

(Traducción al castellano del 11.04.2014. Los criterios de certificación oficiales son los expuestos en las versiones en alemán e inglés.)

Edificio Passivhaus certificado

Criterios de certificación para edificios no residenciales según el estándar Passivhaus

Los edificios Passivhaus son aquellos edificios en los que se alcanza, a lo largo de todo el año, condiciones interiores de confort con un gasto mínimo de energía. Los edificios Passivhaus deben cumplir rigurosos requerimientos en el diseño y ejecución. Los edificios Passivhaus se certifican basándose en un minucioso control de calidad en su diseño. A continuación se describen los criterios de certificación para edificios no residenciales (los criterios de certificación para los edificios residenciales pueden consultarse en: www.passivehouse.com).

1. Criterios de evaluación para obtener la certificación *)

Calefacción

Demanda específica de calefacción	$\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
<i>o alternativamente:</i> carga de calefacción	$\leq 10 \text{ W}/\text{m}^2$

Refrigeración

Demanda de refrigeración total **)	$\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
------------------------------------	--

Energía Primaria

Demanda total específica de energía primaria **)	$\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
--	---

Hermeticidad

Valor n_{50} en el test de presurización	$\leq 0.6 \text{ h}^{-1}$
--	---------------------------

*) Estos criterios han sido especialmente adaptados a las condiciones que prevalecen en climas fríos y templados (por ejemplo, en Europa central), y podría ser necesaria una revisión para climas muy diferentes. La definición Passivhaus [www.passivehouse.com] no se ve afectada.

**) La demanda de energía primaria incluye la demanda de energía para calefacción, refrigeración, agua caliente, ventilación, electricidad auxiliar, iluminación y todos los demás usos de la electricidad. Los límites establecidos anteriormente para la demanda específica de refrigeración útil y la demanda de energía primaria, se aplican para escuelas y edificios con patrones de utilización similares. Estos valores se deben utilizar como base, aunque podrían necesitar ser ajustados de acuerdo al uso del edificio. En casos concretos en los que existen grandes cargas internas de calor, estos valores podrían ser excedidos después de consultar con el Passivhaus Institut. En estos casos, se debe probar el uso eficiente de la energía eléctrica.

El cálculo de los valores específicos puede tener en cuenta el volumen total delimitado por la envolvente del edificio para un cómputo global, por ejemplo, en un edificio de oficinas con varias unidades conectadas térmicamente. Si para todas las zonas se establece la misma temperatura, a continuación, se puede llevar a cabo un promedio ponderado basado en la superficie de referencia energética (SRE) a partir de cálculos del Programa de Planificación Passivhaus (PHPP) individuales de cada zona. No se admite la agrupación de edificios que estén térmicamente separados. Para la certificación de rehabilitaciones o ampliaciones, el área considerada debe contener al menos una pared exterior, una cubierta y una superficie en contacto con el terreno o con el sótano. Las unidades individuales dentro de un edificio de varios pisos no pueden ser certificadas.

Los criterios deben ser comprobados con la versión actual del Programa de Planificación Passivhaus (PHPP). No es necesaria la transferencia de datos a una nueva versión del programa si éste se publica durante el proceso de revisión. El método mensual es el utilizado para calcular la demanda específica de calefacción. El valor de referencia es la superficie de referencia energética (SRE), la cual es calculada como se describe en la última versión del manual del usuario del PHPP.

Además de por su alta eficiencia energética, un edificio Passivhaus se caracteriza por el alto grado de bienestar de sus usuarios gracias a las condiciones óptimas de confort térmico y por su construcción sin daños. Todos estos puntos tienen que ser resueltos para poder obtener el certificado. Para ello y por regla general, es necesario: ventanas que se puedan abrir en todas las estancias habitables y bajos niveles de frecuencia de sobrecalentamiento ($\leq 10\%$ de las horas en un año por encima de los 25°C).

Para obtener la certificación hace falta, en primer lugar, cumplir los criterios de certificación actuales (ver www.passivehouse.com) y después, la metodología de cálculo descrita en el programa PHPP y en su manual.

2. Documentación necesaria para obtener la “certificación Passivhaus”

2.1 PHPP del proyecto firmado con los siguientes cálculos: Hoja de cálculo del PHPP (es imprescindible incluir el archivo Excel)

- Introducción de datos del edificio, resumen de los resultados.....**Comprobación**
- Selección de la region climática o especificación de los datos climáticos individuales.....**Clima**
- Cálculo de los valores-U de los elementos constructivos.....**Valores-U**
- Resumen de las superficies y sus correspondientes datos de radiación, puentes térmicos.....**Superficies**
- Cálculo de los factores de reducción de elementos constructivos en contacto con el terreno (si procede).....**Terreno**
- Base de datos de componentes de construcción.....**Componentes³**
- Cálculo de los valores $U_{Ventana}$**Ventanas**
- Cálculo de los factores de reducción por sombreado.....**Sombras**
- Caudales de aire, rendimiento del sistema de recuperación de calor y resultados del test de presurización.....**Ventilación**
- Dimensionado y diseño de los sistemas de ventilación con múltiples unidades de ventilación (si procede).....**Vent-Adicional**
- Cálculo de la demanda de calefacción según UNE-EN 13790 / método mensual.....**Calefacción**
- Determinación de la carga de calefacción del edificio¹.....**Carga-C**
- Análisis de la ventilación en verano.....**Ventilación-V**
- Cálculo de la frecuencia de sobrecalentamiento¹.....**Verano**
- Valores específicos de la demanda de refrigeración útil (en el caso de que existan sistemas de refrigeración activa)¹.....**Refrigeración**
- Cálculo de la demanda de energía para refrigeración y deshumidificación (en el caso de que existan sistemas de refrigeración activa)¹.....**Aparatos-R**
- Cálculo de la demanda de ACS y de las pérdidas del sistema de distribución de ACS y calefacción.....**Distribución-ACS**
- Contribución solar total a la producción de ACS (en el caso de que existan equipos de placas solares).....**ACS-Solar**
- Patrones de utilización en edificios no residenciales**Uso-NR**
- Cálculo de la demanda de electricidad en edificios no residenciales.....**Electricidad-NR**
- Cálculo de la demanda de electricidad auxiliar.....**Electricidad-Aux**
- Cálculo de las ganancias internas de calor en edificios no residenciales.....**GIC-NR**
- Cálculo de la demanda de energía primaria.....**Valor-EP**
- Factor de utilización anual de la generación de calor.....**Unidad compacta, BC, BC-Terreno, Caldera, Calefacción urbana**

¹ Los cálculos del PHPP para la carga de calefacción, la ventilación en verano y la carga de refrigeración han sido desarrollados para edificios con un uso homogéneo. En edificios con una ventilación intermitente, con un uso de la calefacción no continua durante las 24h, y/o con grandes fluctuaciones de cargas internas, se deben realizar otros estudios o métodos más exhaustivos.

³ La información sobre los valores de componentes certificados se pueden encontrar en www.passivehouse.com

2.2 Documentación del diseño, construcción e instalaciones técnicas

- Plano de situación indicando la orientación, edificios colindantes (ubicación y altura), arbolado relevante, altura del relieve del terreno para la definición del sombreadamiento del horizonte; fotos de la parcela y de los alrededores. Debe reflejarse de forma clara y comprensible la situación de sombreadamiento del edificio.
- Planos arquitectónicos (plantas, secciones y alzados) a escala de todos los elementos analizados (dimensiones de espacios acondicionados, superficies de la envolvente y tamaño de huecos de ventanas).
- Plano de situación de las áreas de la envolvente térmica y de las ventanas y, en caso de existir, puentes térmicos contemplados en el PHPP y la superficie a la que afectan.
- Detalles constructivos de todos los encuentros y/o conexiones de la envolvente térmica, como por ejemplo muros exteriores y cerramientos interiores con el techo del sótano o solera, muros exteriores con cubierta y forjado, cumbrera, cornisa, instalación de las ventanas (inferior, superior y lateral), sistema de fijación de balcones etc. Los detalles deben estar acotados y deben incluir datos de materiales y sus propiedades térmicas. Debe marcarse la capa de hermeticidad y describirse cómo se va a ejecutar en los puntos de encuentro con los diferentes elementos constructivos.
- Proyecto del sistema de ventilación que incluya esquema y dimensionado de los aparatos de ventilación, caudales, (en la hoja de cálculo del protocolo final para sistemas de ventilación: 'Diseño'; en el CD del PHPP) protección contra el ruido, filtros, válvulas de aire de impulsión y de extracción, dimensionado y detalles del aislamiento en los conductos, intercambiador de calor con el terreno (si existe), sistemas de control, etc.
- Proyecto de instalaciones de calefacción, fontanería y saneamiento donde se indiquen los sistemas de generación de calor, acumuladores o tanques, bombas, esquemas de distribución de calor (tuberías, registro de calefacción, superficies de calefacción, bombas y sistemas de control) distribución de ACS (esquema de circulación, tuberías, bombas y sistemas de control), instalación de saneamiento y su correspondiente ventilación. Debe especificarse el dimensionado de cada uno de estos elementos y sus aislamientos.
- Proyecto de instalación eléctrica (si procede) que incluya esquema y dimensionado del sistema de iluminación (también los conceptos o simulación del uso de la luz natural), ascensor, equipamiento de la cocina, ordenadores, sistemas de telecomunicación y otros usos específicos de la electricidad (por ejemplo, hornos).
- Proyecto de la instalación de aire acondicionado (si existe): representación y dimensionado de los sistemas refrigeración y deshumidificación.

2.3 Documentos de apoyo e información técnica, con fichas técnicas de productos (si procede)

- Detalles sobre las condiciones específicas del proyecto que se mencionan en el punto 4.
- Documentación detallada del cálculo de la superficie de referencia energética.
- Fabricante, tipo y ficha técnica, especialmente de los aislamientos con muy baja conductividad térmica ($\lambda_R < 0.032W/(mK)$)
- Datos sobre los marcos de ventanas y puertas exteriores: fabricante, tipo, valor U , $\Psi_{\text{Instalación}}$, $\Psi_{\text{Borde de vidrio}}$, detalles constructivos de todas las diferentes situaciones de colocación en la envolvente. Los valores de cálculo deben ser acordes con la EN ISO 10077-2. Los productos certificados³ por el Passivhaus Institut ya cuentan con estas justificaciones.
- Datos sobre vidrios: fabricante, tipo, composición, valor U_g del vidrio calculado según la EN 673 (con dos decimales de precisión), coeficiente g calculado según la EN 410 y tipo de distanciador.
- Comprobación del coeficiente lineal de pérdidas debidas a los puentes térmicos contabilizados en el cálculo con el PHPP según la EN ISO 101211. Como alternativa se puede recurrir a detalles de puentes térmicos comparables documentados (por ejemplo en los sistemas certificados Passivhaus, las publicaciones del Passivhaus Institut, el catálogo de puentes térmicos Passivhaus)
- Breve descripción de los sistemas de abastecimiento mediante esquemas de las instalaciones (si procede).
- Indicar el fabricante, tipo, especificaciones técnicas y certificados de todos los componentes de los sistemas activos y su demanda de electricidad: sistema de ventilación, generador de calor para calefacción y ACS,

acumulador o tanque, aislamiento de conductos y tuberías, serpentín de calefacción, protección contra la congelación, bombas, ascensor, iluminación.

- Información del intercambiador de calor subterráneo (si existe): la longitud, la profundidad y el tipo de instalación, la calidad del suelo, el tamaño, el material del tubo y la verificación de la eficiencia de la recuperación de calor (por ejemplo, con PHLuft⁴). Para intercambiadores de calor subterráneos con salmuera: la regulación, los límites de temperatura en invierno y verano, y la verificación de la eficiencia de la recuperación de calor.
- Datos de longitud, dimensionado y aislamiento de las tuberías de suministro de ACS y calefacción, y de los conductos de ventilación situados entre el intercambiador de calor y la envolvente térmica del edificio.
- Descripción del concepto de empleo eficiente de la electricidad indicando por ejemplo electrodomésticos específicos, instrucciones de uso e incentivos para el propietario. Si no se presenta esta justificación se tomarán los valores promedio de los equipos disponibles en el mercado (valores estándar del PHPP)
- Eficiencia de la recuperación de calor y demanda de electricidad del sistema de ventilación según el método Passivhaus. Sistemas de extracción de aire con recuperación de calor (por ejemplo, campanas de extracción de humos) también se deben incluir. En el sistema de ventilación debe ser tenido en cuenta los diferentes procedimientos de funcionamiento y horarios de operación.

2.4 Comprobación de la hermeticidad de la envolvente

La medición de la hermeticidad se debe llevar a cabo según lo establecido en la EN 13829 o en la ISO 9972. En caso de duda o de encontrar alguna diferencia se debe aplicar la EN 13829. A diferencia de lo que establece la normativa, se deben realizar una serie de mediciones de sobrepresión y de depresión. El test de presurización se debe llevar a cabo únicamente en los recintos acondicionados (sótano, volúmenes añadidos, invernaderos, etc. que no se encuentren integrados en el interior de la envolvente térmica quedan excluidos en la realización del test). Se recomienda llevar a cabo el examen en un momento en el que la capa de hermeticidad todavía se encuentre accesible y con posibilidad de realizar mejoras. Se tiene que documentar además el cálculo del volumen de aire de los espacios medidos.

El test de presurización debe realizarse por una institución o persona independiente del cliente y del contratista. Un test realizado por el cliente sólo se aceptará en el caso de que esté firmado por una persona que se responsabilice de garantizar la correcta ejecución del test según el protocolo y de la veracidad de los resultados.

2.5 Regulación del sistema de ventilación

El protocolo de equilibrado del sistema de ventilación debe contener los siguientes datos: nombre y dirección del proyecto, nombre y dirección del controlador, fecha de realización del equilibrado, fabricante y modelo del equipo de ventilación, caudal en cada válvula para uso estándar, comparación entre caudal de aire de admisión y de extracción (hasta un 10% de desequilibrio permitido). Se recomienda utilizar el "Documento obligatorio para sistema de ventilación", que se encuentra en el CD del PHPP o en www.passivehouse.com.

2.6 Declaración del director de obra

Se debe exponer la declaración del director de obra que acredite y documente que el edificio se ha ejecutado según los cálculos evaluados en el PHPP. Los cambios con respecto a la información de proyecto que se lleven a cabo en la fase de ejecución también se deben especificar y documentar. Los cambios en productos deben acompañarse de las correspondientes pruebas.

⁴ PHLuft: Programa que facilita la planificación de sistemas de ventilación en edificios Passivhaus. Descarga gratuita desde www.passivehouse.com

2.7 Fotografías

Se deberá proporcionar documentación mediante fotografías del proceso de construcción (a ser posible en formato digital).

Nota: En algunas circunstancias es necesario presentar pruebas a posteriori o documentación adicional de los componentes del edificio. Si se utilizan valores más favorables que los valores del método de cálculo estándar del PHPP, éstos deben demostrarse mediante las correspondientes justificaciones.

3. Proceso de evaluación

La solicitud para llevar a cabo una certificación se realiza directamente con el organismo certificador. La documentación necesaria tiene que presentarse completamente rellena y para obtenerse la certificación debe revisarse al menos una vez. Dependiendo de cada caso puede ocurrir que sea necesario realizar más controles.

Nota: Se aconseja realizar las comprobaciones relevantes para alcanzar el estándar Passivhaus durante la fase de proyecto con el objetivo de poder llevar a cabo posibles correcciones y mejoras. Cuando el proyectista no tenga experiencia previa en la construcción de un edificio según el estándar, se recomienda solicitar al menos una consultoría previa al diseño. Llevar a cabo una consultoría durante todo el proyecto también podría ser recomendable.

Al finalizar esta fase del proceso se le otorga al cliente, automáticamente, los resultados del cálculo corregidos con las mejoras propuestas. La supervisión durante la fase de obra no es objeto de la certificación, únicamente se debe presentar la justificación del cumplimiento de los valores de hermeticidad, del protocolo de equilibrado del sistema de ventilación, la declaración del director de la obra y al menos una fotografía. Una vez realizadas las comprobaciones necesarias para garantizar el cumplimiento de los criterios se hace entrega del siguiente sello:



Con la entrega del certificado se corrobora que la documentación aportada está correcta y que cumple con los requisitos técnicos del estándar Passivhaus definidos en el momento de la certificación. La evaluación no contempla ni el seguimiento de la construcción del edificio ni el control del comportamiento de los usuarios. La garantía de la calidad del diseño recae sobre el proyectista y la garantía de la calidad de la ejecución, sobre el director de la obra. El sello de "Passivhaus" o "Casa Pasiva" debe utilizarse exclusivamente en edificios que han obtenido el certificado.

Es razonable llevar a cabo un control de calidad adicional sobre la ejecución de la obra a certificar por parte del organismo certificador, en el caso de que el constructor no tenga experiencia previa en la construcción de edificios Passivhaus.

El Passivhaus Institut se reserva el derecho a realizar la adaptación de los criterios y de la metodología de cálculo que se deriven de los avances en el desarrollo técnico.

4. Metodología de cálculo, condiciones y normativa

Las siguientes condiciones límite o reglas de cálculo deberían ser usadas en el PHPP:

- Datos climáticos regionales (adaptados al lugar. Las diferencias de altitud se corrigen en $-0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ por cada 100 m de altitud)
- Datos climáticos del usuario: tienen que ser aprobados por el organismo certificador. Si los datos climáticos están disponibles en el PHPP, éstos deberán ser utilizados.
- Temperatura interior de diseño: se aplican las temperaturas interiores de referencia basadas en la EN 12831. Para usos no especificados o necesidades diferentes, la temperatura interior debe ser determinada para cada proyecto específico. Para una calefacción intermitente (reducción nocturna), la temperatura de diseño de interior podría ser disminuida tras la evaluación.
- Criterios de confort térmico según la normativa ISO 7730.
- Ganancias internas de calor: el PHPP contiene valores predeterminados para las ganancias internas de calor según el tipo de uso: apartamentos (2.1 W/m^2), oficinas (3.5 W/m^2), escuelas/guarderías/gimnasios (2.8 W/m^2) y residencias de la tercera edad (4.1 W/m^2). Éstos deben ser usados a menos que el Passivhaus Institut haya especificado otros valores nacionales. El cálculo con otros valores de cargas internas de calor solo está permitido si puede mostrarse que el uso real diferirá considerablemente del uso en el cual los valores por defecto están basados.
- Las índices de ocupación y los períodos de ocupación deben ser determinados para cada proyecto específico y relacionados según el tipo de utilización.
- La demanda de agua caliente sanitaria (ACS) en litros a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ por persona y día deben ser determinados para cada proyecto específico.
- Los flujos de volumen de aire promedio para la ventilación deben ser determinados para cada proyecto específico basados en una demanda de aire fresco de $15\text{-}30\text{ m}^3/\text{h}$ por persona (o de acuerdo a los requisitos legales aplicables, si existen). Los diferentes tipos de ventilación y las horas de funcionamiento del sistema deben ser consideradas. Los tiempos de funcionamiento para la pre-ventilación y post-ventilación deberían ser tenidos en cuenta cuando se apaga el sistema de ventilación. Los valores usados deben corresponderse con los verdaderos valores de equilibrado de la instalación.
- La demanda de energía eléctrica se ha de determinar para cada proyecto específico de acuerdo al PHPP. El tipo de uso del edificio con su ocupación y los horarios de utilización debería estar planificados. Sin una planificación de la iluminación a ser instalada o detalles en cuanto a otros usos de la electricidad, se deben utilizar los valores estándar del PHPP.
- Envoltente térmica: para su definición se consideran las medidas exteriores, sin excepción.
- Valores-U de los elementos opacos: el programa PHPP realiza los cálculos según la EN 6946 y considera los valores de conductividad térmica establecidos por la normativa nacional.
- Valores-U de las ventanas y puertas: el programa PHPP realiza los cálculos considerando los valores de transmitancia del marco (U_f) y el puente térmico del distanciador del vidrio ($\Psi_{\text{Borde de vidrio}}$) según la EN 10077, y el valor del puente térmico de la instalación ($\Psi_{\text{Instalación}}$) según la EN ISO 10211.
- Vidrio: el valor de la transmitancia del vidrio U_g (con dos cifras decimales) se calcula según la EN 673 y el factor solar g según la EN 410.
- Eficiencia del recuperador de calor: método de ensayo según el Passivhaus Institut (ver www.passivehouse.com); y en el caso de resultados provisionales según el método de DIBt (o similar) reduciendo un 12% tras consultarlo con el organismo certificador.
- Consumo del generador de calor: mediante el método PHPP o bien mediante justificaciones por separado.
- Factores de energía primaria: datos del PHPP.
- Para que el edificio sea certificado, el confort en verano debe ser garantizado en el mismo. Para el cálculo del sobrecalentamiento en verano con el PHPP se emplea en principio un único valor medio para todo el edificio, por lo que puede suceder que en algunas zonas exista sobrecalentamiento. Si se sospecha que esto sucede se debe llevar a cabo un análisis en profundidad (por ejemplo con simulaciones dinámicas).