

CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus
en la Universidad de Burgos

IPUR patrocina la visita virtual del primer edificio que ha obtenido el certificado Passivhaus en Castilla y León, que también es el primero de España en recibir el certificado EnerPHit.

En este proyecto de rehabilitación, el aislamiento con poliuretano proyectado ha sido uno de los elementos clave para la consecución de los estándares Passivhaus.



El proyecto, promovido por la [Universidad de Burgos](#), ha consistido en la rehabilitación de dos barracones del antiguo hospital militar de Burgos.

El resultado es un conjunto que además de utilizar energías renovables, ofrece unas altísimas prestaciones térmicas y de calidad de aire.

Ha conseguido que su **demanda de energía** sea **casi nula**, convirtiendo esta rehabilitación en un referente para las rehabilitaciones de casas pasivas.

CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus en la Universidad de Burgos

Índice:

1. Rehabilitación Passivhaus de edificios : certificado EnerPHit
2. Código Técnico de la Edificación Vs. Casas Pasivas
3. Rehabilitación passivhaus: aislamiento y puentes térmicos
4. La estanqueidad en la rehabilitación passivhaus de la UBU
5. Las carpinterías en la primera Rehabilitación passivhaus española
6. Cómo controlar la ventilación en una rehabilitación passivhaus
7. Conclusiones de la primera rehabilitación Passivhaus de España
8. El papel del poliuretano proyectado en rehabilitación Passivhaus

CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus en la Universidad de Burgos

1. Rehabilitación Passivhaus de edificios : certificado EnerPHit

El certificado Passivhaus en el campo de la rehabilitación de edificios se denomina **Certificado EnerPHit**. El pabellón referido a este proyecto consiguió dicho certificado en enero de 2016, una **apuesta por la eficiencia energética** de la Universidad de Burgos.

Una passivhaus o casa pasiva es una edificación que es cálida en invierno y fresca en verano, carece de corrientes de aire no deseadas y requiere un consumo mínimo de energía para conseguir los **mayores niveles de confort interior**.

Para conseguir estas **características tanto en obra nueva como en rehabilitación**, es necesario realizar un estudio detallado tanto del diseño como de la solución constructiva de la envolvente y del sistema de ventilación.

2. Código Técnico de la Edificación Vs. Casas Pasivas

En esta intervención se han rehabilitado dos barracones del antiguo hospital militar de Burgos: **uno siguiendo el estándar Passivhaus y otro siguiendo el Código Técnico de la Edificación**.

El objetivo de diferenciar la intervención entre estos dos pabellones, ambos protegidos por su valor histórico, es conseguir datos reales de uso para comparar cuál de los dos sistemas es más eficiente.

Al tratarse de estructuras protegidas por su interés histórico, la intervención contaba con una serie de limitaciones que han supuesto un reto para el estudio de arquitectura que ha llevado a cabo el proyecto. Algunas de estas **restricciones han sido la modificación de fachadas y huecos, con la imposibilidad de aislar la fachada por el exterior**. Esta limitación ha provocado la decisión del **uso de poliuretano proyectado en el aislamiento por el interior de la fachada**.



CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus en la Universidad de Burgos

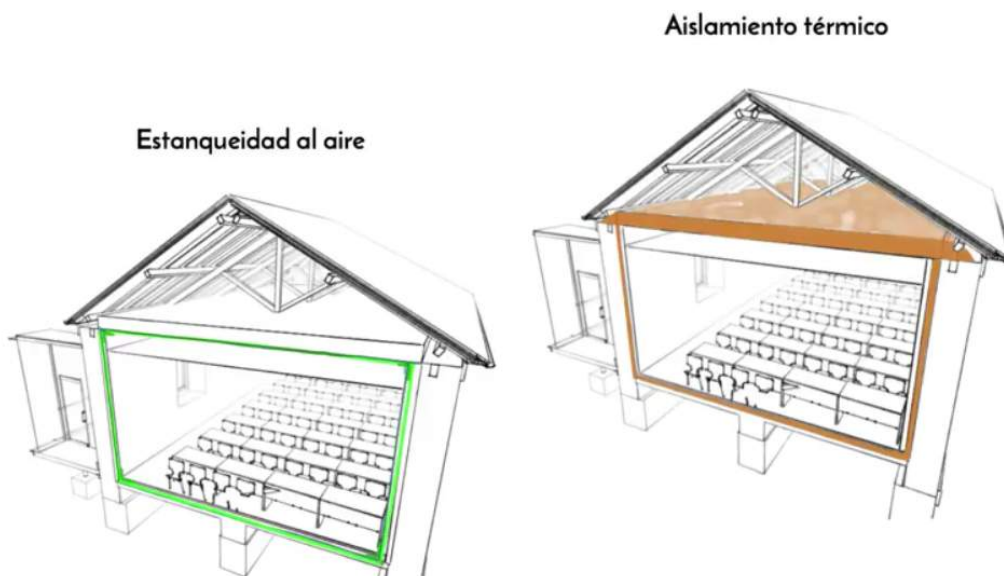
Refuerzo divulgativo: visita virtual

Este proyecto de rehabilitación de la Universidad de Burgos cuenta con una **visita virtual** que ha contado con el apoyo de **Zehnder, Sika e IPUR** entre otros. Gracias a estos apoyos se ha podido realizar una serie de vídeos explicativos en varios idiomas y muy didácticos para **dar a conocer el estándar passivhaus y el desarrollo de la rehabilitación al público interesado**.

3. Rehabilitación passivhaus: aislamiento y puentes térmicos

La universidad de Burgos ha llevado a cabo un [proyecto de rehabilitación de un antiguo pabellón del hospital militar con estándares Passivhaus](#). En esta intervención el aislamiento térmico ha supuesto un reto por tratarse de una edificación histórica protegida y por las altas exigencias térmicas requeridas.

El estándar de casa pasiva se basa en dos conceptos fundamentales: la hermeticidad y el aislamiento. En este artículo vamos a **analizar el aislamiento térmico de la envolvente de este proyecto de rehabilitación**, que ha recibido el certificado EnerPHit.



CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus en la Universidad de Burgos

Aislamiento de paredes

En la edificación original, el cerramiento exterior vertical estaba formado por **muros de mampostería de piedra de 60 centímetros de espesor**. Al estar protegida, no se podía realizar ninguna modificación por el exterior por lo que el **aislamiento se ha realizado por el interior**.



Muro original



Interior del cerramiento original

La solución aislante elegida ha sido la **proyección de espuma poliuretano de 10 centímetros** de espesor, conseguidos tras la aplicación de 5 capas. El poliuretano proyectado aporta una solución aislante óptima al ofrecer el **mejor valor de transmitancia térmica del mercado**.

CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus
en la Universidad de Burgos



Poliuretano proyectado 10cm de espesor



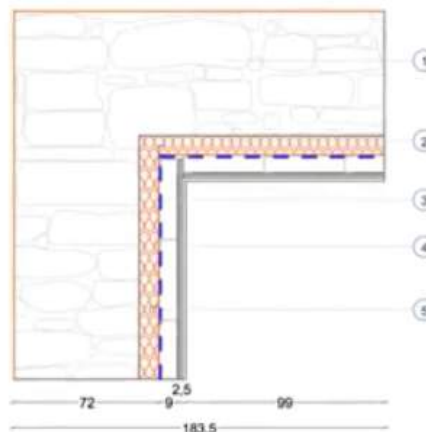
Aislamiento interior con espuma de poliuretano

El comportamiento térmico de esta solución se ve **reforzada por el agarre que obtiene la espuma de poliuretano con el material original de la fachada**. Esta característica evita la aparición de condensaciones intersticiales, manteniendo un alto nivel de confort interior.

CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus en la Universidad de Burgos

1. Muro de mampostería
2. AISLAMIENTO: poliuretano 10 cms.
3. ESTANQUEIDAD: membrana plástica
4. Tablero de cartón yeso
5. Montante vertical para anclaje de membrana



Aislamiento de suelo y cubierta

Sobre el forjado sanitario original - el suelo - se ha colocado una capa de 15 centímetros de material aislante (dos capas de 8 y 7 centímetros) con remate de planchas machihembradas contrapeadas para evitar los puentes térmicos. Esta medida fue reforzada con la **aplicación de poliuretano monocomponente para el sellado de la junta formada entre el suelo y la pared** a lo largo de todo el perímetro del edificio.



En el caso de la cubierta, se mantuvo la estructura en la cual sólo hubo que realizar alguna reparación puntual. Ésta está formada por cerchas de madera sobre las que descansan los pares que soportan el enladrado, **todos los elementos en su composición original**.

La única supresión que se ha realizado es la del falso techo de escayola que se sostenía gracias a una estructura de viguetas de madera. En sustitución, se han instalado unos tableros continuos de madera que ha servido de **base para apoyar el aislamiento térmico de cubierta** que no modifican el comportamiento estructural original de la edificación.

CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus
en la Universidad de Burgos

Rehabilitación cubierta



Puentes térmicos

En la fase de diseño se han estudiado y analizado en detalle todos los posibles puentes térmicos, evitando que éstos existiesen con medidas de ejecución y elección de materiales. En los lugares en los que inevitablemente aparecerían puentes térmicos, se han solventado con la **aplicación de poliuretano proyectado y material de sellado**.



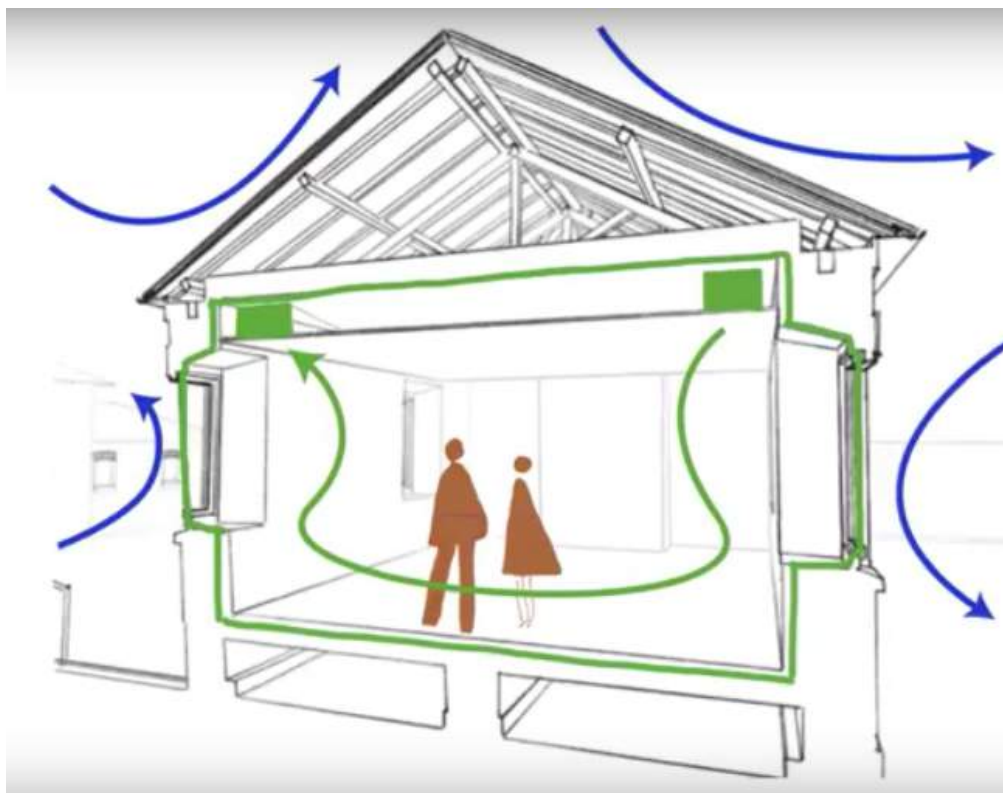
CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus en la Universidad de Burgos

4. La estanqueidad en la rehabilitación passivhaus de la UBU

La universidad de Burgos ha realizado la [primera rehabilitación passivhaus de España](#), obteniendo el certificado EnerPHit. En anteriores artículos hemos tratado el [sistema de aislamiento térmico de la envolvente](#) y hoy nos centramos en cómo se ha logrado la máxima estanqueidad de la edificación.

Un edificio passivhaus es un edificio estanco, es decir, un edificio en el cual no existen corrientes de aire no deseadas y se tiene control sobre el intercambio y las renovaciones de aire que se efectúan. Para conseguir este control es necesario tratar la estanqueidad en toda la envolvente del edificio.



CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus
en la Universidad de Burgos

Estanqueidad en las paredes

Para obtener la estanqueidad deseada en las paredes, se ha colocado una **capa de membranas transpirables encintadas** sobre unos **perfiles metálicos embebidos en el poliuretano proyectado**.



Una estructura metálica separa el sistema de estanqueidad del trasdosado de yeso final, permitiendo que las instalaciones tengan su propio espacio sin interferir en los sistemas de sellado y aislamiento.

A su vez, una cinta de gran capacidad adhesiva tapa todos los encuentros y juntas entre diferentes elementos constructivos, para garantizar la continuidad de la capa estanca a lo largo de toda la envolvente.



CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus en la Universidad de Burgos

Estanqueidad de suelo y techo

Es necesario adoptar **soluciones constructivas diferentes y adaptadas a cada elemento de la envolvente para conseguir la máxima estanqueidad**. Por ello las estrategias utilizadas en paredes son diferentes a las de suelo y techos.

Para **mantener el suelo estanco** se aplicó una capa de hormigón de 5 centímetros de espesor sobre el forjado sanitario.



En el caso del techo, la [estructura de tableros laminados que ejercía como soporte para el aislante térmico](#) ejerce a su vez de capa estanca.



CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus en la Universidad de Burgos

Cada perforación realizada durante la ejecución y cada junta entre materiales ha sido protegida con cinta adhesiva para no romper la continuidad de la misma. Además, las entradas de las varillas para la sujeción del falso techo han sido cubiertas con neopreno.



Encintado de juntas

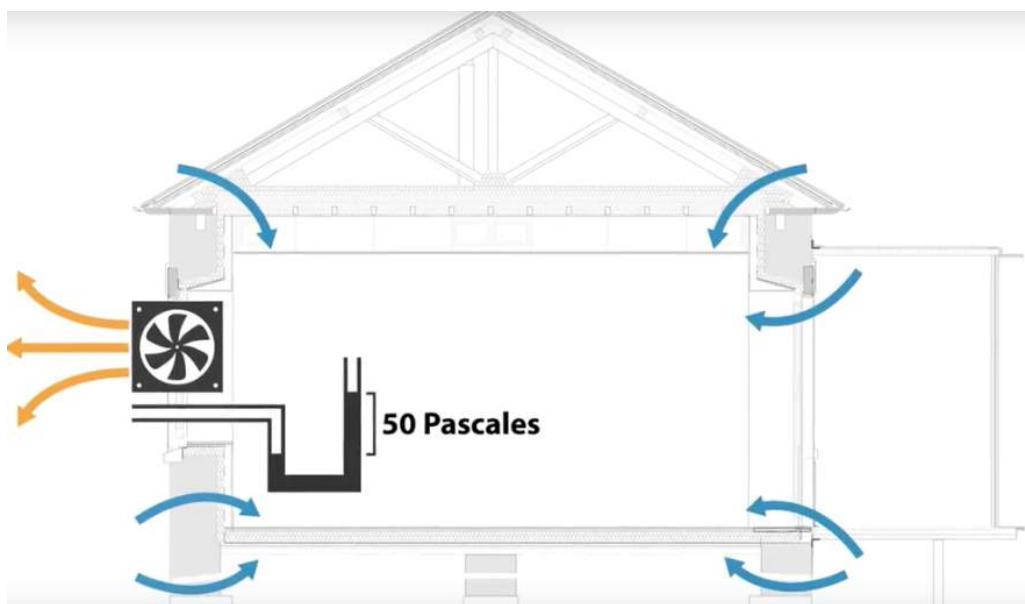


Neopreno en perforación para varillas



Control de calidad de estanqueidad: Blower door test

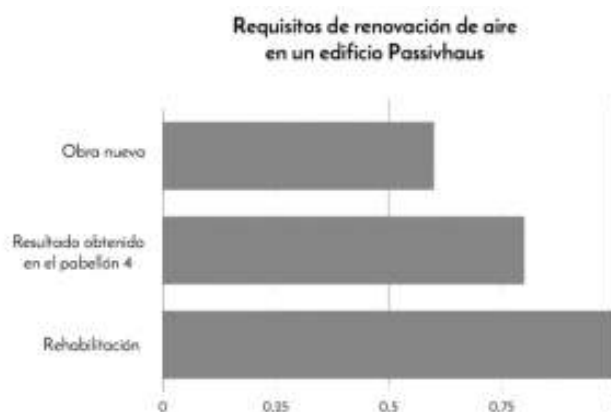
La comprobación del funcionamiento de la capa estanca se realiza mediante un ensayo llamado **Blower door**. Este test consiste en **calcular el número de renovaciones por hora de aire debido a infiltraciones no deseadas una vez que todas las entradas de aire natural del edificio están selladas**, incluidos los huecos de fachada excepto uno, donde se coloca el ventilador.



En una edificación tipo Passivhaus se suelen realizar al menos dos ensayos: uno durante la ejecución de la obra y el segundo al finalizar la misma. Las exigencias para un edificio Passivhaus marcan que puede existir un máximo de 0,6 renovaciones a la hora, mientras que en una rehabilitación pueden llegar a 1 renovación a la hora.

CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus en la Universidad de Burgos



En el caso del [proyecto de Rehabilitación Passivhaus de la Universidad de Burgos](#) se han obtenido **0,78 renovaciones de aire a la hora** en el blower door test realizado a final de la obra.

Sin embargo, **durante la obra se realizaron mediciones de 0,40 renovaciones por hora**, ¿a qué fue debido el cambio? Tras el test final se realizaron **pruebas de humo** donde se comprobó que había más infiltraciones de las esperadas en torno a las [carpinterías instaladas en la rehabilitación](#), donde se realizaron ajustes para solventarlas.

CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus en la Universidad de Burgos

5. Las carpinterías en la primera Rehabilitación passivhaus española

En la [primera rehabilitación passivhaus de España](#), realizada por la universidad de Burgos, el estudio y la elección de los distintos tipos de carpinterías han sido importantes tanto a nivel de aislamiento como de estanqueidad.

Las ventanas y las puertas son un punto clave en la consecución de las exigencias de las casas pasivas, ya que influyen en el [aislamiento térmico](#) y en la [hermeticidad del edificio](#).

Durante la realización del ensayo Blower Door en este proyecto se detectaron infiltraciones no deseadas a través de las carpinterías exteriores que hicieron que se pasase **de 0,4 renovaciones de aire por hora durante la ejecución de la obra a 0,78** al finalizar la misma, siendo 1 el máximo permitido en una rehabilitación Passivhaus.

Estos datos demuestran la complejidad del funcionamiento de las carpinterías y la necesidad de que estén perfectamente integradas con el resto de elementos constructivos.



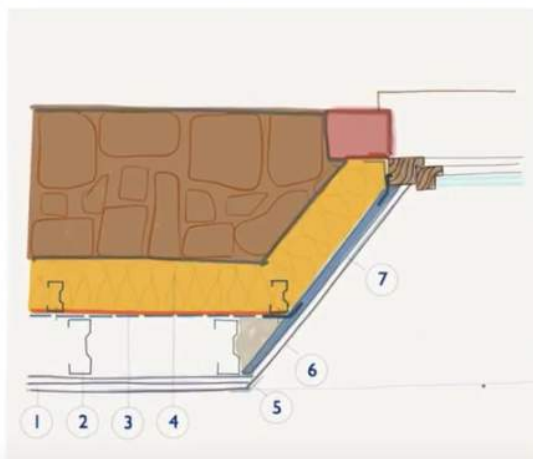
CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus
en la Universidad de Burgos

Encuentros entre carpintería y cerramientos

Al tratarse de materiales completamente distintos es imposible mantener una **transmitancia térmica lineal** entre el encuentro de huecos de fachada y los cerramientos exteriores. Por ello es importante diseñar y ejecutar con detalle los puntos críticos del edificio.

1. Doble capa de cartón yeso
2. Estructura metálica autoportante
3. ESTANQUEIDAD: membrana plástica
4. AISLAMIENTO: poliuretano e=10 cms.
5. ESTANQUEIDAD: cinta adhesiva
6. Placa de cartón yeso pegada
7. ESTANQUEIDAD: yeso proyectado



Detalle de emboadura de carpintería

Carpinterías certificadas Passivhaus

Las ventanas originales eran de madera y vidrio sencillo, con pocas prestaciones térmicas. Se sustituyeron por **carpintería certificada Passivhaus** que garantiza el confort (temperatura superficial superior a 17°C) y la higiene (sin condensaciones superficiales).



CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus en la Universidad de Burgos

Tan importante es la elección de estas ventanas como la de su instalación. Es necesario garantizar la **continuidad del aislamiento térmico**, que está formado por una [capa de 10 centímetros de poliuretano proyectado](#). Para ello las ventanas se reciben con escuadras que se instalan sobre la propia capa de aislamiento, no sobre el muro exterior, y se sellan para evitar cualquier condensación e infiltración no deseada.



Escuadras en carpintería



Detalle de instalación de carpinterías

CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus en la Universidad de Burgos

6. Cómo controlar la ventilación en una rehabilitación passivhaus

El último punto a analizar del proyecto de rehabilitación passivhaus que ha realizado la Universidad de Burgos es la ventilación. Ante una hermeticidad máxima, ¿cómo se ha diseñado la ventilación?

Durante los últimos años la contaminación del aire de los núcleos urbanos ha aumentado exponencialmente. **Las partículas de polución no sólo se encuentran en el exterior, también en el interior de los edificios** si éstos no cuentan con una hermeticidad adecuada.

En busca de esa hermeticidad, **las casas pasivas utilizan materiales como el poliuretano proyectado para su aislamiento, ya que genera un "efecto sellado" y carece de juntas en su ejecución por las cuales el aire contaminado pueda fluir.** Para otros puntos de la edificación, se refuerza la hermeticidad con cintas sellantes.



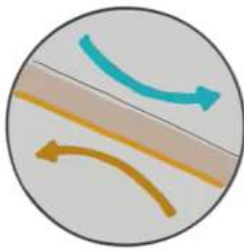
Una vez que se obtienen las renovaciones de aire permitidas por las exigencias del Certificado EnerPHit, ¿qué sistema de ventilación controlada es el más adecuado para este tipo de rehabilitaciones?

CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus
en la Universidad de Burgos

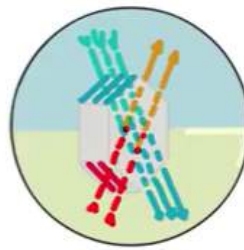
Ventilación mecánica con recuperación de calor

Con la ventilación tradicional en una edificación no pasiva, se intercambia el aire interior con el exterior, ambos contaminados. **En un edificio passivhaus el aire interior no está contaminado, por lo que el intercambio de aire con el exterior no puede realizarse bajo los mismos principios que tradicionalmente.** Además, de realizarse así, perderíamos el confort interior e introduciríamos corrientes de aire no deseadas.



Estanqueidad

+



Ventilación +
recuperación de calor

Combinando la estanqueidad con la ventilación mecánica y la recuperación de calor del aire climatizado, se puede conseguir una ventilación controlada y salubre. En este caso, se ha instalado un sistema centralizado con distribución por conductos de impulsión y extracción que convergen en un recuperador de calor que está certificado por el instituto passivhaus.



Como refuerzo, existe un apoyo de calefacción alimentada por una caldera de gas, para los meses más fríos. **Todos los conductos y sistematizaciones han sido certificadas bajo estándares passivhaus.**

CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus
en la Universidad de Burgos



El pabellón gemelo al de esta rehabilitación, que fue rehabilitado según los criterios del Código Técnico de la Edificación, necesitó **el triple de radiadores para mantener el confort interior** adecuado.

CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus en la Universidad de Burgos

7. Conclusiones de la primera rehabilitación Passivhaus de España

A lo largo de los últimos artículos hemos desarrollado los aspectos más importantes de la primera rehabilitación passivhaus de España, realizada por la Universidad de Burgos. ¿Qué conclusiones podemos obtener de este proyecto?

Rehabilitar bajo el estándar Passivhaus tiene como resultado un edificio de altas prestaciones energéticas y de confort interior elevado. En los proyectos de casas pasivas existen seis puntos claves:

1. [Diseño eficiente](#). Con estudio en profundidad de las necesidades de la edificación en la que se va a intervenir y su forma de resolución más óptima.
2. [Aislamiento](#). Instalación de un **súper aislamiento en toda la envolvente**, teniendo especial interés la intervención realizada en la fachada al tratarse de una edificación protegida. En este caso la solución adoptada es la del poliuretano proyectado.
3. [Estanqueidad](#). Para evitar las infiltraciones de aire no deseadas y que en el test Blower Door las renovaciones de aire se sitúen en menos de 1 por hora.
4. [Control de puentes térmicos](#). Estudio y cuidado de los puentes térmicos, tratándolos de forma que se reduzca su influencia en el comportamiento térmico lineal de la envolvente.
5. [Carpinterías eficientes](#). Ventanas y puertas exteriores de alta calidad, que estén certificadas para poder instalarlas en una edificación pasiva.
6. [Ventilación](#). ventilación forzada apoyada con recuperación de calor

Teniendo en cuenta estos seis aspectos se ha obtenido el **primer Certificado EnerPHit de España**, documento que certifica la rehabilitación según los estándares de construcción de las Casas Pasivas.



CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus en la Universidad de Burgos

El papel ejemplar de las Administraciones Públicas

Este edificio se convierte así en un **caso ejemplificador de rehabilitación con altas prestaciones energéticas**, siguiendo la mención que realiza la Unión Europea sobre el papel ejemplar que debe tener la Administración Pública hacia los ciudadanos.

Además, refuerza la opinión de la utilidad que tiene rehabilitar el patrimonio histórico y más si se realizan bajo estándares pasivos.

“En la Universidad de Burgos creemos que el esfuerzo ha merecido la pena. Queremos agradecer a todos los integrantes su implicación en este proyecto.

Porque **a las bases fundamentales en las que se basa el sistema passivhaus hay que añadir una más: la implicación de las personas**. Es imposible construir un edificio de estas características sin la implicación personal de mucha gente.”

Juan Manuel Manso Villalaín - Vicerrector de Infraestructuras y Nuevas Tecnologías

CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus en la Universidad de Burgos

8. El papel del poliuretano proyectado en rehabilitación Passivhaus

Analizamos qué papel ha desempeñado el poliuretano en el proyecto llevado a cabo por la Universidad de Burgos: la primera rehabilitación passivhaus de España, que ha obtenido el certificado EnerPHit.

Las casas pasivas se asientan sobre seis pilares, de los cuales **el aislamiento y la hermeticidad** consiguen mantener una temperatura de confort óptima con las mínimas corrientes de aire.

Aislamiento con poliuretano en rehabilitaciones pasivas

En el [proyecto de la Universidad de Burgos](#), el [aislamiento de la envolvente de fachada](#) ha sido realizado con poliuretano proyectado. En concreto, se aplicaron **5 capas de 2 centímetros cada una consiguiendo así unas prestaciones térmicas a la altura de las exigencias del certificado EnerPHit**. Al ser un elemento proyectado se mantiene la uniformidad a lo largo de todo el aislamiento, lo que evita la formación de puentes térmicos.



La elección de poliuretano proyectado como aislante térmico no sólo ha estado basada en sus prestaciones térmicas, también en la adecuación al proyecto. El edificio rehabilitado bajo el estándar pasivo era un antiguo pabellón del Hospital Militar de Burgos, protegido por su interés histórico.

Esta categorización impedía la modificación exterior de la fachada. **El poliuretano proyectado por el interior respeta la configuración original respetando y sin dañar la fachada**, además de obtener un aislamiento térmico óptimo.

CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus
en la Universidad de Burgos

¿Cómo influye el poliuretano en la hermeticidad de un edificio?

El poliuretano proyectado es un material aislante que se proyecta por capas de forma continua. Su **aplicación en continuo produce un efecto sellado y evita la aparición de juntas de ejecución que permitirían las infiltraciones de aire no deseadas**, haciendo que las renovaciones de aire por horas superasen las máximas permitidas ([1 renovación por hora en el caso de rehabilitaciones passivhaus](#)).



La **efectividad del poliuretano frente a la hermeticidad** se hace visible en este proyecto de rehabilitación: los elementos de envolvente que no se han aislado con poliuretano proyectado han necesitado la aplicación de cintas adhesivas para sellar las posibles corrientes de aire. Es el caso de la cubierta, aislada con paneles aislantes.



El poliuretano también se ha utilizado como material auxiliar de refuerzo en otros elementos de la edificación, como por ejemplo:

CASO DE ÉXITO

Rehabilitación Passivhaus en la Universidad de Burgos

- [Las carpinterías certificadas](#) para este tipo de edificaciones, lo que garantiza sus prestaciones aislantes y herméticas, han sido reforzadas en su perímetro con poliuretano para garantizar su estanqueidad.



- La junta perimetral entre encuentro de elementos, como suelo-pared, se ha **sellado también con poliuretano para evitar infiltraciones.**



¿Es el poliuretano proyectado un "material adecuado para el estándar pasivhaus"?

Tras el análisis que hemos realizado de la **influencia del poliuretano proyectado en dos elementos fundamentales de las casas pasivas** (el aislamiento y la hermeticidad), podemos afirmar que éste material es más que adecuado para el estándar passivhaus.