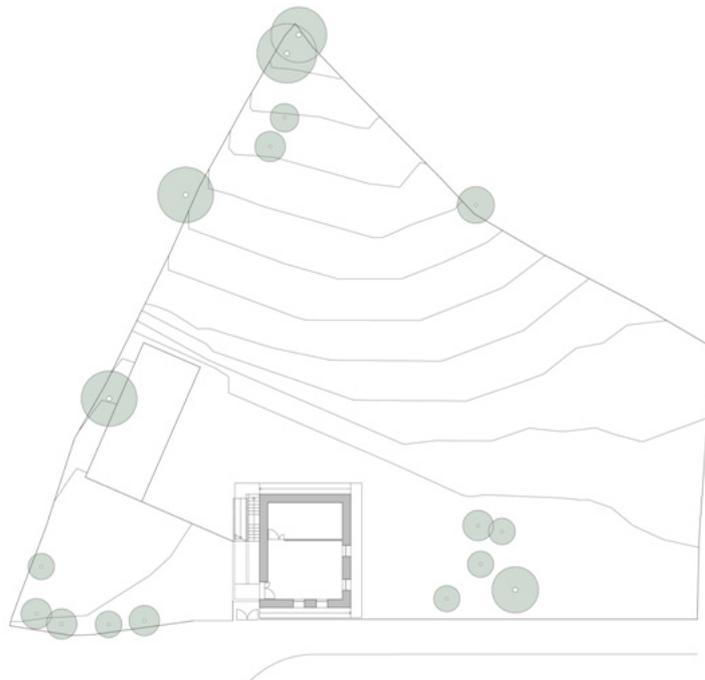


Figura 3. Emplazamiento del edificio en la parcela.

4. PRINCIPIOS DE DISEÑO. CALIDAD INTERIOR

Se trata de una parcela muy húmeda, especialmente el lugar donde se sitúa la vivienda, que recoge toda el agua de la ladera. Por ello se decide elevar las dos plantas de viviendas, destinando la planta baja en semisótano para uso de almacén de herramientas de la huerta así como para cuarto de instalaciones. Esta decisión nos hace plantear un recorrido de acceso en forma de rampa perimetral al edificio que permite que la vivienda de planta primera sea accesible. Se genera un recorrido circular que nos descubre el edificio antes de acceder a su interior.

La escalera de acceso a la vivienda de planta segunda se adosa a la fachada norte, generando una galería que protege al edificio en esta orientación. Bajo esta galería volada se plantea un tramo de escalera para acceder a las viviendas de forma más directa, como alternativa a la rampa perimetral.

La diferencia de usos entre las dos plantas elevadas de viviendas y la planta baja de almacén se refleja en la propia composición material de la envolvente. En la planta baja se mantienen los muros de piedra existentes que sirven como apoyo para el nuevo volumen de viviendas construido en estructura de madera. Todo este volumen se forra también de madera, tanto las fachadas como la cubierta. De esta forma, al emplear un único material, se consigue una imagen unitaria, compacta y rotunda.

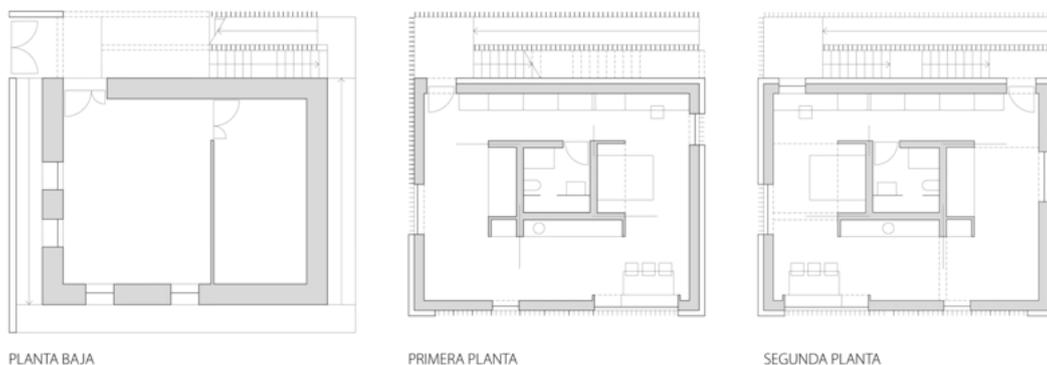


Figura 4. Plantas de distribución de las viviendas.

En el interior de la vivienda se mantiene la idea del recorrido perimetral exterior. Debido a su escasa superficie en planta, unos 65 metros cuadrados útiles, se decide optar por un núcleo central que agrupa todos los servicios, liberando las fachadas. La implantación de un sistema de grandes puertas correderas, a modo de paredes móviles, permite que todas las estancias de la vivienda queden conectadas, consiguiendo una circulación fluida y una mayor sensación de amplitud, a pesar de la escasa superficie en planta. En

la fachada norte se ubica la zona de almacenamiento, reforzando el aislamiento en esta orientación desfavorable al carecer de huecos de ventana.

La vivienda de planta segunda es simétrica a la de planta primera, al situarse la puerta de entrada en el lado opuesto y al no verse afectado su buen funcionamiento por esta condición. Aunque, al encontrarse bajo cubierta, cuenta con mayor altura y con un lucernario en cubierta que capta la luz del norte.

5. ANÁLISIS CONSTRUCTIVO. VISIÓN MEDIOAMBIENTAL

Para las dos nuevas plantas elevadas de vivienda se plantea un sistema de construcción ligero formado por un entramado de madera. Son paneles de madera autoportantes y térmicamente muy aislantes ya que contienen una gran sección de aislamiento en su interior. Están prefabricados previamente en taller, por lo que requieren un gran nivel de planificación y previsión, pero en consecuencia se montan con facilidad y rapidez en obra.

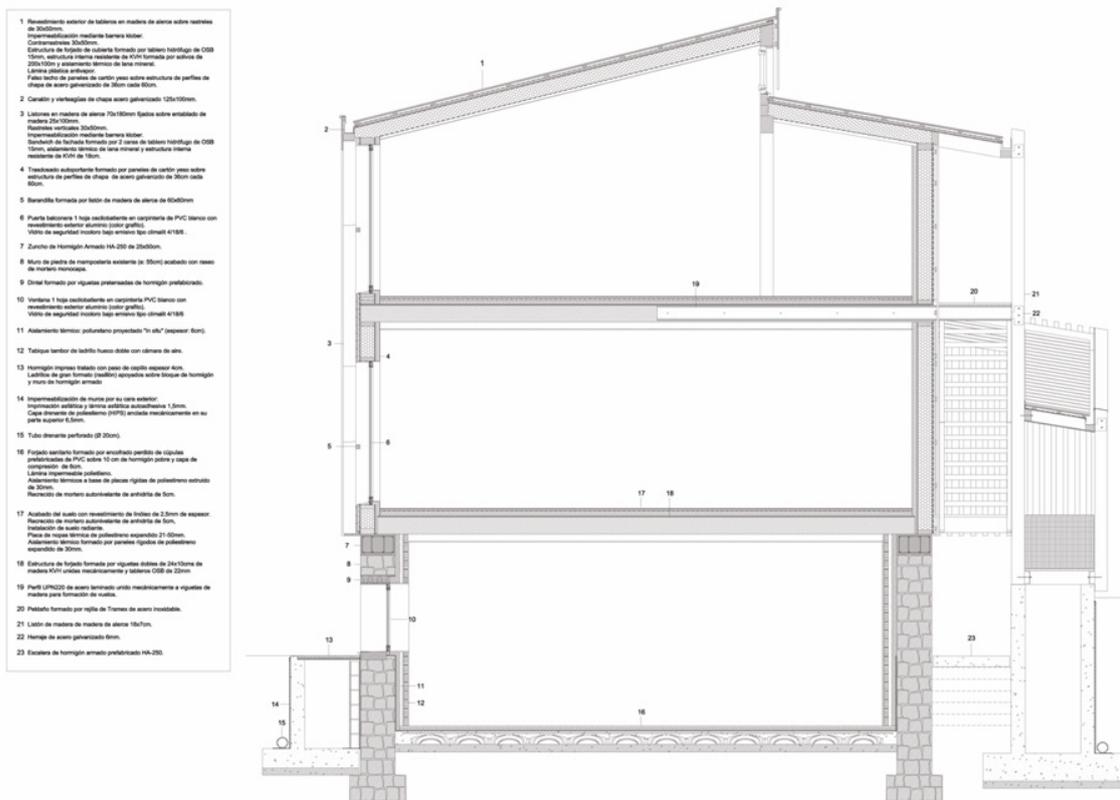


Figura 5. Detalle constructivo.

Las fachadas de piedra se derriban hasta el nivel donde apoyará la nueva estructura de madera, de esta forma los muros existentes se reutilizan. Para preparar este apoyo se rematan los muros de piedra de fachada con un zuncho de hormigón armado que sirve de atado, reforzando y dando estabilidad al conjunto. Además, como medida de refuerzo, se proyecta hormigón en la cara interior de los muros de piedra.

En planta baja, para aislarla de la humedad del terreno, se realiza un forjado sanitario, elevado mediante elementos de plástico en forma de bóveda que permiten el paso de instalaciones. Este forjado se mantiene ventilado para favorecer su capacidad aislante y evitar humedades. Además se construye un muro perimetral donde se recoge el agua para proteger el interior de la humedad.

Para el nuevo volumen de viviendas se plantea una construcción en madera. Se trata de una construcción en seco, con elementos estructurales de madera, que se fabrican en taller. Esto permite una mayor precisión, mejores acabados y ahorro de tiempo en obra.

Los forjados se realizan con vigas de gran sección, en madera de abeto laminada. Las vigas están dispuestas cada 50 centímetros, liberando de pilares toda la planta. Entre ellas se coloca aislamiento térmico de gran sección. Y sobre ellas paneles de viruta de madera OSB de 15 milímetros de espesor.

Los elementos estructurales verticales se reducen a las cuatro fachadas. Están formadas por paneles autoportantes de madera prefabricados en taller. Los paneles están compuestos de un entramado ligero de elementos estructurales verticales cada 60 centímetros. Entre ellos se coloca fibra mineral de 200 milímetros de espesor. Todo este entramado se cierra con paneles de viruta de madera OSB de 15 milímetros de espesor. Los huecos de puertas y ventanas vienen ya definidos desde taller, por lo que en obra se trata básicamente de su colocación y ajuste.

La cubierta se construye con el mismo sistema que los forjados. Sin embargo, su mayor complejidad, debido a la forma, requiere un mayor trabajo de ajuste en obra. El único poste de apoyo que se necesita aparece en la planta segunda, para sujetar el lucernario de la cubierta.

Para construir la galería de acceso, dado que se trata de un elemento en vuelo para permitir el paso de vehículos por debajo, se opta por una estructura metálica. Se insertan vigas IPE de acero en los forjados, adosadas a las vigas de madera, como apoyos para la rampa y la escalera. Todo este elemento se construye en acero galvanizado en taller, lo que impide su modificación en obra, por lo que se exige una gran precisión en la preparación de los elementos de apoyo.

La estructura que conforma el armazón de la vivienda se monta muy rápido, en apenas dos días de trabajo. Esta es una de las ventajas de la prefabricación, además del aumento de la seguridad en el momento de puesta en obra. Tras esto, se pasa a una fase más laboriosa de forrado para impermeabilización y acabado de fachadas. Se

refuerzan con aislamiento los posibles puentes térmicos, antes de colocar la lámina impermeable. Todas las fachadas se recubren con barrera impermeabilizante. Es importante forrar bien todos los elementos para conseguir eliminar las infiltraciones de aire y por tanto, la pérdida de calor.



Figura 6. Proceso de construcción con paneles prefabricados de madera.

Para conseguir la imagen deseada del edificio, definimos distintos tipos de fachadas. Básicamente son tres tipos, todos ellos en madera de alerce pero compuestos por distintos elementos y secciones. Estos recubrimientos de fachada están compuestos por bandejas de madera de alerce, prefabricadas en taller y montadas directamente en obra. Se pretende que la imagen del edificio explique su sistema constructivo. Para ello, en algunos puntos se elimina el acabado superficial de fachada, la envolvente, para que aparezcan las sucesivas capas interiores. Como si se tratara de una piel que se arranca para mostrar lo que hay debajo. Este gesto también refuerza la idea de recorrido o movimiento perimetral alrededor del edificio.

Estos revestimientos finales de fachada y cubierta se realizan en madera de alerce natural. De cara a conseguir una construcción más sostenible, se toma la decisión de que

toda la madera de alerce utilizada en la obra provenga de bosques de la zona, con el consiguiente ahorro de energía en el transporte que supone. Esto es importante si tenemos en cuenta no sólo criterios de eficiencia energética sino también criterios de sostenibilidad en la construcción. Al dejar la madera al natural y no tratarla con productos de acabado, se permite un envejecimiento progresivo hasta alcanzar una tonalidad grisácea que se adapte al entorno.

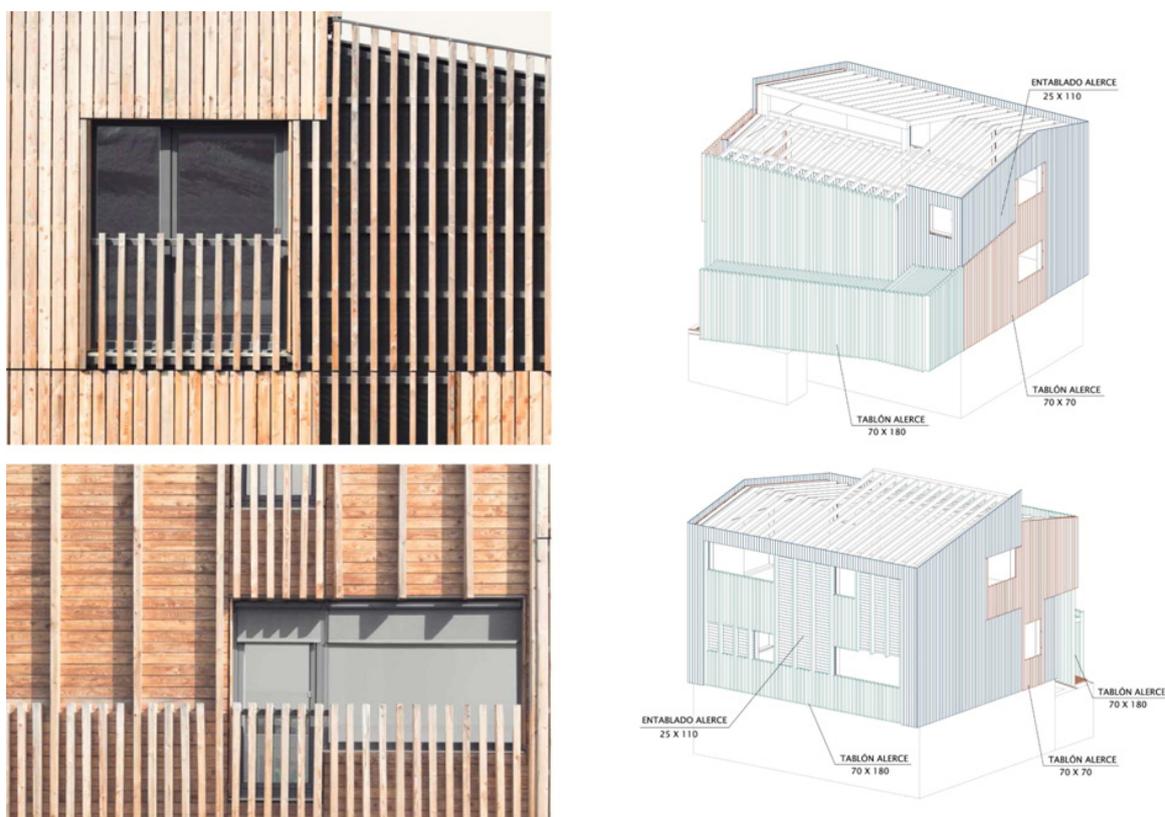


Figura 7. Detalles de fachadas.

En el interior del edificio se refuerza el aislamiento con un trasdosado de fachadas y cubierta que permite aumentar la sección de lana mineral al mismo tiempo que facilita el paso de instalaciones. Este trasdosado se cierra con placa de yeso laminado.

Hay que tener en cuenta que las viviendas pasivas son edificios muy aislados, sin puentes térmicos ni infiltraciones de aire. Todo esto hace que sean edificios muy herméticos, por lo que es importante instalar un sistema de ventilación mecánica que garantice la calidad del aire interior. En este caso, colocamos un sistema de ventilación con un recuperador de calor que permite atemperar el aire nuevo que proviene del exterior, evitando pérdidas de energía. Con este sistema se evita tener que abrir las ventanas para ventilar la vivienda, lo que en invierno supone un gran ahorro energético. Además en este caso concreto, el hecho de proponer una limitación en la apertura de ventanas para la ventilación, se entiende desde el principio del planteamiento del proyecto como una necesidad y ventaja debido a la cercanía de la autopista.

La mayor parte de la superficie acristalada se sitúa en la fachada sur, sin embargo, es bastante moderada debido a la proximidad de la autopista, fuente de ruidos y suciedad. A pesar de ello la sensación interior es de gran luminosidad, favorecida por la propia disposición en planta que conecta todas las estancias aportando una sensación de amplitud. Las carpinterías de fachada cuentan con dobles vidrios con cámara de gas argón para lograr un mayor aislamiento. Para controlar el sobrecalentamiento en verano se colocan protecciones solares exteriores, consistentes en estores enrollables.



Figura 8. Imagen del interior de la vivienda.

6. CONCLUSIONES

Gracias a todas estas medidas, conseguimos obtener una vivienda de muy baja demanda energética. Tras los cálculos realizados con el programa PHPP, tenemos una previsión de demanda energética para calefacción de 19 kWh/(m²a), lo que supone un gran ahorro energético, y por tanto también económico, si lo comparamos con la simulación del edificio original que calculamos supondría una demanda energética para calefacción rondando los 170 kWh/(m²a).

Passive House Verification



Building:	Vivienda unifamiliar en Galdakao		
Location and Climate:	Galdakao, Bizkaia	Bilbao (calefacción)	
Street:			
Postcode/City:			
Country:	España		
Building Type:	Vivienda aislada		
Home Owner(s) / Client(s):			
Street:			
Postcode/City:			
Architect:	PAUZARQ S.C.P. arquitectos		
Street:	Oialume Bidea 31-1, Local 1B		
Postcode/City:	20115 Astigarraga		
Mechanical System:	Zbb s1		
Street:	Zorrolleta 5		
Postcode/City:	01015 Vioria-Gasteiz		
Year of Construction:	2012		
Number of Dwelling Units:	2	Interior Temperature:	20,0 °C
Enclosed Volume V _e :	394,1 m ³	Internal Heat Gains:	2,1 W/m ²
Number of Occupants:	6,0		

Specific Demands with Reference to the Treated Floor Area			
	Treated Floor Area:	Applied:	PH Certificate:
	140,2 m ²	Monthly method	
Specific Space Heating Demand:	19 kWh/(m ² a)	15 kWh/(m ² a)	Fulfilled? No
Heating Load:	11 W/m ²	10 W/m ²	
Pressurization Test Result:	0,6 h ⁻¹	0,6 h ⁻¹	Yes
Specific Primary Energy Demand (DHW, Heating, Cooling, Auxiliary and Household Electricity):	109 kWh/(m ² a)	120 kWh/(m ² a)	Yes
Specific Primary Energy Reduction through Solar Electricity:	kWh/(m ² a)		
Frequency of Overheating:	2 %	over 25 °C	
Specific Useful Cooling Energy Demand:	kWh/(m ² a)	15 kWh/(m ² a)	
Cooling Load:	11 W/m ²		

Figura 9. Cálculos de demanda energética realizados con el programa PHPP.

A la vista de los datos obtenidos, se pueden destacar las siguientes conclusiones en lo referente al comportamiento energético del edificio:

- La forma y la orientación del edificio son adecuadas desde el punto de vista energético para el clima donde se encuentra.
- El edificio está bien aislado, evitando los puentes térmicos y las infiltraciones de aire.
- La disposición de las ventanas es adecuada para la captación solar en invierno, y no supone excesivos problemas en la época de verano. Su calidad térmica es muy alta.
- La máquina de ventilación con recuperación de calor mejora considerablemente el comportamiento térmico del edificio en invierno, mejorando la calidad del aire y el confort interior.



Figura 10. Imagen de la fachada sur.

Además, se aplican otros criterios importantes desde el punto de vista de la sostenibilidad:

- Para obtener los 19 kWh/(m²a) de demanda energética para calefacción, empleamos un sistema sostenible de producción de energía, como es la aerotermia. La aerotermia consigue extraer la energía existente en el aire mediante un gran ventilador exterior y un intercambiador de calor en el interior del edificio. Para calefactar la vivienda se conecta a un sistema de suelo radiante que no exige un calentamiento del agua tan elevado como el que requiere un sistema convencional de radiadores.

- De cara a conseguir una construcción más sostenible, se toma la decisión de que toda la madera de alerce utilizada en la obra sea proveniente de bosques de la zona, con el consiguiente ahorro de energía en el transporte que esto supone.

Con la decisión de emplear sistemas constructivos prefabricados se reducen los tiempos de obra y por tanto hay un ahorro económico. Para ello, previamente todo el diseño debe estar perfectamente definido con gran precisión, facilitando el control posterior en obra.

En los casos de intervención sobre edificios existentes, es importante desde el punto de vista de la sostenibilidad, la reutilización de todos los elementos posibles. En este caso, a pesar de que la construcción se encontraba en malas condiciones y presentaba multitud de patologías, se consigue reutilizar los muros de piedra de fachadas, aunque a priori contarán con escaso valor. Se integran en la nueva estructura y sirven para solventar el problema de la humedad, aislando la madera del terreno. La humedad es uno de los principales problemas que pueden presentar las estructuras de madera.

El empleo de la madera en este tipo de edificios se presenta como una opción acertada, tanto por ser un material que funciona bien desde el punto de vista del aislamiento térmico y por tanto de la reducción del consumo energético, como por ser un material natural, reciclable y que se encuentra en el entorno cercano.



Figura 11. Imagen de las fachadas norte y oeste.

7. MEDIDAS DE MEJORA

A pesar de conseguir unos datos buenos desde el punto de vista de la demanda energética y el confort interior, se plantean unas medidas teóricas de mejora a adoptar para conseguir optimizar estos valores:

- Ventanas PH con marcos mejorados y vidrio triple con gas argón.
- Aislamiento adicional en cubierta (50 mm de trasdosado adicional en cubierta).

Según los cálculos realizados, con estas medidas se conseguiría disminuir la demanda energética para calefacción a 15 kWh/(m²a).

Sin embargo se plantean como medidas teóricas, ya que por motivos económicos su aplicación no ha sido posible. Hay que buscar un equilibrio entre el presupuesto disponible y las necesidades de aislamiento y de calidad de acabados que requieren este tipo de construcciones.

En los edificios de baja demanda energética, la inversión inicial de partida para la realización de la obra se incrementa. Además, en este caso concreto, al tratarse de una rehabilitación, el presupuesto todavía aumenta más. Sin embargo, hay que plantearlo como una inversión que se amortiza en pocos años, debido al gran ahorro económico en calefacción que tendremos con el edificio resultante.

Además se consigue un confort interior mucho mayor (térmica y acústicamente hablando) y este tipo de construcciones son más sostenible desde el punto de vista medioambiental.

Contacto:

PAUZARQ arquitectos (Aurtenetxe & Usabiaga)

pauzarq@pauzarq.com

www.pauzarq.com