

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA
GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA

TRABAJO FIN DE GRADO

ESTUDIO Y COMPARATIVA DE
VIVIENDAS UNIFAMILIARES BAJO
EL ESTÁNDAR PASSIVHAUS



AUTOR: CLAUDIA COLINO ALONSO
TUTOR: ALBERTO JOSÉ MEIIS RODRÍGUEZ

SEPTIEMBRE 2019



Universidad de Valladolid

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA
GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA

TRABAJO FIN DE GRADO

ESTUDIO Y COMPARATIVA DE
VIVIENDAS UNIFAMILIARES BAJO
EL ESTÁNDAR PASSIVHAUS

AUTOR: CLAUDIA COLINO ALONSO
TUTOR: ALBERTO JOSÉ MEIIS RODRÍGUEZ

SEPTIEMBRE 2019

A B S T R A C T

The construction sector of the European Union is the largest specific consumer of energy in Europe, which is why energy efficiency in buildings is becoming increasingly important, creating different types of energy standards that reduce their energy consumption. One of the most important is the Passivhaus standard. This document is a work related to the design and certificate of the single-family home under the Passivhaus standard in Spain.

Within it, the study, certification and comparison of three single-family homes located in different parts of the country will be carried out, thus obtaining the study in three different climates.

The PHPP (Passive House Planning Package), designed by the Passive House Institute, will be used as the main tool for housing certification. As an annex to the study, the certificates of each of the houses are collected.

KEY

WORDS

Passivhaus - Energy efficiency
Sustainable architecture - Energy certificate - Installations

R E S U M E N

El sector de la construcción de la Unión Europea es el mayor consumidor específico de energía de Europa, es por ello que la eficiencia energética en la edificación está cobrando cada vez más importancia, creándose distintos tipos de estándares energéticos que reduzcan su consumo de energía. Uno de los más importantes es el estándar Passivhaus.

El presente documento es un trabajo referente al diseño y certificado de la vivienda unifamiliar bajo el estándar Passivhaus en España.

Dentro del mismo se realizarán el estudio, certificación y comparación de tres viviendas unifamiliares situadas en diferentes puntos del país, consiguiendo, de esta manera, el estudio en tres climas diferentes.

Como principal herramienta para la certificación de las viviendas se utilizará el PHPP (Passive House Planning Package), diseñada por el Passive House Institute. Como anexo al estudio, se recogen los certificados de cada una de las viviendas.

PALABRAS CLAVE

Passivhaus - Eficiencia energética
Arquitectura sostenible - Certificación energética - Instalaciones

Í N D I C E

Introducción	1
Arquitecturasostenible	5
Clima en España.....	6
Estrategíasarquitectónicas	17
En condiciones de invierno.....	17
En condiciones de verano.....	25
La ventilación como estrategia combinada.....	28
Diferentes tipos de estándares	31
Minergie.....	31
NZEB (Nearly-Zero Energy Buildings).....	32
Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo.....	35
DB-HE (Documento Básico-Ahorro de Energía)	41
HE0-Limitación del consumo energético.....	44
HE1-Limitación de la demanda energética.....	45
HE2-Rendimiento de las instalaciones térmicas.....	50
HE3-Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.....	50
HE4-Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.....	51
HE5-Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.....	55
El estándar Passivhaus	59
Definición.....	61
Principios.....	62
Primer edificio Passivhaus, Darmstadt, 1991	63
PHPP (Passive House Planning Package)	67
Casos de estudio	81
Vivienda Entreencinas.....	85
El Peral Passivhaus.....	105
Casa Moda.....	129
Hoja Comparativa	150
Conclusiones	153
Anexo. PHPP, Vivienda Entreencinas	
Anexo. PHPP, El Peral Passivhaus	
Anexo. PHPP, Casa Moda	

INTRODUCCIÓN

Es a partir de finales del siglo XVIII cuando el consumo de energía comienza a incrementarse de forma exponencial debido, ante todo, al crecimiento demográfico, el desarrollo de la industria, y la incorporación del petróleo como principal combustible.

A partir de 1830, con la Revolución Industrial, comienzan a aumentarse los gases responsables del efecto invernadero, provocando el aumento del calentamiento global de la Tierra.

En 1973, con la Crisis del Petróleo, se comienza a ser consciente del posible futuro agotamiento de los recursos naturales. El aumento de las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera pasó a ser una preocupación mundial, por lo que se comenzaron a buscar medidas para reducir las emisiones del CO₂.

Bajo este contexto, renace el interés por la arquitectura pasiva, y con ello el concepto de sostenibilidad, que garantice que nuestras acciones y decisiones no inhiban las oportunidades de generaciones futuras.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), adoptada en la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro en 1992, surge como medio de colaboración de los países para limitar el aumento de la temperatura mundial y el cambio climático. En ella se tratan dos de los acuerdos internacionales de mayor importancia contra el cambio climático en la Unión Europea, el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París.

El Protocolo de Kioto, tiene como objetivo, en su segundo periodo de compromiso, que finaliza en el año 2020, al cual se le aplica la enmienda de Doha, que los países participantes se comprometan a reducir las emisiones en un 18% como mínimo con respecto a los niveles de 1990.

El Acuerdo de París, por su parte, pretende crear un plan de actuación que permita limitar el calentamiento del planeta por debajo de los 2°C. Entró en vigor el 4 de noviembre de 2016.

Las estrategias y objetivos climáticos fijados por la Unión Europea en la actualidad son los siguientes:

-Paquete de medidas sobre clima y energía hasta 2020.
Los objetivos fundamentales del paquete de medidas son una reducción del 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero (en relación con los niveles de 1990), 20% de energías renovables en la UE y un 20% de mejora de la eficiencia energética.

-Marco sobre clima y energía para 2030.
Objetivos clave para 2030 son la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (con respecto a 1990) de un 40%, un 32% de cuota de energías renovables y un 32,5% de mejora de la eficiencia energética.

-Estrategia a largo plazo para 2050.
La cual quiere reducir sus emisiones en un 80-95% con respecto a los niveles de 1990.

El actual sector de la construcción es el responsable a nivel global de casi el 40 por ciento de las emisiones contaminantes, el 30 por ciento de los residuos sólidos y el 20 por ciento de la contaminación de las aguas, es por ello que se crea la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios.

En ella se establecen unos requisitos mínimos de eficiencia energética, que deberán ser revisados cada 5 años, en cuanto a calefacción y refrigeración de espacios, agua caliente sanitaria, ventilación e iluminación.

Los edificios de nueva construcción deberán cumplir las normas mínimas establecidas por el Código Técnico de la Edificación, dentro del Documento Básico-Ahorro de energía, al igual que los edificios existentes en los cuales se haga una reforma o rehabilitación de importancia.

Así como todos los países de la Unión Europea deberán contar con un sistema de certificación de la eficiencia energética.

Todo ello con el fin de crear Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo. Para lo cual, a lo largo de los años, se han ido creando diversos sistemas y estándares de certificación energética.

Uno de los principales estándares de certificación energética es el estándar Passivhaus, creado en Alemania en 1991, por Wolfgang Feist y Bo Adamson, dentro del cual se establecen unos requisitos mínimos en cuanto a demanda de calefacción, energía primaria, refrigeración y estanqueidad.

El primer edificio que recibió el certificado Passivhaus fue construido ese mismo año, y tras él, han sido miles los edificios construidos bajo el estándar.

O B J E T I V O S

Para la realización de este documento, han sido elegidas tres viviendas unifamiliares construidas en España, bajo el estándar Passivhaus.

El trabajo se orienta hacia el estudio de las mismas, teniendo en cuenta los principios hacia una arquitectura sostenible, las distintas estrategias en cuanto a su diseño diferenciando las posibilidades existentes tanto en la estación de invierno como en verano, así como las tácticas usadas a lo largo de la historia para el máximo aprovechamiento de la energía solar, adecuando la construcción al entorno y disminuyendo al máximo el impacto ambiental.

Las localizaciones de las viviendas se han seleccionado con el fin de poder distinguir los requisitos mínimos necesarios en la actualidad en España, en función de la zona climática en la que se encuentre situado el edificio, para ello será utilizado el apartado de Ahorro de Energía del Documento Básico perteneciente al Código Técnico de la Edificación.

Así como, con el fin de aplicar los conocimientos obtenidos, el documento se enfocará hacia el estudio de los distintos certificados energéticos existentes, haciendo hincapié en el estándar Passivhaus y se procederá a un estudio más exhaustivo de las viviendas y su posterior certificación mediante el PHPP, herramienta oficial del estándar Passivhaus.

Cabe agradecer a los estudios de arquitectura Duque y Zamora (vivienda Entreencinas), Lopez Merino (El Peral Passivhaus) y aiRe (Casa Moda), su gran ayuda desinteresada y aporte de documentación.

ARQUITECTURA SOSTENIBLE

Actualmente, la arquitectura sostenible se podría definir como una arquitectura popular evolucionada.

Arquitectura y clima han estado siempre relacionadas, y la arquitectura popular representa la adecuación perfecta entre el clima, las necesidades humanas y la construcción sostenible.

El clima de un lugar se obtiene mediante diversos factores climáticos:

-Latitud

Mediante la latitud del lugar sabremos la forma con la que incide el sol, dependiendo de si son latitudes altas, donde los rayos inciden de forma muy diferenciada en las distintas épocas del año hasta las latitudes bajas donde el sol actúa de manera muy uniforme.

-Factor de continentalidad

La distribución en continentes es otro de los factores que intervienen en el clima. Se trata de la temperatura superficial del lugar durante el día y su posterior re-irradiación durante la noche a la óveda celeste.

-Factor orográfico

Dependiendo a la existencia o no de barreras montañosas, se creará una alteración de circulación de los vientos.

-Temperatura de la superficie del mar

Sobre la tierra, el calentamiento siempre es más notable que sobre el mar, pero existen zonas de la tierra donde la temperatura del mar es mucho más alta o baja que en el resto.

-Altitud sobre el nivel del mar

Cuanto mayor altitud, mayor porcentaje de radiación directa, pero menor temperatura, ya que nos alejamos del suelo, que es el elemento que produce calor.

-Naturaleza de la superficie de la tierra

En las zonas en las que exista vegetación, las diferen-

cias de temperatura serán mucho menores dado que la propia vegetación tiene la capacidad de mantener estable su temperatura.

-Propiedades físicas de la atmósfera
Temperatura del aire, humedad, presión atmosférica, radiación solar y viento.

-Fenómenos meteorológicos
Cantidad y duración de lluvia o nieve, tormentas y sus posibles variantes (huracanes, tifones, tornados, ciclones...), nubes y nieblas.

-Composición química
De la atmósfera y de las precipitaciones

-Unidades ecológico-agrícolas
Fauna y flora y explotaciones agropecuarias o ganaderas del lugar.

-Unidades paisajísticas
Tipos de paisajes generados según el clima del lugar.

CLIMA EN ESPAÑA

Por su latitud la España peninsular y las islas Baleares se localizan en el límite meridional del dominio templado y en contacto con las altas presiones subtropicales, en una zona con predominio de la circulación de vientos del oeste y suroeste; en verano, sin embargo, los anticiclones subtropicales dominan la atmósfera aportando una fuerte estabilidad. Una franja latitudinal intermedia que constituye el área de intercambio energético entre las masas de aire frío polar y las masas de aire cálido tropical, donde se localiza el frente polar. Su oscilación estacional norte-sur y la llegada de borrascas atlánticas asociadas a él suponen continuos y, a veces, bruscos cambios del tiempo atmosférico, característica esencial de buena parte de los climas de España. La variedad climática se acrecienta al pertenecer las islas Canarias al ámbito subtropical-tropical, menos afectadas por las pulsaciones del frente polar, y donde el dominio de las altas presiones

es casi constante.

La posición geográfica de la península ibérica entre dos grandes masas continentales y entre el océano Atlántico y el mar Mediterráneo le confieren, además, un papel de encrucijada de influencias marítimas y continentales diversas y contrastadas. Finalmente, las características del relieve aportan una mayor complejidad al mosaico climático español; en primer lugar por su elevada altitud media, que alcanza los 650 m, y que condiciona intensamente las temperaturas; y en segundo lugar por la disposición de las barreras montañosas, que generan fuertes contrastes espaciales en todos los elementos climáticos y meteorológicos, tanto a escala regional como local.

TEMPERATURA

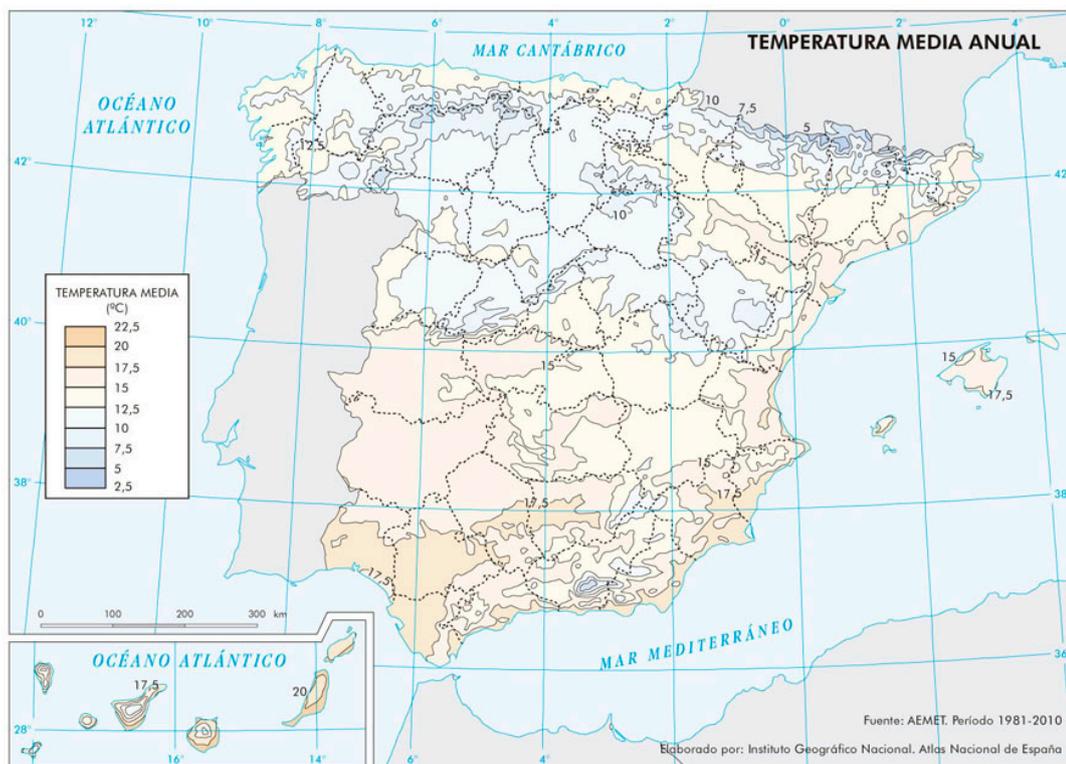


Figura 1. Mapa de temperatura media anual. 1981-2010. Fuente: <http://atlasnacional.ign.es/wane/Clima>

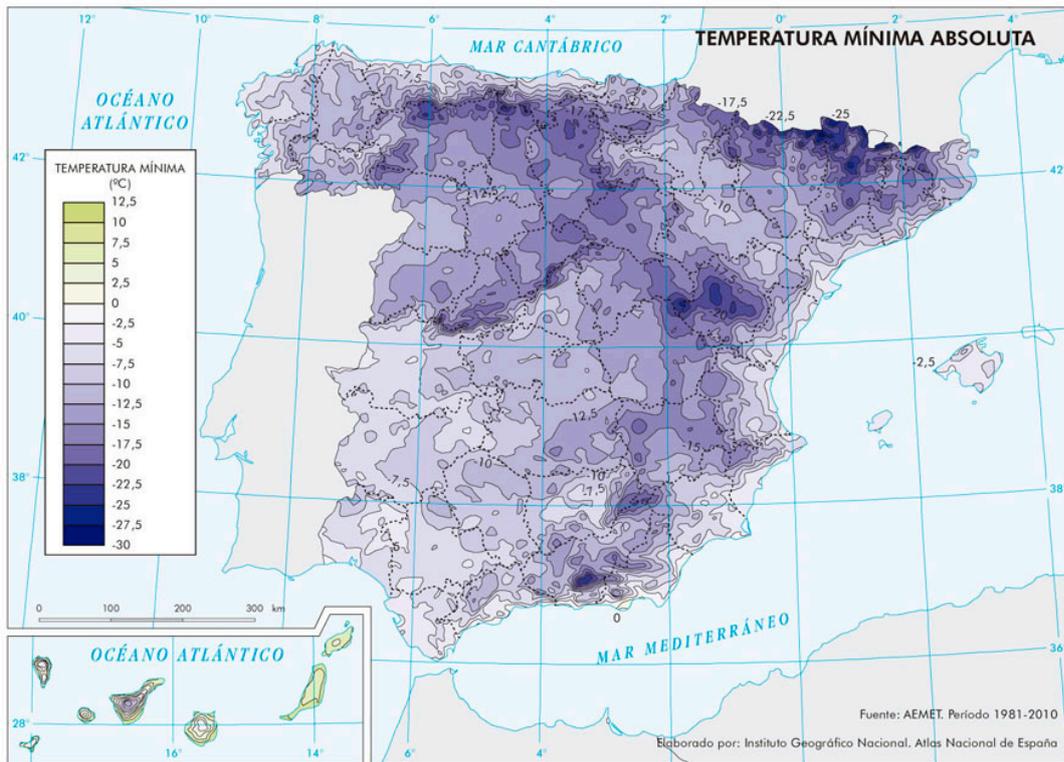


Figura 2. Mapa de temperatura mínima absoluta. 1981-2010. Fuente: <http://atlasnacional.ign.es/wane/Clima>

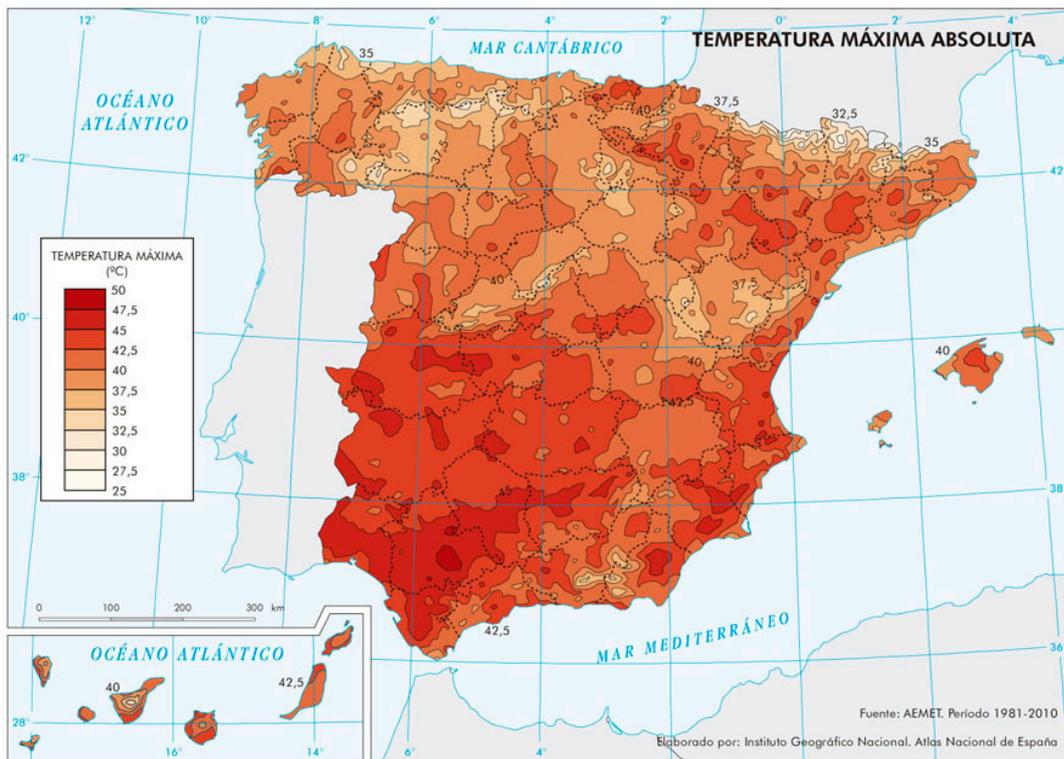


Figura 2. Mapa de temperatura máxima absoluta. 1981-2010. Fuente: <http://atlasnacional.ign.es/wane/Clima>

PRECIPITACIÓN

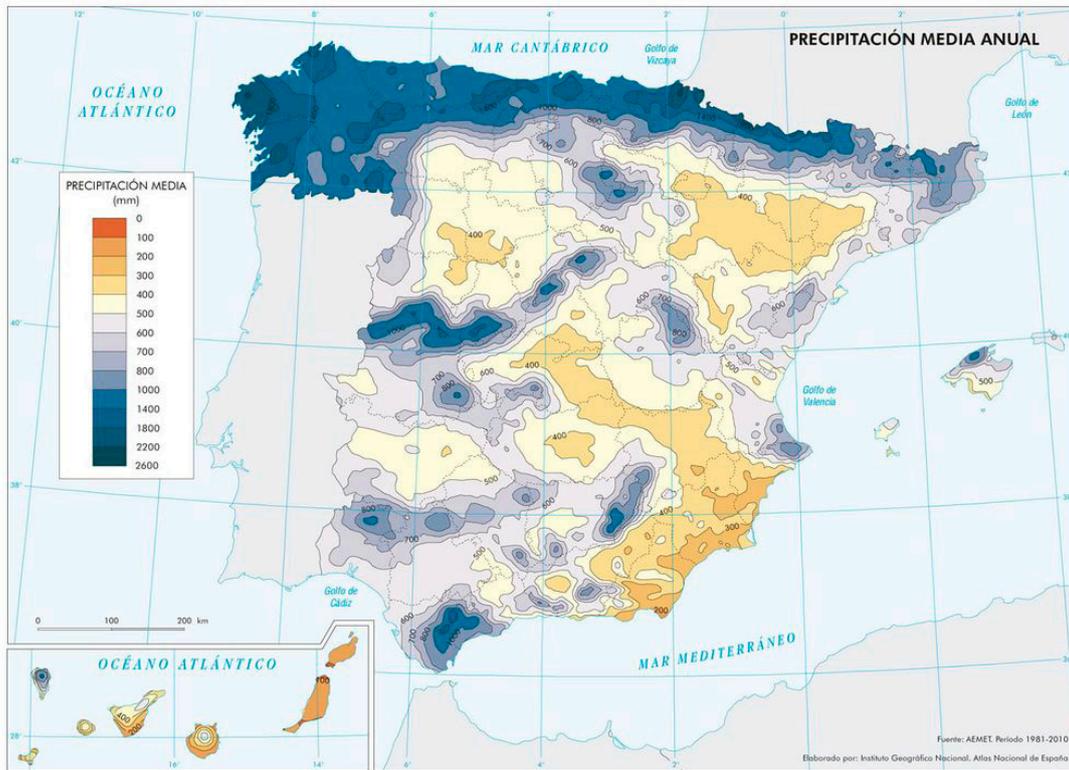


Figura 3. Mapa de precipitación media anual. 1981-2010. Fuente: <http://atlasnacional.ign.es/wane/Clima>

HIDROMETEOROS

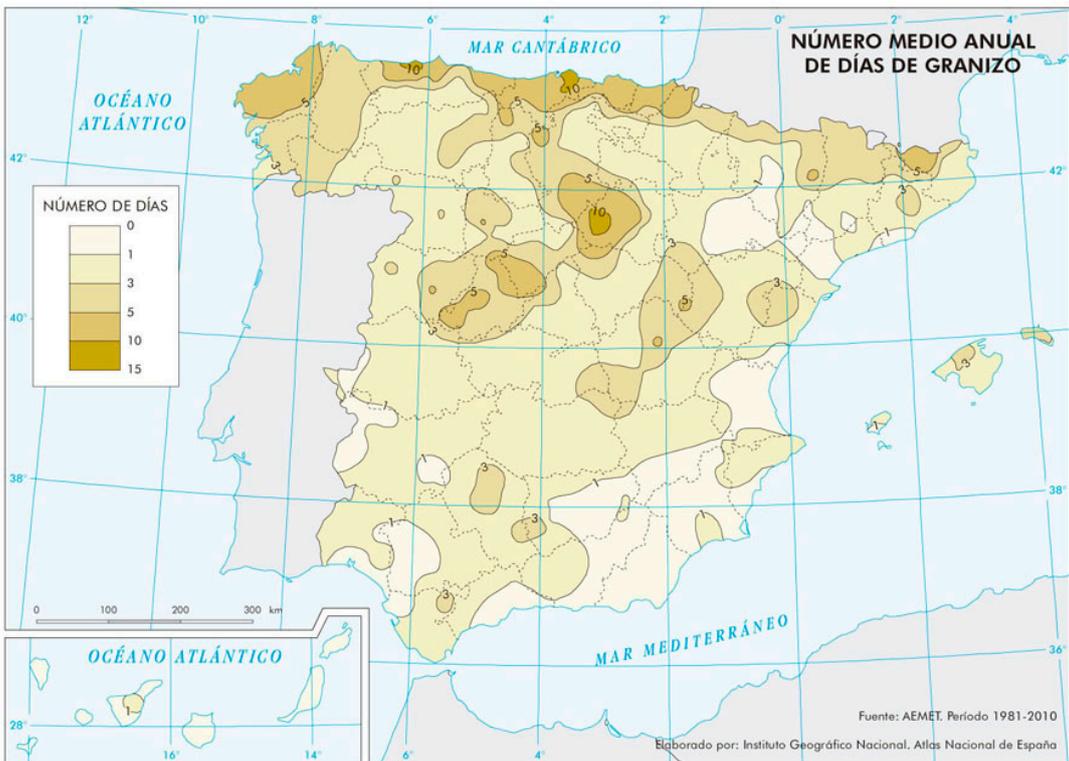


Figura 4. Mapa de número medio anual de días de granizo. 1981-2010. Fuente: <http://atlasnacional.ign.es/wane/Clima>

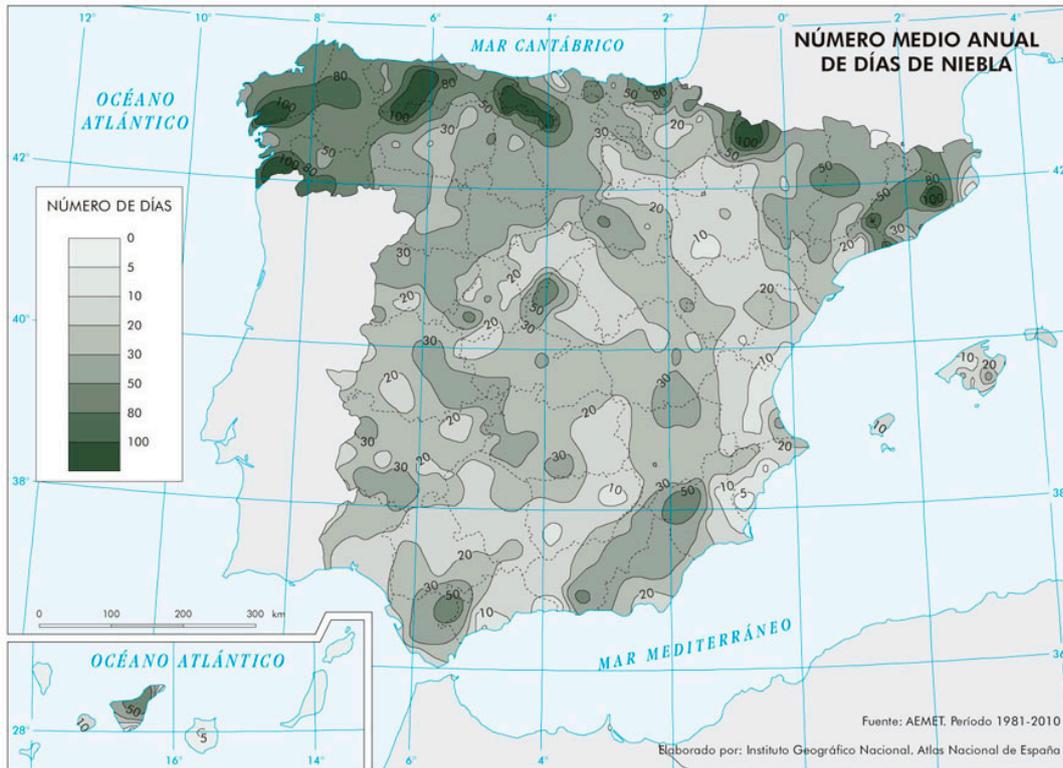


Figura 6. Mapa de número medio anual de días de niebla. 1981-2010. Fuente: <http://atlasnacional.ign.es/wane/Clima>

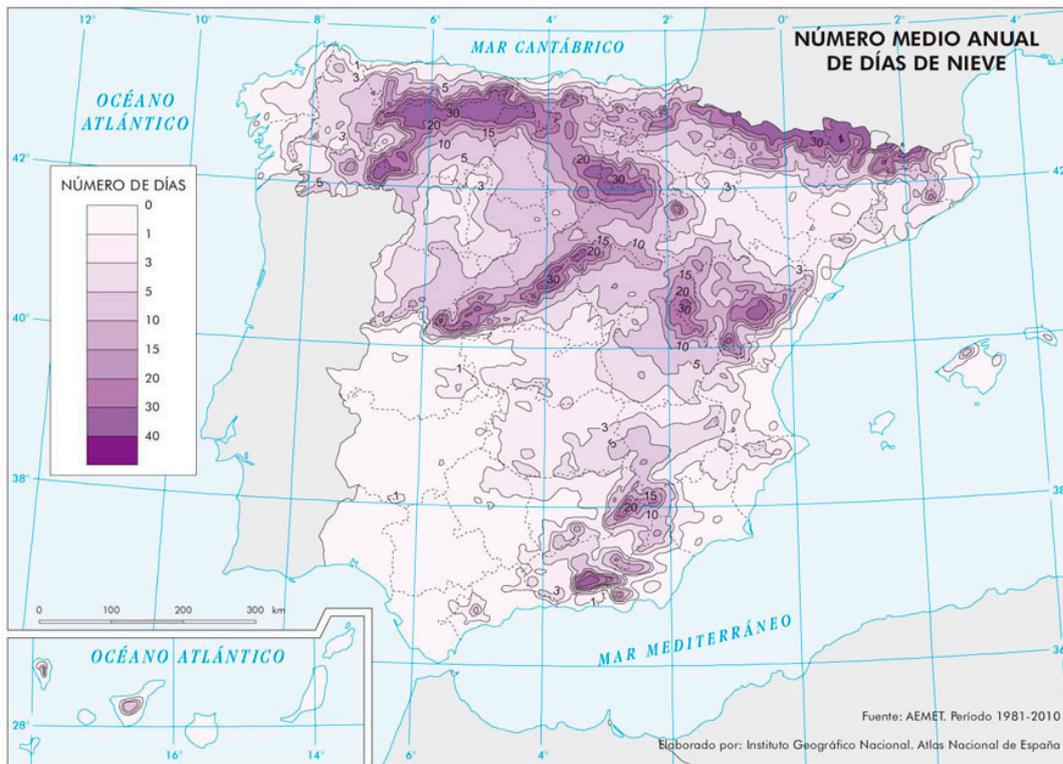


Figura 7. Mapa de número medio anual de días de nieve. 1981-2010. Fuente: <http://atlasnacional.ign.es/wane/Clima>

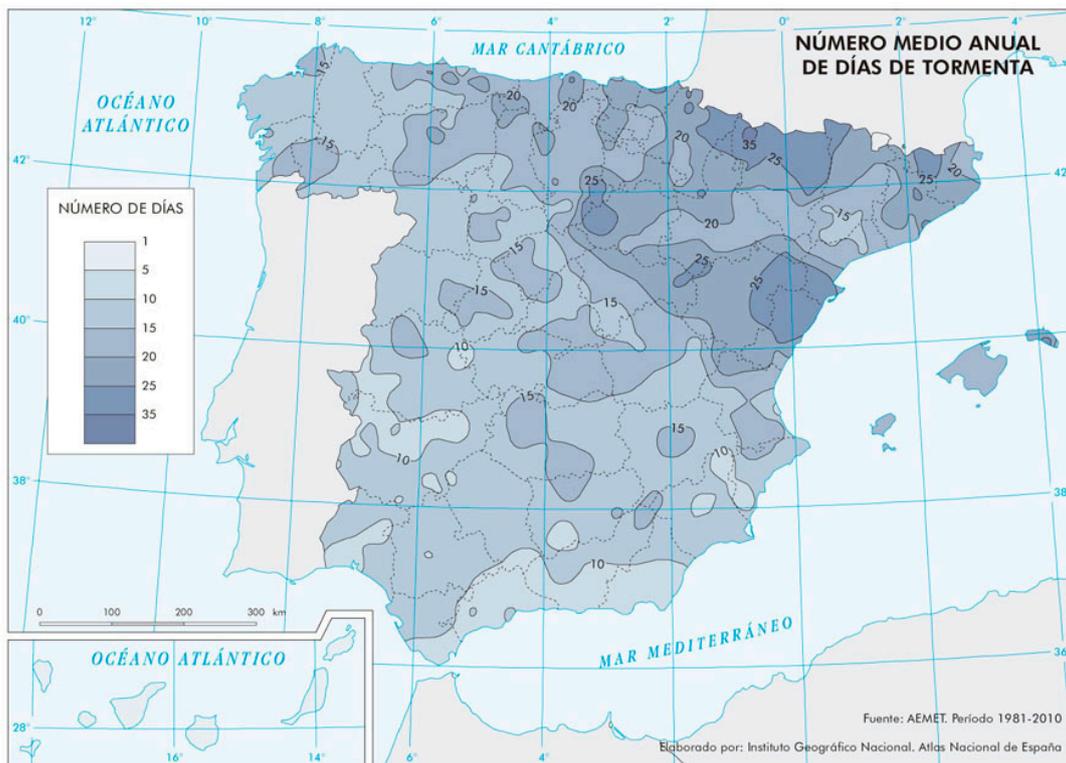


Figura 8. Mapa de número medio anual de días de tormenta. 1981-2010. Fuente: <http://atlasnacional.ign.es/wane/Clima>

INSOLACIÓN

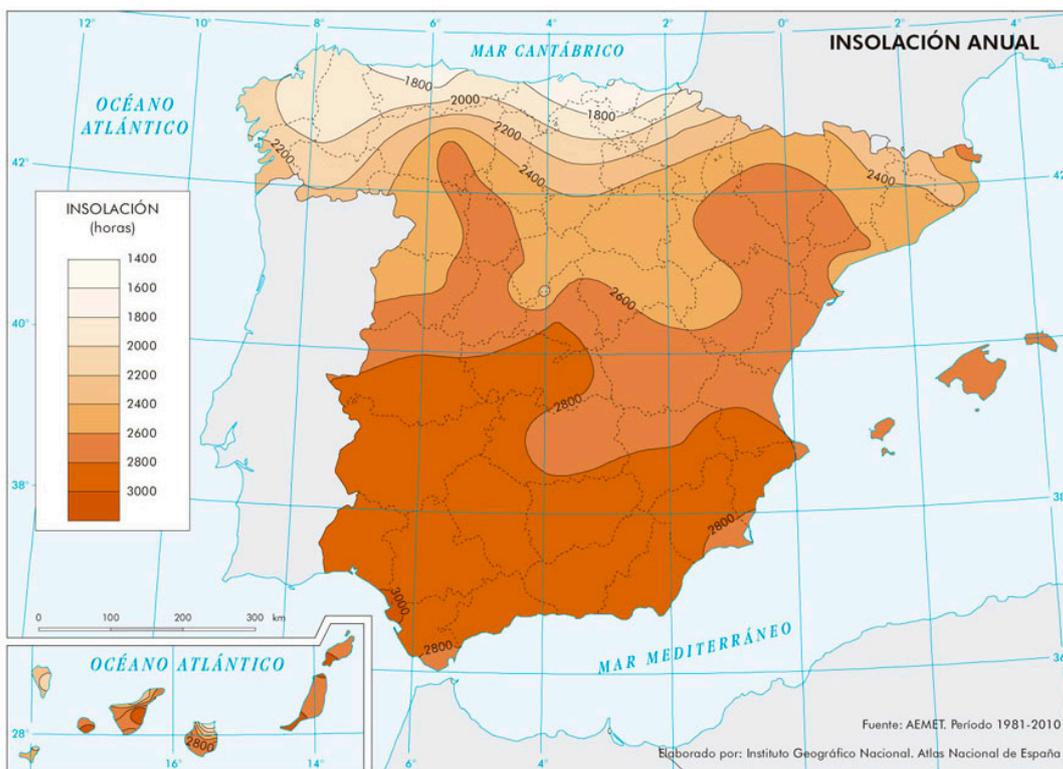


Figura 9. Mapa de insolación anual. 1981-2010. Fuente: <http://atlasnacional.ign.es/wane/Clima>

ESTUDIO Y COMPARATIVA DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES BAJO EL ESTÁNDAR PASSIVHAUS EVOTRANSPIRACIÓN

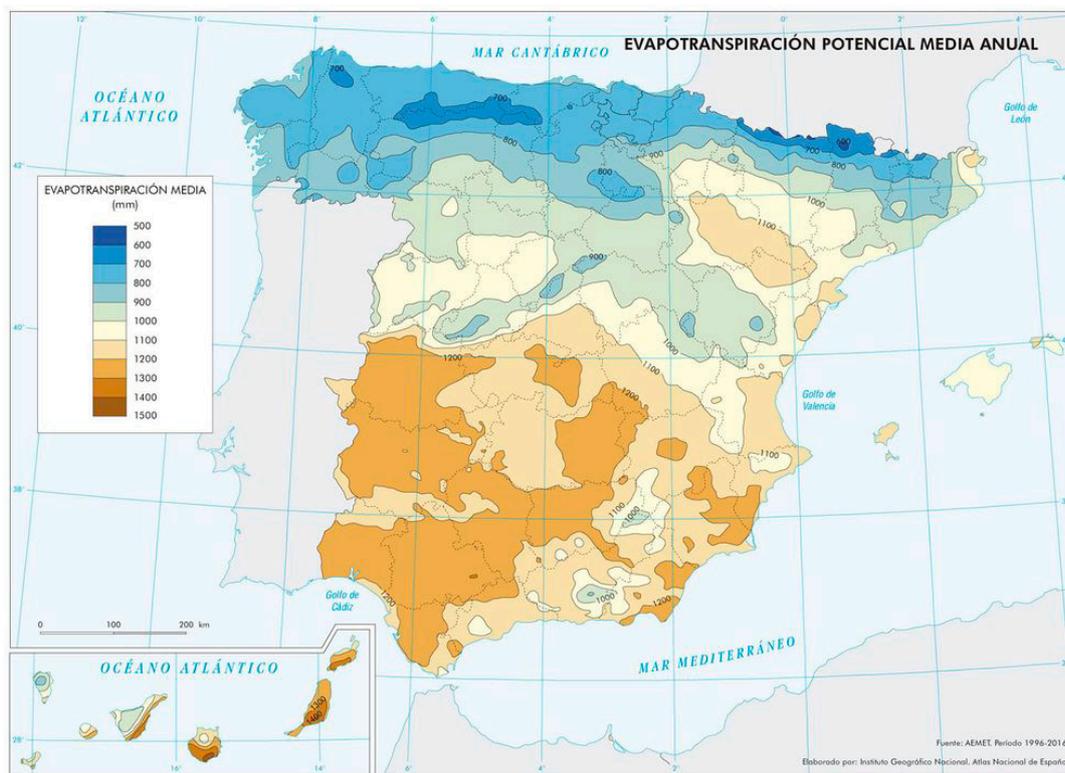


Figura 10. Mapa de evotranspiración potencial media anual. 1981-2010. Fuente: <http://atlasnacional.ign.es/wane/Clima>



Figura 11. Mapa de clasificación climática según Köppen. 1981-2010. Fuente: <http://atlasnacional.ign.es/wane/Clima>

Los tres casos de estudio seleccionados se encuentran situados en Villanueva de Pría (Asturias), Valladolid (Castilla y León) y Moyá (Cataluña), con la intención de poder realizar el estudio con cualquiera de los tres climas existentes en España, que son el clima oceánico, el continental y el mediterráneo respectivamente. Las características principales de los diferentes climas que podemos encontrar en la Península Ibérica son los siguientes:

El clima oceánico es típico de zonas próximas al océano, posee una humedad relativa elevada y pequeñas oscilaciones térmicas a lo largo del año. Los inviernos son fríos y los veranos frescos. Las precipitaciones son abundantes a causa de proximidad a la costa.

El clima continental se caracteriza principalmente por las grandes diferencias de temperatura entre la estación de invierno y la de verano, los inviernos son fríos y los veranos calurosos.

El clima mediterráneo tiene inviernos templados y lluviosos y veranos secos y calurosos, con temperaturas y precipitaciones variables en otoño y primavera. Las lluvias no suelen ser muy abundantes y las temperaturas se mantienen en promedio por encima de los 20°C

Se exponen a continuación, de forma más minuciosa, los aspectos de cada una de las localizaciones teniendo en cuenta los mapas mostrados con anterioridad.

VILLANUEVA DE PRÍA, ASTURIAS

Temperatura media	12,5-15°C
Temperatura máxima absoluta	35°C
Temperatura mínima absoluta	7,5°C
Precipitación media anual	1400mm
Número medio anual de días de granizo	5
Número medio anual de días de niebla	50
Número medio anual de días de nieve	3
Número medio anual de días de tormenta	15
Insolación anual	1800h
Evotranspiración potencial media anual	700mm

VALLADOLID, CASTILLA Y LEÓN

Temperatura media	12,5-15°C
Temperatura máxima absoluta	40°C
Temperatura mínima absoluta	12,5°C
Precipitación media anual	400mm
Número medio anual de días de granizo	3
Número medio anual de días de niebla	30
Número medio anual de días de nieve	5
Número medio anual de días de tormenta	10
Insolación anual	2600h
Evotranspiración potencial media anual	900mm

MOYÁ, BARCELONA, CATALUÑA

Temperatura media	15-17,5°C
Temperatura máxima absoluta	37,5°C
Temperatura mínima absoluta	10°C
Precipitación media anual	600mm
Número medio anual de días de granizo	1
Número medio anual de días de niebla	30
Número medio anual de días de nieve	1
Número medio anual de días de tormenta	15
Insolación anual	2400h
Evotranspiración potencial media anual	900mm

ESTRATEGIAS ARQUITECTÓNICAS

ESTRATEGIAS ARQUITECTÓNICAS DE DISEÑO SOSTENIBLE EN CONDICIONES DE INVIERNO

Captación, acumulación y distribución son los tres pilares fundamentales de la estructura del diseño bioclimático.

CAPTACIÓN

La captación se puede realizar mediante sistemas mecánicos o pasivos.

Los sistemas pasivos se podrían clasificar de esta forma:

-Captación directa

La captación directa se limita a la colocación adecuada de acristalamientos del edificio, o lo que es lo mismo, un correcto diseño del mismo, sin ningún coste adicional.

Puede ser mediante acristalamiento en fachada, o bien lucernarios en cubierta.

El mayor inconveniente que encontramos en este tipo de captación es la dependencia absoluta del sol.

-Captación directa con lazo colectivo

Hablamos de crear un lazo colectivo cuando se crea una especie de atrio o galería, cubierto de una estructura acristalada, que permite reservar las ganancias de calor durante más tiempo. El lazo colectivo permite separar la zona de captación de la estancia, generando corrientes de aire caliente.

-Captación retardada por acumulación

En este caso se instalan elementos opacos a la luz solar que recogen y acumulan el calor. El proceso de transferencia de calor al interior durará varias horas.

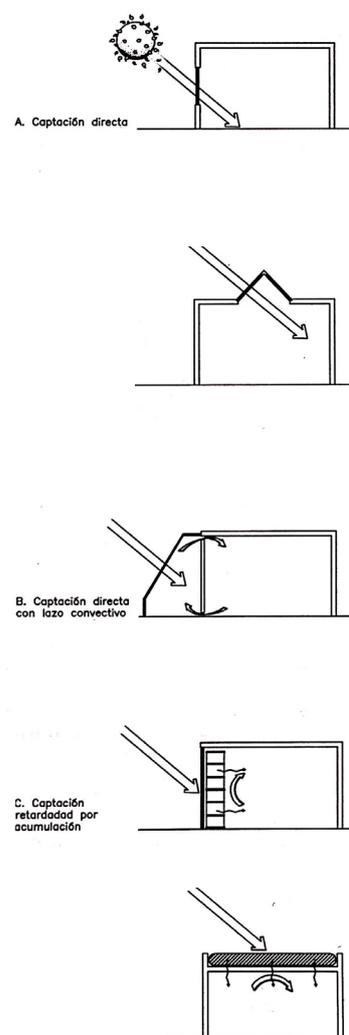


Figura 11. Sistemas de captación.

Fuente: Neila Gonzalez, F.Javier, 2004. *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*. Madrid, España: Munilla-Lería

El inconveniente de este tipo de captación es que gran parte de la energía acumulada vuelve al exterior.

-Captación directa con acumulación y lazo colectivo
O lo que es lo mismo, el muro trombe, que es algo así como una especie de invernadero de pequeñas dimensiones, que consta de una masa de aire confinada entre un vidrio exterior y una pared interior. El muro dispone de dos conjuntos de orificios, unos en la parte superior y otros en la inferior.

El funcionamiento es el siguiente, el aire que se encuentra dentro del muro comienza a calentarse mediante la radiación solar, una vez caliente asciende por los orificios superiores a la estancia, la cual va calentando gradualmente, y una vez enfría, desciende y es reabsorbido por el muro mediante los orificios inferiores.

DISTRIBUCIÓN Y ACUMULACIÓN

Ahora bien, hemos logrado llevar el aire caliente a un punto del edificio, pero existen algunos mecanismos que nos permiten ampliar la superficie acondicionada y distribuir más correctamente el aire calefactado.

-Ventilador

Se recurre a un sistema mecánico que permite llevar el aire caliente a través de conductos a cualquier parte del edificio, retornando de forma natural por succión.

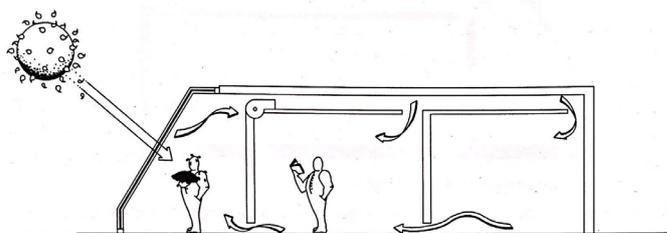


Figura 12. Sistema de distribución por ventilador. Fuente: Neila González, F.Javier, 2004. *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*. Madrid, España: Munilla-Lería

- Lecho de grava bajo el edificio
Permite conservar el calor al mismo tiempo que se reparte bajo todos los locales.

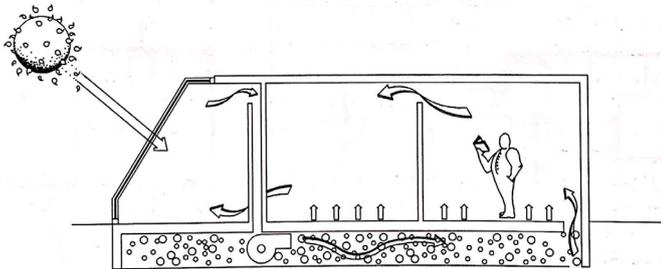


Figura 13. Sistema de distribución por lecho de grava. Fuente: Neila Gonzalez, F.Javier, 2004. *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*. Madrid, España: Munilla-Lería

- Doble piel
Consiste en configurar todos los cerramientos con dos capas y una cámara de aire intermedia, con dimensiones suficientes como para que circule aire entre ellas

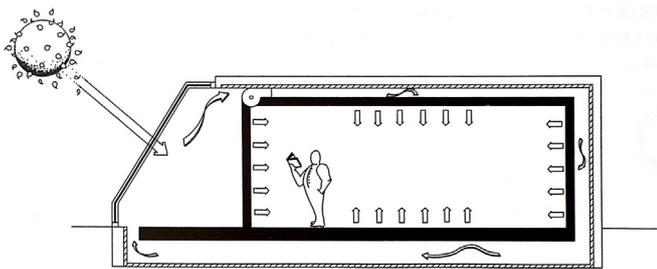


Figura 14. Sistema de distribución por doble piel. Fuente: Neila Gonzalez, F.Javier, 2004. *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*. Madrid, España: Munilla-Lería

- Distribución
Basado en el diseño y concepción de los locales, permitiendo una correcta captación y distribución.
Orientando las estancias al sur para que puedan captar la energía suficiente o creando ventilación cruzada para una correcta distribución de la energía sin ningún gasto a mayores.

ENERGÍA AUXILIAR

Lo más habitual, es que los sistemas pasivos de acondicionamiento no consigan la autosuficiencia, lo que nos lleva a plantear siempre un sistema de calentamiento complementario.

Si la instalación es muy grande y la energía demandada alta, se debe de instalar un sistema de calefacción convencional, en el que se recurrirá a las típicas calderas de combustible o bombas de calor con redes de distribución de agua o de aire. Pero es más recomendable el uso de suelos radiantes, ya que con ellos se ahorra energía debido a que la temperatura de bienestar se consigue con 1 o 2 grados menos que con los anteriormente nombrados.

Resulta imprescindible la presencia de un sistema de regulación y control del sistema que permita aprovechar al máximo las aportaciones del sistema pasivo, actuando solo cuando sea estrictamente necesario. También se puede considerar como alternativa a la instalación un sistema de colectores planos.

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR AGUA CALIENTE

Existen dos tipos, los monotubulares y los bitubulares.

En los Sistemas Monotubulares, los radiadores (o emisores) se sitúan en serie, y el mismo agua que circula por el primer radiador seguirá hasta el último.

Este sistema presenta inconvenientes por bajo rendimiento debido a que si la instalación es relativamente grande, el último radiador de la serie no recibirá el calor de los primeros.

Los Sistemas Bitubulares sitúan los radiadores (emisores de calor) en paralelo y cada radiador recibe el agua que necesita, distribuyéndose el resto del agua hacia los otros radiadores.

Este es un sistema mejor pero más caro porque requiere el doble de tuberías en su instalación.

Para viviendas donde no se superan los cuatro radiadores, se utiliza el sistema monotubular; superando esa cantidad de emisores, siempre se emplea el sistema bitubular.

Componentes:

-Caldera

Una caldera de calefacción consta de un hogar, donde se quema el combustible, y un intercambiador donde el calor producido por la combustión se trasmite al caloportador, que lo lleva a los emisores o elementos terminales.¹ Cuando es necesario el uso de un quemador (para combustibles fluidos), el conjunto de caldera y quemador se llama generador.

-Circuladores y bombas

Bombas eléctricas de circulación que funcionan impulsando el agua para que esta permanezca en circulación de forma constante.

-Tuberías

Las más utilizadas para calefacción son las tuberías de polipropileno y las multicapa (polietileno-aluminio.-polietileno)

-Purgadores

Se sitúan en los puntos más altos del circuito para permitir la salida del aire que haya podido entrar en las tuberías.

-Emisores

Los emisores del circuito son los radiadores, elementos que transmiten el calor desde la instalación al ambiente. El agua caliente circula por su interior.

-Termostato

Su función es enviar señales a la caldera, se emplean para regular la temperatura del agua de la misma. Se fija la temperatura ambiente deseada en el termostato, y cuando esta varía, entra en funcionamiento para regularse.

-Válvula de seguridad

Se instalan dentro del circuito para evitar que los niveles de presión se eleven por encima de los de seguridad. Se encarga de expulsar el agua del circuito para aliviar la presión, este agua va directamente al desagüe.

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN POR SUELO RADIANTE

La calefacción por suelo radiante es un método de calefacción por radiación, que utiliza un fluido caloportador, circulando por un serpentín de tubos de polietileno de alta densidad, reticulado por radiación de electrones, empotrados en una placa de hormigón, la cual constituye el emisor de temperatura.

Los tubos son de material termoplástico (polibutileno con barrera antidifusión de oxígeno o polietileno reticulado con barrera antidifusión de oxígeno).

La sensación de “temperatura de confort”, que percibe el cuerpo humano, no es la que se puede medir con un termómetro (que medirá la temperatura ambiente), sino la media aritmética entre la temperatura ambiente y la temperatura media de las superficies que rodean el cuerpo.

Esto nos permite asegurar que el cuerpo percibe una sensación de confort, con una temperatura ambiente de 17-18°C, cuando serían necesarios 20-21°C para obtener el mismo confort con otros sistemas de calefacción (radiadores, aire caliente, etc.).

La disminución de la temperatura ambiente lleva consigo un ahorro de energía del 5% por cada grado, lo que nos permite hablar de ahorros del 15% para instalaciones de calefacción por suelo radiante frente a los sistemas tradicionales, a igualdad de tiempo y temperatura de utilización.

Además como ventaja, si hablamos de diseño, permite ahorrar espacio debido a la eliminación de los radiadores.

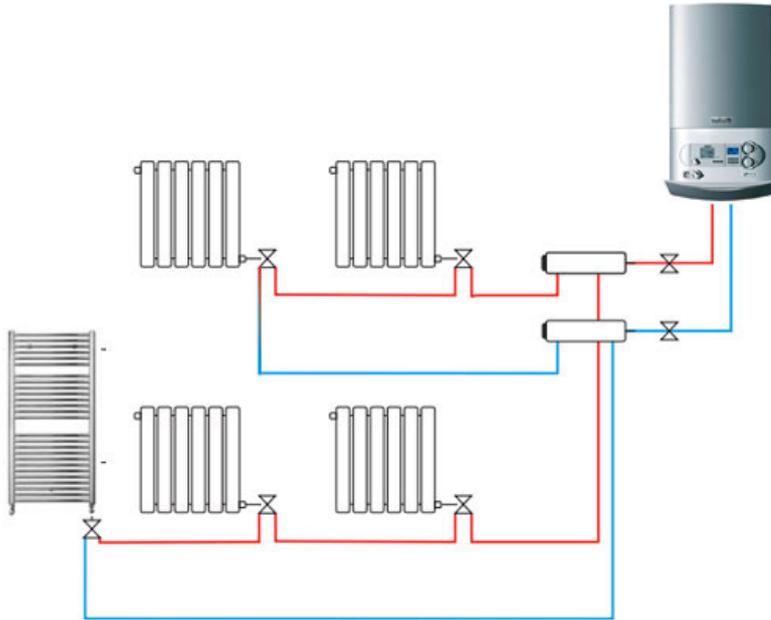


Figura 15. Sistema de calefacción monotubo. Fuente: <https://climargas.es/wp-content/uploads/2015/05/esquema-monotubo-calefaccion.jpg>

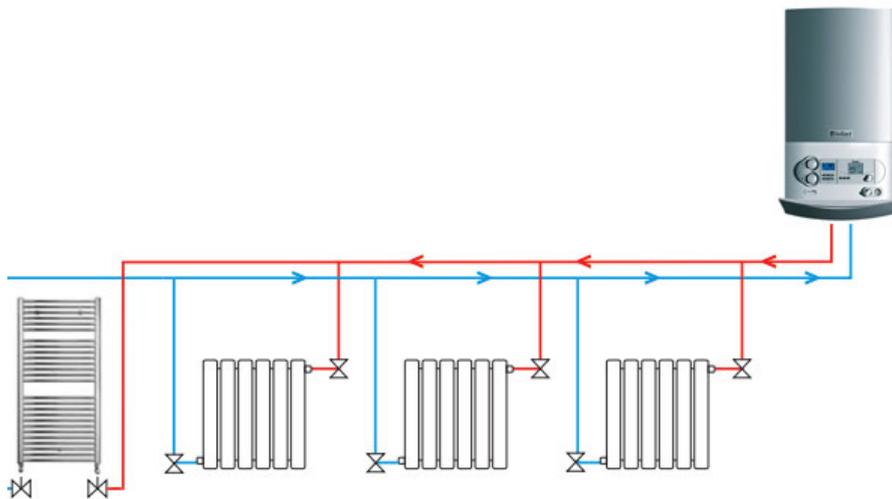


Figura 16. Sistema de calefacción bitubo. Fuente: <https://climargas.es/wp-content/uploads/2015/05/esquema-bitubo-calefaccion.jpg>

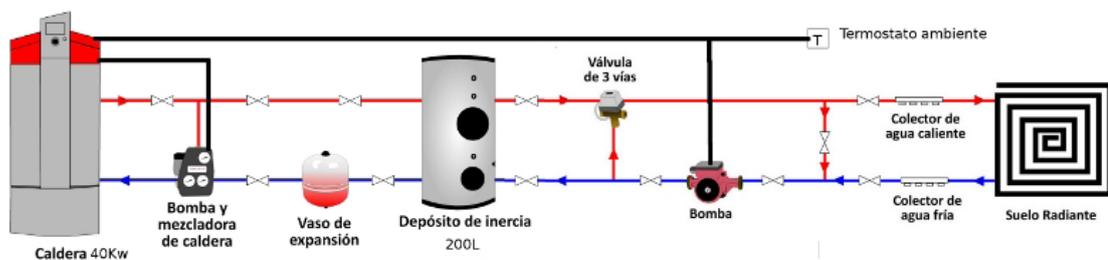


Figura 16. Sistema de calefacción por suelo radiante. Fuente: http://www.cenit-solar.com/suelo_radiante_esquema.php

ESTRATEGIAS ARQUI- TECTÓNICAS DE DISEÑO SOSTENIBLE EN CONDI- CIONES DE VERANO

La naturaleza no genera una fuente de refrigeración como lo es el sol para la calefacción. En esta época del año se busca una eliminación del exceso de calor interior (sobrecalentamiento) y una introducción del aire fresco exterior mediante la ventilación.

MEDIDAS PREVENTIVAS CONTRA EL SOBRECALENTAMIENTO

HUECOS ACRISTALADOS

Orientaciones óptimas

Si pensásemos solamente en la estación de verano, la orientación óptima sería la norte, pero no debemos olvidar que en países como España, necesitamos acristalamientos al sur para poder captar energía en invierno. Es necesario contemplar globalmente el problema de la distribución de los acristalamientos para que sea efectivo a lo largo del año.

Las orientaciones este y oeste son las más desfavorables, ya que se obtienen los mayores valores en verano y los menores en invierno. Por lo tanto, las más favorables para un edificio pasivo serán la norte y la sur. Ya que los huecos abiertos al sur son fáciles de proteger mediante sistemas de sombreamiento, ya que el sol incide de manera muy perpendicular a la superficie, y los huecos al norte permiten la ventilación cruzada.

Protecciones del hueco

Existen dos tipos de protecciones, las que solo protegen de la radiación solar (PERS) y las que protegen, además de la transmisión de calor (PRSTC)

CUBIERTA

Es el cerramiento que mayor radiación solar recibe a lo largo del día.

Cubierta ventilada

Son necesarios unos huecos de ventilación amplios que permitan que el aire que se encuentra debajo de la cubierta se diluya con el exterior. La solución más sencilla es la de construir los faldones de la cubierta sobre tabiquillos, en este caso es muy importante introducir suficiente aislamiento entre la cámara de aire y el forjado del último piso.

Cubierta vegetal

En este caso el sustrato y la vegetación actúan como aislamiento y como protección impermeabilizante. Pueden ser extensivas o intensivas.

-Extensiva o ecológica

La capa de sustrato tiene 8-12 cm de espesor, el mantenimiento es mínimo o nulo por lo que se debe escoger cuidadosamente la vegetación a plantar. Las capas en las que se compone una cubierta ecológica son las siguientes:

- Lámina impermeable
- Protección antirraíces
- Aislante térmico
- Capa de drenaje
- Lámina geotextil
- Sustrato
- Especies vegetales

-Intensiva o ajardinada

Tiene un sustrato de mayor espesor (mayor de 20cm). Exige una estructura de refuerzo debido al posible aumento de cargas que pueda llegar a tener.

En resumen, la cubierta ecológica es la más favorable para un edificio pasivo, tanto como por la falta de mantenimiento necesaria, el peso disminuido en comparación con la ajardinada, y gracias a la cantidad de vegetación produce un sombreado que disminuye notablemente la temperatura de la cubierta, eliminando así el sobrecalentamiento de la misma.

PAREDES

El color es un tema muy importante a la hora de hablar de la lucha contra el sobrecalentamiento, los colores claros tienen un bajo factor de absorción térmica (entre el 0,10 y el 0,20) o lo que es lo mismo, solo absorben un 10-20% de la radiación solar que incide sobre ellos. Mientras que el negro tiene un factor del 0,95, absorbiendo casi toda la radiación que incide sobre él.

Como complemento al color de la propia fachada, existe la estrategia de crear una fachada ventilada, generando algo así como una vivienda dentro de otra, permitiendo la disolución del aire interior de la cámara con el exterior, como ocurría con la cubierta ventilada nombrada anteriormente.

-PERS. Dentro de este primer tipo se encuentran los parasoles, las lamas, y los toldos. Pueden ser fijas o móviles.

-PRSTC. Estas se desarrollan en paralelo al vidrio, pueden ser exteriores o interiores.

Persianas, contraventanas, cortinajes y persianas venecianas se incluyen en este tipo.

LA VENTILACIÓN COMO ESTRATEGIA COMBINADA DEL SOBRECALENTAMIENTO Y LA SENSACIÓN DE CALOR

Existen diversos tipos de ventilación, los cuales se podrían clasificar de la siguiente manera:

- Ventilación natural pura
 - Directa
 - Cruzada
- Ventilación forzada natural
 - Recalentamiento en fachada
 - Recalentamiento en cubierta
 - Chimenea solar
 - Extracción por viento
- Ventilación inducida
 - Chimenea de viento de una boca
 - Chimenes de viento de múltiples bocas

En los dos casos de estudio, la única ventilación que existe es la natural, por lo tanto, nos concentraremos en la ventilación directa y la cruzada.

Este tipo de ventilación se da por las diferencias de presión entre el interior y el exterior del local.

VENTILACIÓN DIRECTA

La ventilación más utilizada es la de mantener abiertas las ventanas durante un periodo de tiempo al día. Para mejorar la ventilación, lo idóneo sería tener en cuenta el viento que recibe el edificio, las fachadas donde se crean presiones y por el contrario, depresiones. Intentando conseguir que el aire tenga una entrada en la fachada de sobrepresión y una posible salida en la de depresión.

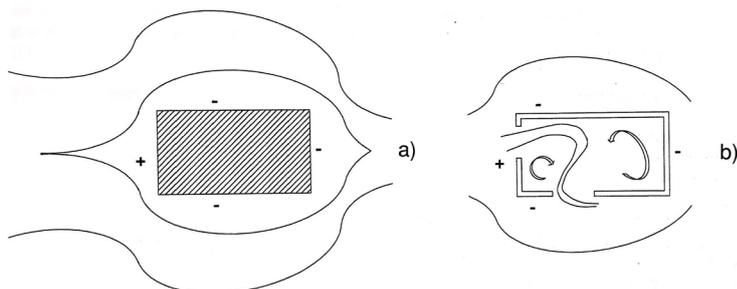


Figura 15. Efectos del viento, presiones y depresiones. Fuente: Neila Gonzalez, F.Javier, 2004. *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*. Madrid, España: Munilla-Lería

VENTILACIÓN CRUZADA

Se crea con huecos dispuestos en fachadas distintas, el mejor caso es que estén en fachadas opuestas y una de ellas reciba viento, que creará presiones y en la opuesta depresiones, haciendo mayores diferencias y produciendo una ventilación mucho más eficaz. Pudiéndose incrementar generando ventilaciones cruzadas a diferentes alturas, conectándose de forma vertical y moviendo un mayor flujo de aire.

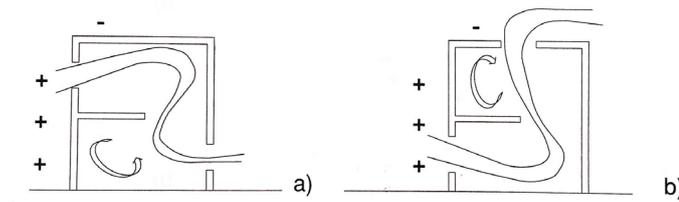


Figura 16. Circulación del aire a través de diferentes plantas. Fuente: Neila Gonzalez, F.Javier, 2004. *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible. Madrid, España: Munilla-Lería*

DIFERENTES TIPOS DE ESTÁNDARES

Al igual que el estándar alemán, posteriormente nacen diversos estándares de edificios de bajo consumo en diferentes países: en Suiza, el estándar de edificios de bajo consumo Minergie, menos estricto que el estándar Passivhaus, aplicado en diferentes versiones como son Minergie, Minergie P, Minergie-A, o Minergie-ECO; en España el concepto NZEB (Net-Zero Energy Buildings), más conocido como EECN (Edificio de Energía Casi Nula)

MINERGIE

Creado a partir de los estándares suizos, como ya se ha dicho anteriormente es menos estricto que el estándar Passivhaus

La demanda de calefacción tiene un rango entre 15 y 52 kWh/m²a, mientras que en el estándar Passivhaus se mantiene en 10kWh/m²

-Minergie-P, designa a edificios con mínimo consumo de energía, que especialmente debido a su excepcional revestimiento, garantizan el mayor confort. La demanda de energía térmica es casi nula y el confort en invierno y verano máximo. Sería la equivalente al estándar Passivhaus.

-Minergie-A, combina estos aspectos con la máxima independencia energética. Basado en un buen revestimiento de edificios y un servicio de construcción optimizado, los edificios

Minergie-A obtienen un mejor balance gracias a su condición fotovoltaica, combinado en todo caso con baterías o gestión de la carga.

-Minergie-EECO, tiene en cuenta, a su vez, el impacto de los materiales que intervienen en la construcción del edificio.

Figura 25. Logo estándar Minergie.

Fuente: <https://www.minergie.ch/>

NEARLY-ZERO ENERGY BUILDINGS

El BPIE (Building Performance Institute Europe) solicita que todos los edificios completados a partir de diciembre de 2020 deberán ser nZEB, mientras que para los edificios públicos el plazo se fija en diciembre de 2018.

En el caso de los Edificios de Consumo Casi Nulo, se busca el balance entre la energía demandada y la generada por los mismos.

Lo estados miembros de la Unión Europea deben abordar los siguientes requisitos de EPBD (Energy Performance Of Buildings Directive):

- El edificio debe tener un rendimiento energético muy alto;
- La cantidad de energía requerida debe ser casi cero o muy baja;
- La energía requerida debe estar cubierta en gran medida por la energía de Recursos renovables;
- Inclusión de un indicador numérico del uso de energía primaria expresado en kWh / m² por año;
- El uso de energía primaria puede basarse en valores promedio anuales nacionales o regionales y puede tener en cuenta las normas europeas pertinentes.



Figura 26. Logo estándar NZEB.

Fuente: <https://www.minergie.ch/>

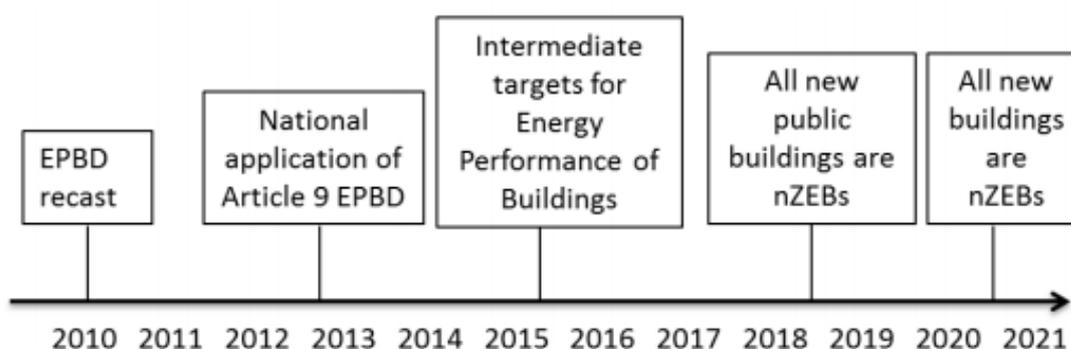


Figura 27. Línea del tiempo, metas a nivel europeo del estándar NZEB. Fuente: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/nzeb_full_report.pdf

Principales metas a nivel Europeo:

-El desarrollo futuro de los factores de energía primaria y la interacción de la exportación de energía y la importación de energía a edificios de energía casi cero combinados con factores de energía primaria dependientes del tiempo deberían recibir mucha más atención en futuros análisis e investigaciones sobre el rendimiento energético de un edificio.

-La metodología de costo óptimo utiliza un enfoque complejo para encontrar variantes de construcción con menor coste del ciclo de vida. Esto incluye suposiciones sofisticadas sobre el costo futuro. Parece que se presta menos atención a la inclusión adecuada del futuro consumo de energía primaria. Normalmente, se toma un factor de energía primaria constante y una combinación de energía durante todo el período de 30 años. Sugerimos solicitar explícitamente la suma de energía primaria que utilizará una variante de construcción durante el período de cálculo para tener una analogía con la forma en que se tratan los costos. Esto refuerza nuestra propuesta de agregar necesidades de energía como un indicador que es mucho menos Por incertidumbre sobre futuros desarrollos.

-La energía primaria como principal indicador numérico de rendimiento energético de la EPBD no refleja directamente uno de los principales objetivos de la política energética europea, que es la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Las emisiones de gases de efecto invernadero siguen reflejando “solo” una categoría de impacto relevante.

Idealmente, con vistas a los objetivos climáticos a largo plazo, la energía primaria debe complementarse con

un completo indicador de “emisiones totales” que incluye emisiones de gases de efecto invernadero, acidificación, agotamiento del ozono, partículas, desechos nucleares, etc.

-Un balance de ciclo de vida real para edificios de energía casi cero debe tener en cuenta los aparatos y los enchufes, así como la energía y las diversas emisiones de contaminantes relacionadas con la construcción y

eliminación del edificio. De lo contrario, existe un alto riesgo de suboptimizar el impacto del ciclo de vida total. Esto debería ser tomado seriamente en consideración para las

Aplicaciones de la definición de construcción de energía casi nula de la EPBD y para actualizaciones de la EPBD.

-Un índice de valor numérico que ilustra la proporción real de energía proveniente de fuentes renovables debe estar vinculado a edificios de energía casi cero. Dicho índice debe reflejar la adicionalidad real de la energía proveniente de fuentes renovables en edificios de casi cero energía. Para lograr esto, los principales problemas a resolver son las definiciones claras de los límites temporales y espaciales y evitar el doble conteo, especialmente para la electricidad de fuentes renovables.

-Las comparaciones del rendimiento energético de los diferentes edificios deberían hacer muy explícito qué categoría de confort se utiliza y cómo se define (por ejemplo, suposiciones sobre la ropa); Esto es requerido por la metodología de optimización de costos también. La elección del nivel de los puntos de ajuste de la temperatura (fijos o variables en verano) puede tener un impacto significativo en el consumo de energía de los edificios de energía casi cero.

Todos esos cambios necesarios para ver los edificios de energía casi cero como el estándar para 2021 parecen ser manejables, especialmente cuando los Estados miembros explotan las sinergias de un esfuerzo conjunto

EDIFICIOS DE CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO

En España se crea en mayo del año 2014 el "Plan destinado a aumentar el número de Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo"

El plan previsto se divide en dos fases:

Fase I. Definición reglamentario de unos objetivos intermedios de alta eficiencia energética de cara a 2015. Dentro del cual se elevan las exigencias en cuanto a eficiencia energética respecto a la normativa del año 2006. E incluye la obligación de que todos los edificios nuevos que se construyan a partir del 31 de diciembre de 2020 serán edificios de consumo de energía casi nulo, y todos los que tengan uso público a partir del 31 de diciembre de 2018.

Normativa existente	2006	Documento Básico DB HE de Ahorro de energía
	2007	Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE)
	2007	Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción
Objetivos intermedios a 2015	2013	Modificación del Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE). Introducción de la obligación de que todos los edificios nuevos sean de consumo de energía casi nulo en 2020 (2018 para los de la Administración)
	2013	Actualización del Documento Básico DB HE de Ahorro de energía
	2013	Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios (se amplía a edificios existentes)
Definición reglamentaria de edificios de consumo de energía casi nulo	2016-17	Actualización del Documento Básico DB HE de Ahorro de energía: Introducción de la definición detallada de edificio de consumo de energía casi nulo. Aplicación voluntaria.
	2018	Aplicación obligatoria a edificios nuevos propiedad de la administración pública
	2020	Aplicación obligatoria a todos los edificios de nueva construcción

Tabla 30. Plan previsto para la actualización reglamentaria y la incorporación en la misma de la definición detallada de ECCN. Fuente: Plan Nacional destinado a aumentar el número de Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo.

Fase II. Definición reglamentaria de edificios de consumo de energía casi nulo. En el cual se trata la actualización de la reglamentación técnica de eficiencia energética antes de 2018.

EXIGENCIAS RELATIVAS AL CONSUMO DE ENERGÍA

El consumo energético de energía primaria no renovable se limita para los nuevos edificios de uso residencial privado en función de la zona climática, con valores que van desde los 40KWh/m²año para las zonas alfa y A, hasta los 70KWh/m²año de la zona E.

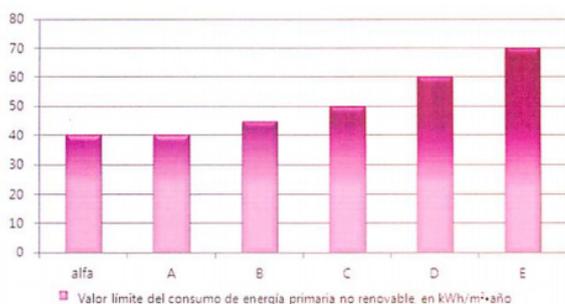


Figura 28. Límite del consumo energético de energía primaria no renovable para edificios nuevos o ampliaciones. Fuente: Plan Nacional destinado a aumentar el número de Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo.

El uso de energía procedente de fuentes renovables es un requisito importante para la consecución de los edificios de consumo casi nulo, estableciéndose exigencias concretas relativas a la incorporación de fuentes de energía renovables mediante un porcentaje de contribución solar mínima anual en función de la demanda total de ACS del edificio y la zona climática correspondiente.

En el caso de edificios de uso no residencial se establece una disminución del consumo e energía de un 35% respecto a la reglamentación técnica del año 2006.

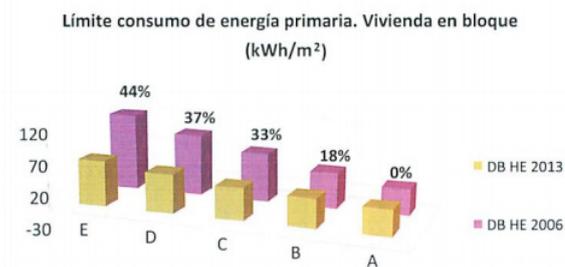


Figura 29. Reducción del límite de consumo energético de energía primaria no renovable para viviendas en bloque. Fuente: Plan Nacional destinado a aumentar el número de Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo.

EXIGENCIAS RELATIVAS A LA DEMANDA DE ENERGÍA

Así mismo se establecen unos valores máximos para la demanda de calefacción que van desde los 15KWh/m²año para las zonas climáticas alfa, A y B, hasta los 40KWh/m²año para la zona E.



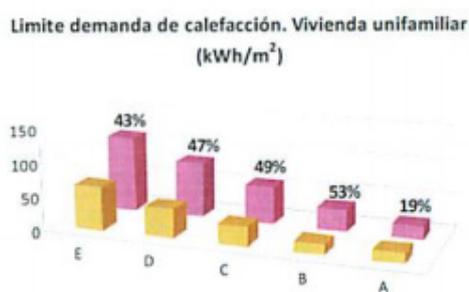
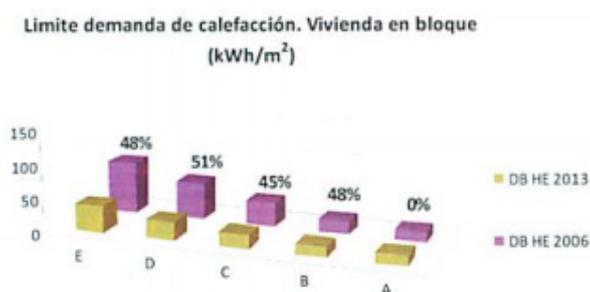
Figura 30. Límite de demanda energética de calefacción para edificios nuevos o ampliaciones. Fuente: Plan Nacional destinado a aumentar el número de Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo.

En los edificios con otros usos diferentes al residencial, y de nueva construcción se fija un porcentaje mínimo de ahorro de la demanda de energía de hasta un 25%



Figura 31. Porcentaje de ahorro mínimo en demanda energética conjunta. Fuente: Plan Nacional destinado a aumentar el número de Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo.

Se estima que con las nuevas exigencias se produzca una reducción del 40-50% tanto en viviendas colectivas como en individuales.



Figuras 32 y 33. Límite en demanda de calefacción para vivienda en bloque y vivienda unifamiliar. Fuente: Plan Nacional destinado a aumentar el número de Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo.

-Exigencias relativas a la contribución de energía procedente de fuentes de energía renovables

Este es un requisito importante para lograr obtener edificios de consumo casi nulo, se establecen exigencias concretas relativas a la incorporación de fuentes de energía renovables (energía solar térmica para ACS y energía solar fotovoltaica)

En relación con la energía solar térmica para ACS, se establece un porcentaje de contribución solar mínima anual en función de la demanda total de ACS del edificio, entre el 30 y el 70%

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
>10.000	30	50	60	70	70

Tabla 31. Porcentaje de contribución solar mínima según demanda de ACS del edificio y zona climática. Fuente: Plan Nacional destinado a aumentar el número de Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo.

Se establece también, una contribución mínima de energía eléctrica mediante sistemas fotovoltaicos.

DB-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

Una vez analizada la climatología general de España, profundizaremos en las zonas a tratar, Villanueva de Pría (Asturias), Valladolid (Castilla y León) y Moyá (Barcelona, Cataluña)

Para ello utilizaremos el DB-HE (Documento Básico-Ahorro de Energía) con el cual obtendremos los requisitos básicos para el ahorro de energía.

Es la Directiva Europea de Eficiencia Energética de los edificios la encargada de sentar una base con el objetivo de mejorar la eficiencia energética de los edificios de la UE teniendo en cuenta diversas condiciones climáticas y particularidades locales.

ANTECEDENTES

El sector de la construcción de la UE es el mayor consumidor específico de energía de Europa, con una absorción de energía del 40 %, y en torno al 75 % de los edificios son ineficientes desde el punto de vista energético. A la luz de estos bajos niveles de eficiencia energética, la descarbonización del parque inmobiliario es uno de los objetivos a largo plazo de la UE. Esta Directiva constituye un elemento importante para lograr que los edificios sean más eficientes.

OBJETIVOS

-Establece requisitos mínimos y un marco común para el cálculo de la eficiencia energética.

-Tras una revisión de su aplicación, la Directiva 2010/31/UE fue modificada en 2018 por la Directiva (UE) 2018/844. El objetivo principal era acelerar la renovación económicamente rentable de los edificios existentes y la promoción de las tecnologías inteligentes en los edificios. Como parte del paquete Energía limpia, la Directiva revisada complementa la legislación sobre eficiencia energética.

PUNTOS CLAVE

-Los países de la UE deben establecer requisitos mínimos óptimos de eficiencia energética. Dichos requisitos deben ser revisados cada 5 años. Deben cubrir el edificio, sus componentes y la energía consumida para:

- La calefacción de espacios;
- La refrigeración de espacios;
- El agua caliente sanitaria;
- La ventilación;
- La iluminación integrada;
- Otras instalaciones técnicas de los edificios

-La Comisión Europea ha establecido un marco metodológico comparativo para calcular los niveles de coste óptimos para los requisitos de eficiencia energética.

-Los edificios nuevos deben cumplir las normas mínimas. Los edificios que estén ocupados y sean propiedad de autoridades públicas deben alcanzar un consumo de energía casi nulo* a más tardar el 31 de diciembre de 2018 y los demás edificios nuevos a más tardar el 31 de diciembre de 2020.

-Los edificios existentes en los que se haga una reforma importante deberán mejorar su eficiencia energética para cumplir los requisitos aplicables.

-Los países de la UE deben contar con un sistema de certificación de la eficiencia energética. Los certificados:

- Ofrecen información a los posibles compradores o arrendatarios sobre la calificación energética de un edificio;
- Incluyen recomendaciones para la mejora de los niveles rentables;
- Deben mencionarse en todos los anuncios publicitarios que aparezcan en los medios de comunicación cuando un edificio o unidad de un edificio se ponga a la venta o en alquiler.

-Las autoridades nacionales de los países de la UE deben asegurarse de poner en marcha programas de inspección de las instalaciones de calefacción y aire acondicionado.

En España, todos estos puntos se ven reflejados en el CTE (Código Técnico de la Edificación).

Una vivienda de Consumo Casi Nulo debe cumplir con las exigencias reglamentarias establecidas para edificios de nueva construcción en las diferentes secciones de este Documento Básico.

Dentro del Documento Básico se encuentran 6 exigencias relacionadas con el ahorro de energía:

HE0-LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

HE1-LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

HE2-RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

HE3-EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

HE4-CONTRIBUCION SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

HE5-CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Con el objetivo de distinguir las tres localizaciones, ya que cada una de ellas se encuentra en una zona climática distinta, se utiliza un color distinto para cada una de ellas.

VALLADOLID		
VILLANUEVA DE PRÍA		
MOYÁ		COMÚN 

HEO- LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

Aplicamos esta sección en el ámbito de edificio de nueva construcción.

El consumo energético de los edificios se limita en función de la zona climática de su localidad de ubicación y uso previsto.

2. Caracterización y cuantificación de la exigencia

2.1 Edificios nuevos o ampliaciones de edificios existentes de uso residencial privado

El consumo energético de energía primaria no renovable del edificio o la parte ampliada, en su caso, no debe superar el valor límite $C_{ep,lim}$ obtenido mediante la siguiente expresión:

$$C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sup} / S$$

donde,

$C_{ep,lim}$ es el valor límite del consumo energético de energía primaria no renovable para los servicios de calefacción, refrigeración y ACS, expresada en $kW \cdot h/m^2 \cdot año$, considerada la superficie útil de los espacios habitables;

$C_{ep,base}$ es el valor base del consumo energético de energía primaria no renovable, dependiente de la zona climática de invierno correspondiente a la ubicación del edificio, que toma los valores de la tabla 2.1;

$F_{ep,sup}$ es el factor corrector por superficie del consumo energético de energía primaria no renovable, que toma los valores de la tabla 2.1;

S es la superficie útil de los espacios habitables del edificio, o la parte ampliada, en m^2 .

Tabla 1. Valore límite del consumo energético de energía primaria

.Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

4. Datos para el cálculo del consumo energético

Tabla 2.1 Valor base y factor corrector por superficie del consumo energético

	Zona climática de invierno					
	α	A*	B*	C*	D	E
$C_{ep,base} [kW \cdot h/m^2 \cdot año]$	40	40	45	50	60	70
$F_{ep,sup}$	1000	1000	1000	1500	3000	4000

* Los valores de $C_{ep,base}$ para las zonas climáticas de invierno A, B, C, D y E de Canarias, Baleares, Ceuta y Melilla se obtendrán multiplicando los valores de $C_{ep,base}$ de esta tabla por 1,2.

Tabla 2. Valor base y factor correctos por superficie de consumo energético

.Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

HE1- LIMITACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

La demanda energética de los edificios se limita en función de la zona climática de la localidad en que se ubican y del uso previsto

2. Caracterización y cuantificación de la exigencia

2.1.1 Limitación de la demanda energética del edificio

2.1.1.1 Edificios de uso residencial privado

La *demanda energética* de calefacción del edificio o la parte ampliada, en su caso, no debe superar el valor límite $D_{cal,lim}$ obtenido mediante la siguiente expresión:

$$D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup} / S$$

donde,

$D_{cal,lim}$ es el valor límite de la *demanda energética* de calefacción, expresada en $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$, considerada la superficie útil de los *espacios habitables*;

$D_{cal,base}$ es el valor base de la *demanda energética* de calefacción, para cada *zona climática* de invierno correspondiente al edificio, que toma los valores de la tabla 2.1;

$F_{cal,sup}$ es el factor corrector por superficie de la *demanda energética* de calefacción, que toma los valores de la tabla 2.1;

S es la superficie útil de los *espacios habitables* del edificio, en m^2 .

Tabla 2.1 Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
$D_{cal,base}$ [$\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$]	15	15	15	20	27	40
$F_{cal,sup}$	0	0	0	1000	2000	3000

La *demanda energética* de refrigeración del edificio o la parte ampliada, en su caso, no debe superar el valor límite $D_{ref,lim} = 15 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$ para las *zonas climáticas* de verano 1, 2 y 3, o el valor límite $D_{ref,lim} = 20 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{año}$ para la *zona climática* de verano 4.

Tabla 3. Demanda energética de calefacción del edificio. Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

Tabla 4. Valor fase y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción. Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

La transmitancia térmica y permeabilidad al aire de los huecos y la transmitancia térmica de las zonas opacas de muros, cubiertas y suelos, que formen parte de la envolvente térmica del edificio, no debe superar los valores establecidos en la tabla

Tabla 2.3 Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno ⁽¹⁾ [$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos ⁽²⁾ [$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos ⁽³⁾ [$\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$]	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 27	≤ 27	≤ 27

⁽¹⁾ Para elementos en contacto con el terreno, el valor indicado se exige únicamente al primer metro de muro enterrado, o el primer metro del perímetro de suelo apoyado sobre el terreno hasta una profundidad de 0,50m.

⁽²⁾ Se considera el comportamiento conjunto de vidrio y marco. Incluye lucernarios y claraboyas.

⁽³⁾ La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa.

- Las soluciones constructivas diseñadas para reducir la demanda energética, tales como *invernaderos adosados*, *muros parietodinámicos*, *muros Trombe*, etc., cuyas prestaciones o comportamiento térmico no se describen adecuadamente mediante la transmitancia térmica, pueden superar los límites establecidos en la tabla 2.3.
- La *transmitancia térmica* de medianerías y particiones interiores que delimiten las *unidades de uso* residencial de otras de distinto uso o de zonas comunes del edificio, no superará los valores de la tabla 2.4. Cuando las *particiones interiores* delimiten *unidades de uso* residencial entre sí no se superarán los valores de la tabla 2.5.

Tabla 5. Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica. Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

Tabla 2.4 Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades de distinto uso, zonas comunes, y medianerías, U en W/m²·K

Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Particiones horizontales y verticales	1,35	1,25	1,10	0,95	0,85	0,70

Tabla 2.5 Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades del mismo uso, U en W/m²·K

Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Particiones horizontales	1,90	1,80	1,55	1,35	1,20	1,00
Particiones verticales	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,00

Tabla 6. Valor fase y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción .Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

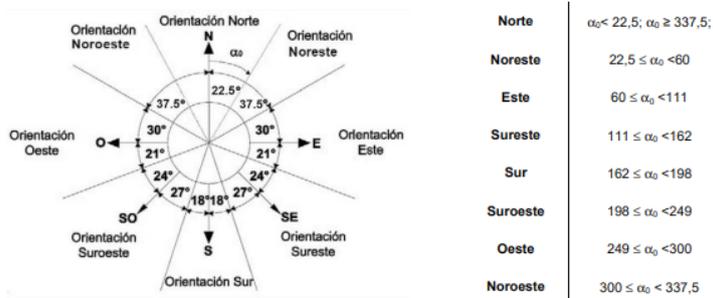


Figura A.1. Orientaciones de las Fachadas

Tabla 7. Valor fase y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción .Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

APÉNDICE B. ZONAS CLIMÁTICAS

Dentro del Apéndice B, existe una tabla con la cual obtendremos la zona climática de cada una de las localizaciones.

En el caso de Villanueva de Pravia, esta se encuentra en Asturias, cuya capital es Oviedo, pero al tener una altitud menor a 50m (39m), la zona climática será C1.

En el caso de Valladolid, será la D2.

B.1 Zonas climáticas

Las tablas B.1 y B.2 permiten obtener la *zona climática (Z.C.)* de una localidad en función de su capital de provincia y su altitud respecto al nivel del mar (h). Para cada provincia, se tomará el clima correspondiente a la condición con la menor cota de comparación.

Tabla B.1.- Zonas climáticas de la Península Ibérica

Zonas climáticas Península Ibérica																		
Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1
Albacete	D3	677										h < 450			h < 950			h ≥ 950
Alicante/Alacant	B4	7					h < 250					h < 700			h ≥ 700			
Almería	A4	0	h < 100				h < 250	h < 400				h < 800			h ≥ 800			
Ávila	E1	1054														h < 550	h < 850	h ≥ 850
Badajoz	C4	168									h < 400	h < 450			h ≥ 450			
Barcelona	C2	1										h < 250			h < 450	h < 750	h ≥ 750	
Bilbao/Bilbo	C1	214											h < 250		h ≥ 250			h ≥ 250
Burgos	E1	861														h < 600		h ≥ 600
Cáceres	C4	385									h < 600				h < 1050			h ≥ 1050
Cádiz	A3	0	h < 150				h < 450				h < 600	h < 850			h ≥ 850			
Castellón/Castelló	B3	18					h < 50				h < 500				h < 600	h < 1000		h ≥ 1000
Ceuta	B3	0					h < 50											
Ciudad Real	D3	630									h < 450	h < 500			h < 500			
Córdoba	B4	113					h < 150				h < 550				h < 550			
Coruña, La/ A Coruña	C1	0											h < 200				h ≥ 200	
Cuenca	D2	975													h < 800	h < 1050		h ≥ 1050
Gerona/Girona	D2	143											h < 100		h < 600			h ≥ 600
Granada	C3	754	h < 50				h < 350				h < 600	h < 800			h < 1300			h ≥ 1300
Guadalajara	D3	708													h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Huelva	A4	50	h < 50				h < 150	h < 350				h < 800			h < 800			
Huesca	D2	432										h < 200			h < 400	h < 700		h ≥ 700
Jaén	C4	436						h < 350			h < 750				h < 1250			h ≥ 1250
León	E1	346																h < 1250
Lérida/Lleida	D3	131										h < 100			h < 600			h ≥ 600
Logroño	D2	379											h < 200		h < 700			h ≥ 700
Lugo	D1	412														h < 500		h ≥ 500
Madrid	D3	589										h < 500			h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Málaga	A3	0						h < 300				h < 700			h < 700			
Melilla	A3	130																
Murcia	B3	25						h < 100				h < 550			h < 550			
Orense/Ourense	D2	327										h < 150	h < 300		h < 800			h ≥ 800
Oviedo	D1	214											h < 50			h < 550	h < 550	h ≥ 550
Palencia	D1	722														h < 800		h ≥ 800
Palma de Mallorca	B3	1					h < 250					h ≥ 250						
Pamplona/Iruña	D1	456										h < 100			h < 300	h < 600		h ≥ 600
Porto/Porto	C1	77										h < 350				h < 350		h ≥ 350
Salamanca	D2	770													h < 800			h ≥ 800
San Sebastián/Donostia	D1	5														h < 400		h ≥ 400
Santander	C1	1											h < 150			h < 650		h ≥ 650
Segovia	D2	1013													h < 1000			h ≥ 1000
Sevilla	B4	9					h < 200				h < 200							
Soria	E1	984														h < 750	h < 800	h ≥ 800
Tarazona	B3	1					h < 50					h < 500			h < 500			h ≥ 500
Teruel	D2	995										h < 450	h < 500		h < 1000			h ≥ 1000
Toledo	C4	445									h < 500				h < 500			
Valencia/València	B3	8						h < 50				h < 500			h < 950			h ≥ 950
Valladolid	D2	704													h < 800			h ≥ 800
Vitoria/Gasteiz	D1	512														h < 500		h ≥ 500
Zamora	D2	617													h < 800			h ≥ 800
Zaragoza	D3	207										h < 200			h < 650			h ≥ 650

Tabla 8. Zonas climáticas de la Península Ibérica. Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

APÉNDICE B. PERFILES DE USO

C.1 Perfiles de uso

Las siguientes tablas recogen los perfiles de uso normalizados de los edificios (solicitaciones interiores) en función de su uso, *densidad de las fuentes internas* (baja, media o alta) y *periodo de utilización* (8, 12, 16 y 24h). En aquellos edificios de uso no residencial que no puedan asimilarse a uno de los perfiles de uso normalizados, podrá emplearse, previa justificación, perfiles de uso específicos.

USO RESIDENCIAL	(24h, BAJA)						
	1-7	8	9-15	16-18	19	20-23	24
Temp Consigna Alta (°C)							
Enero a Mayo	-	-	-	-	-	-	-
Junio a Septiembre	27	-	-	25	25	25	27
Octubre a Diciembre	-	-	-	-	-	-	-
Temp Consigna Baja (°C)							
Enero a Mayo	17	20	20	20	20	20	17
Junio a Septiembre	-	-	-	-	-	-	-
Octubre a Diciembre	17	20	20	20	20	20	17
Ocupación sensible (W/m²)							
Laboral	2,15	0,54	0,54	1,08	1,08	1,08	2,15
Sábado y Festivo	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
Ocupación latente (W/m²)							
Laboral	1,36	0,34	0,34	0,68	0,68	0,68	1,36
Sábado y Festivo	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
Iluminación (W/m²)							
Laboral, Sábado y Festivo	0,44	1,32	1,32	1,32	2,20	4,40	2,2
Equipos (W/m²)							
Laboral, Sábado y Festivo	0,44	1,32	1,32	1,32	2,20	4,40	2,2
Ventilación verano¹							
Laboral, Sábado y Festivo	4,00	4,00	*	*	*	*	*
Ventilación invierno²							
Laboral, Sábado y Festivo	*	*	*	*	*	*	*

Tabla 9. Perfiles de uso .Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

APÉNDICE D. DEFINICIÓN DEL EDIFICIO DE REFERENCIA

D.2.9 ZONA CLIMÁTICA C1

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	$U_{Mlim}: 0,73 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de suelos	$U_{Slim}: 0,50 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de cubiertas	$U_{Clim}: 0,41 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Factor solar modificado límite de lucernarios	$F_{Llim}: 0,37$

% de huecos	Transmitancia límite de huecos $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N/NE/NO	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Media, alta o muy alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4	3,9	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9	3,3	4,3	4,3	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,6	3,0	3,9	3,9	-	-	-	0,56	-	0,60
de 41 a 50	2,4	2,8	3,6	3,6	-	-	-	0,47	-	0,52
de 51 a 60	2,2	2,7	3,5	3,5	-	-	-	0,42	-	0,46

Tabla 10. Transmitancias y factor solar modificado límite de huecos, zona climática C1 .Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

D.2.14 ZONA CLIMÁTICA D2

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	$U_{Mlim}: 0,66 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de suelos	$U_{Slim}: 0,49 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de cubiertas	$U_{Clim}: 0,38 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Factor solar modificado límite de lucernarios	$F_{Llim}: 0,31$

% de huecos	Transmitancia límite de huecos $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}					
	N/NE/NO	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Media, alta o muy alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5	2,9	3,5	3,5	-	-	-	0,58	-	0,61
de 31 a 40	2,2	2,6	3,4	3,4	-	-	-	0,46	-	0,49
de 41 a 50	2,1	2,5	3,2	3,2	-	-	0,61	0,38	0,54	0,41
de 51 a 60	1,9	2,3	3,0	3,0	0,49	-	0,53	0,33	0,48	0,36

Tabla 11. Transmitancias y factor solar modificado límite de huecos, zona climática D2 .Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

D.2.16 ZONA CLIMÁTICA E1

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno **U_{Mlim}: 0,57 W/m² K**
 Transmitancia límite de suelos **U_{Slim}: 0,48 W/m² K**
 Transmitancia límite de cubiertas **U_{Clim}: 0,35 W/m² K**
 Factor solar modificado límite de lucernarios **F_{Llim}: 0,36**

Tabla 11. Transmitancias y factor solar modificado límite de huecos, zona climática E1. Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

% de huecos	Transmitancia límite de huecos U _{Hlim} W/m ² K				Factor solar modificado			límite de huecos F _{Hlim}		
	N/NE/O	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Media, alta o muy alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,1	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,1	3,1	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,6	3,0	3,1	3,1	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,2	2,7	3,1	3,1	-	-	-	0,54	-	0,56
de 41 a 50	2,0	2,4	3,1	3,1	-	-	-	0,45	0,60	0,49
de 51 a 60	1,9	2,3	3,0	3,0	-	-	-	0,40	0,54	0,43

APÉNDICE E. VALORES ORIENTATIVOS DE LOS PARÁMETROS PARACTERÍSTICOS DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

Tabla E.1. Transmitancia del elemento [W/m² K]

Transmitancia del elemento [W/m ² K]	Zona Climática					
	α	A	B	C	D	E
U _w	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U _s	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U _c	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

U_w: Transmitancia térmica de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno
 U_s: Transmitancia térmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)
 U_c: Transmitancia térmica de cubiertas

Tabla E.1. Transmitancia del elemento [W/m² K]

Transmitancia del elemento [W/m ² K]	Zona Climática					
	α	A	B	C	D	E
U _w	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U _s	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U _c	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

U_w: Transmitancia térmica de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno
 U_s: Transmitancia térmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior)
 U_c: Transmitancia térmica de cubiertas

Tablas 12 y 13. Parámetros característicos de la envolvente térmica. Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

HE3- EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

2.Caracterización y cuantificación de la exigencia

¹ La potencia instalada en iluminación, teniendo en cuenta la potencia de lámparas y equipos auxiliares, no superará los valores especificados en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2 Potencia máxima de iluminación

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m2]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

Tabla 14. Potencia máxima instalada en el edificio. Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

HE4- CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

2. Caracterización y cuantificación de la exigencia

- 1 La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual para ACS o climatización de piscina cubierta, obtenidos a partir de los valores mensuales.
- 2 En la tabla 2.1 se establece, para cada zona climática y diferentes niveles de demanda de ACS a una temperatura de referencia de 60°C, la contribución solar mínima anual exigida para cubrir las necesidades de ACS.

Tabla 2.1. Contribución solar mínima anual para ACS en %.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

- 3 En la tabla 2.2 se establece, para cada zona climática, la contribución solar mínima anual exigida para cubrir las necesidades de climatización de piscinas cubiertas.

Tabla 15. Contribución solar mínima anual para ACS Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

4. Cálculo

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Tabla 16. Demanda de referencia a 60°. Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

Tabla 4.2. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

En los edificios de viviendas multifamiliares se utilizará el factor de centralización correspondiente al número de viviendas del edificio que multiplicará la demanda diaria de agua caliente sanitaria a 60°C calculada.

Tabla 4.3. Valor del factor de centralización

Nº viviendas	N≤3	4≤N≤10	11≤N≤20	21≤N≤50	51≤N≤75	76≤N≤100	N≥101
Factor de centralización	1	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70

Tablas 17 y 18. Valores mínimos de ocupación y valor del factor de centralización. Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

4.2 Zonas climáticas

2. En la tabla 4.4 se marcan los límites de zonas homogéneas a efectos de la exigencia. Las zonas se han definido teniendo en cuenta la *Radiación Solar Global media diaria anual* sobre superficie horizontal (H), tomando los intervalos que se relacionan para cada una de las zonas, como se indica a continuación:

Tabla 4.4. Radiación solar global media diaria anual

Zona climática	MJ/m ²	kWh/m ²
I	H < 13,7	H < 3,8
II	13,7 ≤ H < 15,1	3,8 ≤ H < 4,2
III	15,1 ≤ H < 16,6	4,2 ≤ H < 4,6
IV	16,6 ≤ H < 18,0	4,6 ≤ H < 5,0
V	H ≥ 18,0	H ≥ 5,0

Tabla 19. Radiación solar global media anual. Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

5. Mantenimiento

5.1 Plan de vigilancia

1 El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación. Tendrá el alcance descrito en la tabla 5.1:

Tabla 5.1 Plan de vigilancia

Elemento de la instalación	Operación	Frecuencia (meses)	Descripción
CAPTADORES	Limpieza de cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados
	Cristales	3	IV condensaciones en las horas centrales del día
	Juntas	3	IV Agrietamientos y deformaciones
	Absorbedor	3	IV Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3	IV fugas
CIRCUITO PRIMARIO	Estructura	3	IV degradación, indicios de corrosión.
	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6	IV Ausencia de humedad y fugas.
CIRCUITO SECUNDARIO	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín
	Termómetro	Diaria	IV temperatura
	Tubería y aislamiento	6	IV ausencia de humedad y fugas.
	Acumulador solar	3	Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito.

IV: inspección visual

Tabla 20. Plan de vigilancia. Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

Tabla 5.5 Plan de mantenimiento. Sistema de captación

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Fluido refrigerante	12	Comprobar su densidad y pH
Estanqueidad	24	Efectuar prueba de presión
Aislamiento al exterior	6	IV degradación protección uniones y ausencia de humedad
Aislamiento al interior	12	IV uniones y ausencia de humedad
Purgador automático	12	CF y limpieza
Purgador manual	6	Vaciar el aire del botellín
Bomba	12	Estanqueidad
Vaso de expansión cerrado	6	Comprobación de la presión
Vaso de expansión abierto	6	Comprobación del nivel
Sistema de llenado	6	CF actuación
Válvula de corte	12	CF actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento
Válvula de seguridad	12	CF actuación

IV: inspección visual

CF: control de funcionamiento

Tabla 21. Plan de mantenimiento. Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

Tabla 5.2 Plan de mantenimiento. Sistema de captación

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Captadores	6	IV diferencias sobre original
Cristales	6	IV diferencias entre <i>captadores</i>
Juntas	6	IV condensaciones y suciedad
Absorbedor	6	IV agrietamientos, deformaciones
Carcasa	6	IV corrosión, deformaciones
Conexiones	6	IV deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
Estructura	6	IV aparición de fugas
Captadores*	6	IV degradación, indicios de corrosión, y apriete de tornillos
Captadores*	12	Tapado parcial del campo de <i>captadores</i>
Captadores*	12	Destapado parcial del campo de <i>captadores</i>
Captadores*	12	Vaciado parcial del campo de <i>captadores</i>
Captadores*	12	Llenado parcial del campo de <i>captadores</i>

* Operaciones a realizar en el caso de optar por las medidas b) o c) del apartado 2.2.2 párrafo 2.
IV: inspección visual

Tabla 21. Plan de mantenimiento. Sistema de captación. Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

Tabla 5.3 Plan de mantenimiento. Sistema de acumulación

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Depósito	12	Presencia de lodos en fondo
Ánodos sacrificio	12	Comprobación de desgaste
Ánodos de corriente impresa	12	Comprobación del buen funcionamiento
Aislamiento	12	Comprobar que no hay humedad

IV: inspección visual

Tabla 5.4 Plan de mantenimiento. Sistema de intercambio

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Intercambiador de placas	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza
Intercambiador de serpentín	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza

CF: control de funcionamiento

Tablas 22 y 23. Plan de mantenimiento. Sistemas de acumulación e intercambio. Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

Tabla 5.6 Plan de mantenimiento. Sistema eléctrico y de control

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Cuadro eléctrico	12	Comprobar que está siempre bien cerrado para que no entre polvo
Control diferencial	12	CF actuación
Termostato	12	CF actuación
Verificación del sistema de medida	12	CF actuación

CF: control de funcionamiento

Tabla 24. Plan de mantenimiento. Sistema eléctrico y de control. Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

Tabla 5.7 Plan de mantenimiento. Sistema de energía auxiliar

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Sistema auxiliar	12	CF actuación
Sondas de temperatura	12	CF actuación

CF: control de funcionamiento

Tabla 25. Plan de mantenimiento. Sistema de energía auxiliar. Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

APÉNDICE B. TEMPERATURA MEDIA DEL AGUA FRÍA

La siguiente tabla contiene la temperatura diaria media mensual (°C) de agua fría para las capitales de provincia, para su uso en el cálculo de la demanda de ACS a temperaturas de cálculo distintas a 60°C:

Tabla B.1 Temperatura diaria media mensual de agua fría (°C)

Capital de provincia	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
A Coruña	10	10	11	12	13	14	16	16	15	14	12	11
Albacete	7	8	9	11	14	17	19	19	17	13	9	7
Alicante/Alacant	11	12	13	14	16	18	20	20	19	16	13	12
Almería	12	12	13	14	16	18	20	21	19	17	14	12
Ávila	6	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6
Badajoz	9	10	11	13	15	18	20	20	18	15	12	9
Barcelona	9	10	11	12	14	17	19	19	17	15	12	10
Bilbao/Bilbo	9	10	10	11	13	15	17	17	16	14	11	10
Burgos	5	6	7	9	11	13	16	16	14	11	7	6
Cáceres	9	10	11	12	14	18	21	20	19	15	11	9
Cádiz	12	12	13	14	16	18	19	20	19	17	14	12
Castellón/Castelló	10	11	12	13	15	18	19	20	18	16	12	11
Ceuta	11	11	12	13	14	16	18	18	17	15	13	12
Ciudad Real	7	8	10	11	14	17	20	20	17	13	10	7
Córdoba	10	11	12	14	16	19	21	21	19	16	12	10
Cuenca	6	7	8	10	13	16	18	18	16	12	9	7
Girona	8	9	10	11	14	16	19	18	17	14	10	9
Granada	8	9	10	12	14	17	20	19	17	14	11	8
Guadalajara	7	8	9	11	14	17	19	19	16	13	9	7
Huelva	12	12	13	14	16	18	20	20	19	17	14	12
Huesca	7	8	10	11	14	16	19	18	17	13	9	7
Jaén	9	10	11	13	16	19	21	21	19	15	12	9
Las Palmas de Gran Canaria	15	15	16	16	17	18	19	19	19	18	17	16
León	6	6	8	9	12	14	16	16	15	11	8	6
Lleida	7	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	7
Logroño	7	8	10	11	13	16	18	18	16	13	10	8
Lugo	7	8	9	10	11	13	15	15	14	12	9	8
Madrid	8	8	10	12	14	17	20	19	17	13	10	8
Málaga	12	12	13	14	16	18	20	20	19	16	14	12
Melilla	12	13	13	14	16	18	20	20	19	17	14	13
Murcia	11	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11
Ourense	8	10	11	12	14	16	18	18	17	13	11	9
Oviedo	9	9	10	10	12	14	15	16	15	13	10	9
Palencia	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	9	6
Palma de Mallorca	11	11	12	13	15	18	20	20	19	17	14	12
Pamplona/Iruña	7	8	9	10	12	15	17	17	16	13	9	7
Pontevedra	10	11	11	13	14	16	17	17	16	14	12	10
Salamanca	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	8	6
San Sebastián	9	9	10	11	12	14	16	16	15	14	11	9
Santa Cruz de Tenerife	15	15	16	16	17	18	20	20	20	18	17	16
Santander	10	10	11	11	13	15	16	16	16	14	12	10
Segovia	6	7	8	10	12	15	18	18	15	12	8	6
Sevilla	11	11	13	14	16	19	21	21	20	16	13	11
Soria	5	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6
Tarragona	10	11	12	14	16	18	20	20	19	16	12	11
Teruel	6	7	8	10	12	15	18	17	15	12	8	6
Toledo	8	9	11	12	15	18	21	20	18	14	11	8
Valencia	10	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11
Valladolid	6	8	9	10	12	15	18	18	16	12	9	7
Vitoria-Gasteiz	7	7	8	10	12	14	16	16	14	12	8	7
Zamora	6	8	9	10	13	16	18	18	16	12	9	7
Zaragoza	8	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	8

Tabla 26. Temperatura diaria media mensual de agua fría. Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

HE5- CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

2. Caracterización y cuantificación de la exigencia

Tabla 2.1 Coeficiente climático

Zona climática	C
I	1
II	1,1
III	1,2
IV	1,3
V	1,4

- 2 La superficie S a considerar para el caso de edificios destinados a cualquiera de los usos recogidos en la tabla 1.1 ejecutados dentro de una misma parcela catastral, será la suma de todas ellas.
- 3 En todos los casos, la potencia pico mínima del *generador* será al menos igual a la potencia nominal del inversor. La potencia nominal máxima obligatoria a instalar en todos los casos será de 100 kW.
- 4 La potencia eléctrica mínima de la instalación solar fotovoltaica determinada en aplicación de la exigencia básica que se desarrolla en esta sección, podrá sustituirse parcial o totalmente cuando se cubra la producción eléctrica estimada que correspondería a la potencia mínima mediante el aprovechamiento de otras fuentes de energías renovables.
- 5 Para estimar la producción de la instalación fotovoltaica se considerarán los ratios de producción siguientes por zonas climáticas, en kWh/kW:

Tabla 2.2 Ratios de producción por zona climática

	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona V
Horas equivalentes de referencia anuales (kWh/kW)	1.232	1.362	1.492	1.632	1.753

2.2.2 Pérdidas por orientación, inclinación y sombras

- 1 La disposición de los *módulos* se hará de tal manera que las *pérdidas debidas a la orientación e inclinación del sistema y a las sombras* sobre el mismo sean inferiores a los límites de la tabla 2.3.
- 2 Las *pérdidas* se expresan como porcentaje de la radiación solar que incidiría sobre la superficie de captación orientada al sur, a la inclinación óptima y sin sombras.

Tabla 2.3 Pérdidas límite

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10%	10%	15%
Superposición de módulos fotovoltaicos	20%	15%	30%
Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos	40%	20%	50%

Tablas 27 y 28. Coeficiente climático y ratios de producción por zona climática. Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

4. Cálculo

4.1 Zonas climáticas

- 1 En la tabla 4.1 se marcan los límites entre zonas climáticas homogéneas a efectos de la exigencia. Las zonas se han definido teniendo en cuenta la *Radiación Solar Global media diaria anual* sobre superficie horizontal (H), tomando los intervalos que se relacionan para cada una de las zonas.

Tabla 4.1 Radiación Solar Global media diaria anual

Zona climática	MJ/m ²	kWh/m ²
I	H < 13,7	H < 3,8
II	13,7 ≤ H < 15,1	3,8 ≤ H < 4,2
III	15,1 ≤ H < 16,6	4,2 ≤ H < 4,6
IV	16,6 ≤ H < 18,0	4,6 ≤ H < 5,0
V	H ≥ 18,0	H ≥ 5,0

- 2 Para la asignación de la zona climática de la tabla 4.1 podrán emplearse los datos de *Radiación Solar Global media diaria anual* que para las capitales de provincia se recogen en el documento "Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT", publicado en el año 2012 por la Agencia Estatal de Meteorología. Para aquellas localidades distintas de las capitales de provincia, a efectos de aplicación de este Documento Básico podrá emplearse el dato correspondiente a la capital de provincia, o bien otros datos oficiales de *Radiación Solar Global media diaria anual* aplicables a dicha localidad correspondientes al período 1983-2005.

Tabla 29. Radiación solar global media anual. Fuente: BD-HE (DOCUMENTO BÁSICO-AHORRO DE ENERGÍA)

EL ESTÁNDAR PASSIVHAUS

Podríamos decir que la arquitectura pasiva existe desde la Antigüedad. Hace 2.500 años en Grecia, Sócrates (469-399 a.C.) Fue el primero en escribir acerca de este tipo de arquitectura.

Partiendo del Megarón griego, lo modifica, tanto en planta, como en sección, para darle una forma trapezoidal, con el fin de captar energía solar durante el invierno y mantener el confort térmico durante el verano.

Sócrates lo describió de esta manera:

“En las casa orientadas al sur, el Sol penetra por el pórtico en invierno, mientras que en el verano el arco solar descrito se eleva sobre nuestras cabezas y por encima del tejado, de manera que hay sombra.”

Es a partir de las década de los 70, a raíz de la crisis del petróleo (1973), cuando surge la preocupación por los aspectos medioambientales en la edificación, como contracorriente al auge del “Estilo Internacional” durante la posguerra y su desvinculación de la componente energética aplicada localmente a lo largo del siglo XX.

Bajo este concepto de crisis energética, renace el interés por la arquitectura pasiva y el aprovechamiento de la energía solar en la edificación.

El estándar Passivhaus nace en Alemania en el año 1991, gracias a Wolfgang Feist (actual director del Passivhaus Institut de Darmstadt) y Bo Adamson, en el momento en que descubren que, cuando la carga para calefacción no supera los 10 W/m^2 , es posible suministrar el calor necesario para mantener el confort térmico mediante una ventilación controlada con recuperador de calor.

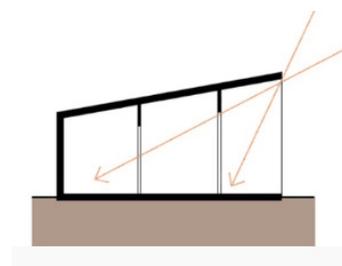
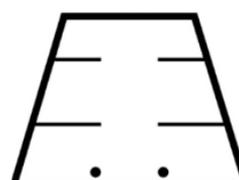
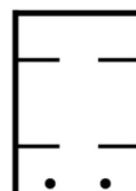


Figura 17. Casa griega y modificación según Sócrates Fuente: <http://www.energiehaus.es/passivhaus/historia-la-arquitectura-pasiva/>

Es decir, la definición más correcta a la hora de hablar de una casa pasiva actual sería:

“Vivienda que asegura el confort tanto en verano como en invierno, volviendo a los principios esenciales de la arquitectura pasiva, implementando nuevos conceptos como la ventilación mecánica con recuperador de calor”



Figura 18. Bo Adamson (izquierda), Robert Hastings and Wolfgang Feist 1998. Segunda Conferencia Internacional Passivhaus en Düsseldorf. Fuente: https://passipedia.org/examples/residential_buildings/multi-family_buildings/central_europe/the_world_s_first_passive_house_darmstadt-kranichstein_germany

En ese mismo año se construye el primer edificio Passivhaus, el cual lleva más de 20 años monitorizado. Actualmente, se han construido mas de 25.000 edificios bajo el estándar Passivhaus con excelentes resultados, tanto en las monitorizaciones realizadas, como en la satisfacción de los propios usuarios.



Figura 18. Primera vivienda Passivhaus, Darmstadt. Fuente: https://passipedia.org/examples/residential_buildings/multi-family_buildings/central_europe/the_world_s_first_passive_house_darmstadt-kranichstein_germany

DEFINICIÓN DEL ESTÁNDAR PASSIVHAUS

El consumo de energía en una Passivhaus se reduce con medidas pasivas a un nivel tan bajo que apenas requiere calefacción, refrigeración, humidificación o deshumidificación para cumplir con las condiciones de confort.

Entre estas medidas pasivas, la contribución más sustancial se consigue con el aislamiento térmico del edificio. La mayor parte de la demanda de calor en invierno puede cubrirse con fuentes de calor pasivas, como lo son el sol, el calor extraído del aire o los propios ocupantes. Así como en verano, el aislamiento térmico permite reducir las ganancias de calor en el interior, sumando otras medidas como ventilación natural, reducción de las cargas de calor internas y un buen sombreado del edificio.

Por tanto, la aplicación de equipos técnicos se limita a la ventilación activa interior con recuperación de calor y de humedad.

Figura 18. Requisitos mínimos del estándar Passivhaus. Fuente: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/estandar-passivhaus/>



PRINCIPIOS DEL ESTÁNDAR PASSIVHAUS

EXCELENTE AISLAMIENTO TÉRMICO

Los valores de U en paredes, techos y suelos oscilan entre 0.08 y 0.18 W/m²K

VENTANAS Y PUERTAS DE ALTAS PRESTACIONES

En este caso el valor de U quedará por debajo de 0,08 W/m²K, siendo necesarios marcos perfectamente aislados y triples vidrios con protección térmica.

AUSENCIA DE PUENTES TÉRMICOS

Para un buen aislamiento térmico es necesario hacer gran hincapié en las zonas más propensas a sufrir puentes térmicos.

Las uniones son un grave problema debido a que por ellas se producen corrientes de aire, causando fugas y pérdidas de calor por ventilación

HERMETICIDAD AL AIRE

La construcción hermética del edificio evita que el aire penetre dentro del mismo y del aislamiento, reduciendo su efectividad.

VENTILACIÓN MECÁNICA CON RECUPERACIÓN DE CALOR

Es un aspecto clave de la baja demanda de calor en el interior de un edificio Passivhaus.

Por lo tanto, todas las estancias deben estar dotadas de aire fresco gracias a la ventilación mecánica con recuperación de calor y un suministro y extracción del aire controlado.

Para obtener el grado adecuado de confort es necesario un índice de suministro de calor del 75%.

CONTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS SOLARES PASIVOS

Se puede hacer una gran contribución solar a la calefacción mediante el uso de ventanas y sistemas acristalamiento adecuados, no son necesarias las aperturas excesivamente grandes.

Así como en verano es necesario disponer dispositivos de sombreado.

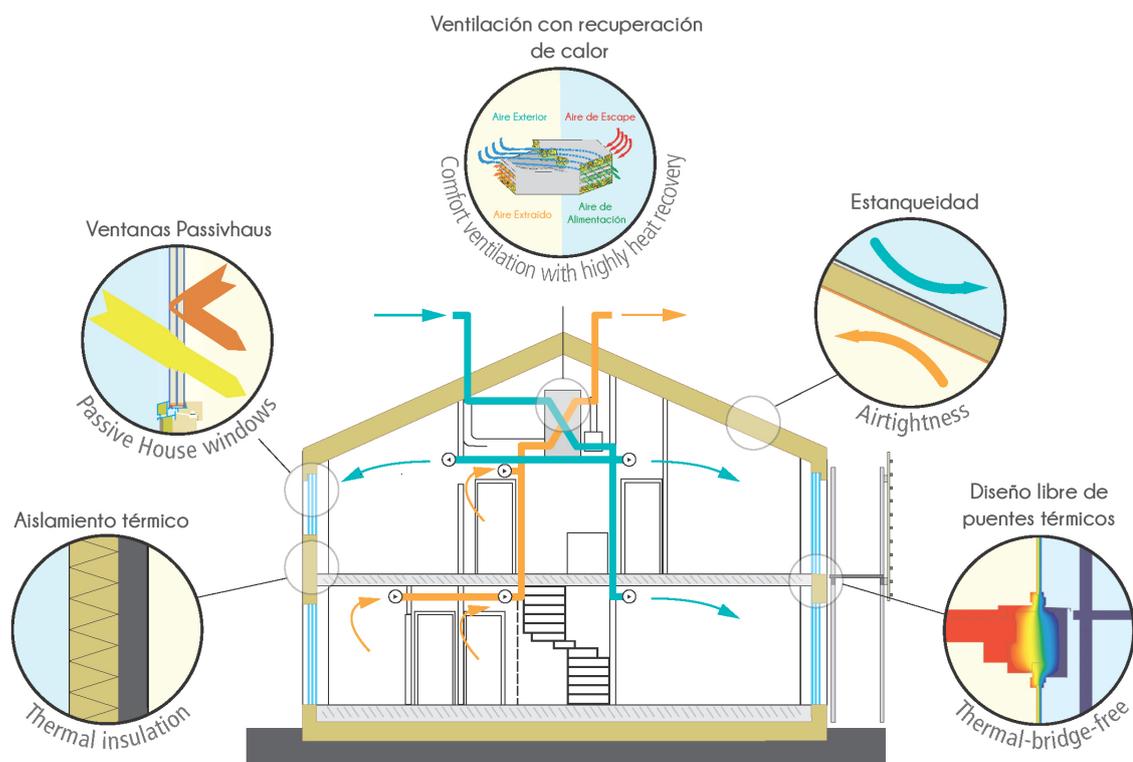


Figura 19. Principios del estándar Passivhaus. Fuente: <http://www.hildebrandt.cl/principios-estandar-passivhaus/>



Figura 20. Primera edificio Passivhaus, Darmstadt, 1991. Fuente: <https://passipedia.org/start>

PRIMER EDIFICIO PASSIVHAUS, DARMSTADT, 1991

A mediados de la década de los 80, el edificio de bajo consumo energético ya era requerido en edificios de nueva construcción en Suecia y Dinamarca.

Se llegó a la conclusión de que, no solo respecto al consumo de calefacción, sino todo el consumo de energía de los hogares debía ser minimizado.

Antes de la construcción de la vivienda, se creó un grupo de investigación, financiado por el Ministerio de Economía y Tecnología de Hesse (HMWT), que supervisó ocho proyectos, cuyos resultados se incorporaron a la vivienda de Darmstadt.

Se prepararon proyectos arquitectónicos alternativos, mejoró la eficiencia de las unidades de recuperación de calor de ventilación, desarrollaron controles de ventilación basados en pautas de calidad del aire, desarrollaron nuevos marcos de ventanas y contraventanas especialmente aislados, diseñaron detalles de construcción de puentes térmicos bajos para la conexión de componentes de edificios y desarrollaron tecnologías de calentamiento solar y un concepto para la recuperación de calor a partir de aguas residuales

La ciudad de Darmstadt mostró gran interés por realizar el primer proyecto de Passive House y, cuatro clientes privados formaron una sociedad, en el contexto de "Construcción de Viviendas Experimentales Darmstadt-Kranichstein K7" para la creación de cuatro viviendas de 156m cada una.

Para la elaboración de las viviendas se tomaron varias medidas ya utilizadas en los proyectos experimentales anteriores, y combinándolas, se consiguió el objetivo de una carga de calefacción extremadamente pequeña.

La vivienda se monitorizó para obtener datos precisos y verificar el logro de los objetivos.

Fueron el aislamiento térmico y la recuperación de calor los elementos decisivos, válidos igualmente para las casas construidas con posterioridad. Además se tomaron otras medidas como el uso de colectores Solares para el suministro de agua caliente sanitaria y un intercambiador de calor en el subsuelo para pre-calentar el aire fresco.

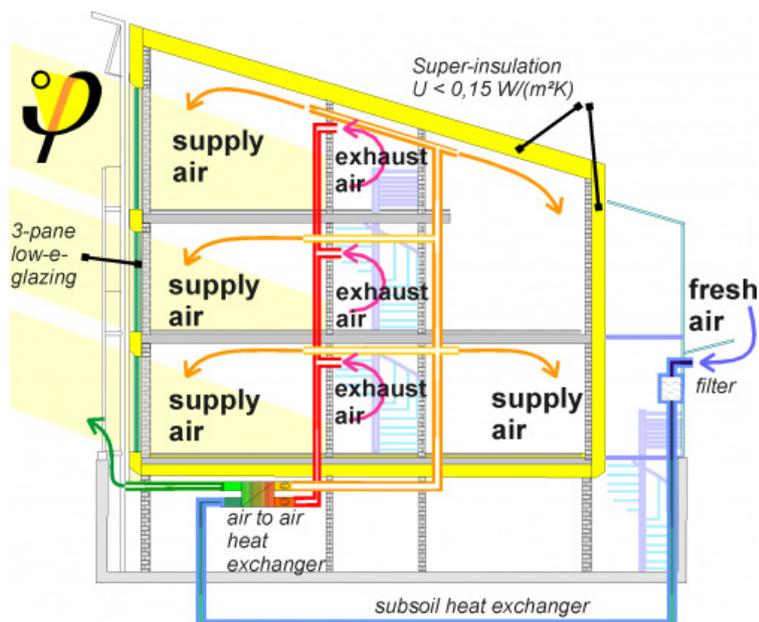


Figura 21. Sección transversal del primer edificio Passivhaus, Darmstadt, 1991. Fuente: <https://passivedia.org/start>

ACS

El agua se calienta mediante colectores planos de vacío solar (5,3 m² por hogar o 1,4 m² por persona).

El gas natural se utiliza para calefacción secundaria. El sistema térmico de colector plano cubre aproximadamente el 66% del consumo de energía en la casa.

La red de distribución de agua caliente se encuentra dentro de la envolvente térmica y esta bien aislada.

VENTILACIÓN

En cuanto a la ventilación, se utilizaron por primera vez ventiladores de conmutadores electrónicos (conocidos como motores EC). Durante la operación, se midió una tasa de recuperación de calor de más del 80% después de la optimización de la geometría del flujo.

Se suministraban de 100 a 185 m³ / h de aire fresco a las áreas de estar y dormir en cada unidad.

El consumo de electricidad era inferior a 0,4Wh / m³

de aire transferido

Los ventiladores funcionaron sin problemas entre 13 y 15 años, hasta que fueron reemplazados por productos más novedosos del mismo fabricante

HERMETICIDAD

Los materiales aislantes se separan del interior mediante una capa de yeso continuo o retardadores de vapor, según sea más acorde con la estética del edificio.

Gracias a las contraventanas deslizantes aisladas y herméticas, fue posible operar como una casa de energía de calefacción cero , ya que no tuvo ningún tipo de calefacción entre los años 1994 y 1996.

BALANCES ENERGÉTICOS

Según la simulación los resultados de la vivienda fueron que la carga de calefacción máxima que se producía en la vivienda durante el invierno no superaba los 10 W / m² de superficie. Estos resultados no corresponden con los procedimientos de cálculo actuales, por lo que, tiempo después con el PHPP (Passive House Planning Package) se volvieron a realizar los cálculos obteniendo un resultado de 10.5 kWh / (m²a) que está muy cerca del valor promedio actual.

Hoy en día, la vivienda sigue teniendo una demanda de calefacción de 10 kWh / (m²a),

Siendo importante resaltar que tanto fachadas, como suelos, techos y ventanas, han permanecido invariables desde su construcción.

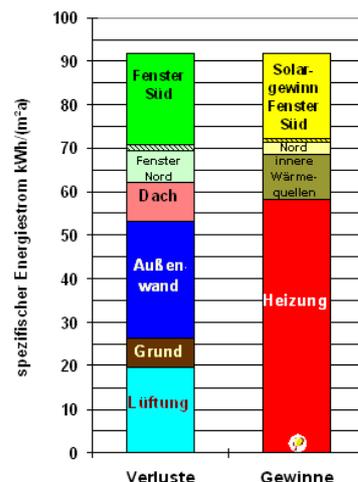
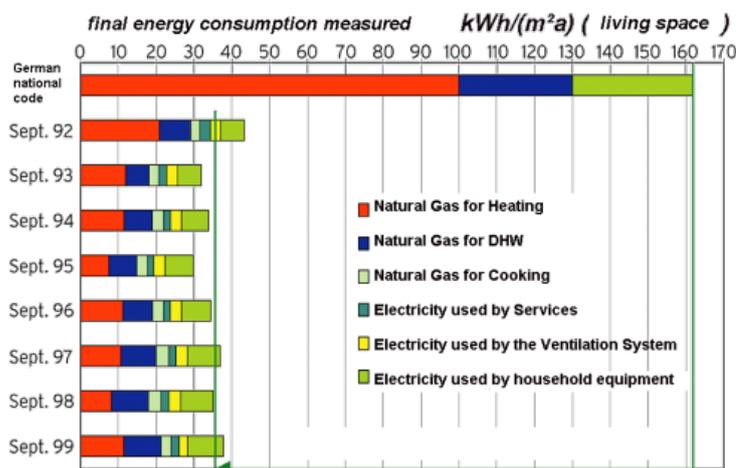


Figura 22. Resultados obtenidos en demanda de calefacción antes de la construcción del primer edificio Passivhaus, Darmstadt, 1991. Fuente: <https://passipedia.org/start>

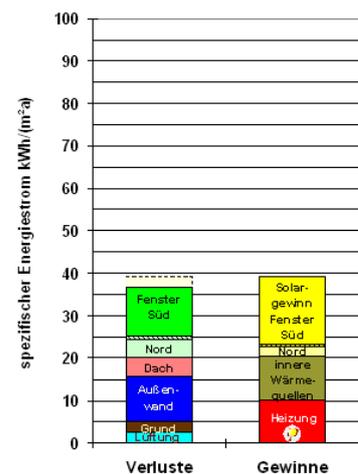


Figura 23. Resultados obtenidos en demanda de calefacción después de la construcción del primer edificio Passivhaus, Darmstadt, 1991. Fuente: <https://passipedia.org/start>

Figura 24. Resultados obtenidos en consumo energético a lo largo de la primera década tras su construcción. Fuente: <https://passipedia.org/start>

PHPP (PASIVE HOUSE PLANNING PACKAGE)

El Passive House PLanning Package fue desarrollado por el Passive House Institut como una herramienta de diseño y verificación para edificios pasivos. Es un sistema contable basado en la norma internacional ISO 13790 con herramientas de cálculo adicionales, que permite a los planificadores completar la verificación de la norma de la Casa Pasiva de acuerdo con un método uniforme y comprobado. No se recomienda el uso de otros métodos de verificación, ya que conducen a errores al no reflejar con precisión las relaciones físicas críticas inherentes al estándar de la Casa Pasiva.

A pesar de las simplificaciones provocadas por un procedimiento estacionario, las definiciones y cálculos involucrados en el PHPP se basan en los principios y relaciones físicas subyacentes. Se requirió un meticuloso trabajo preparatorio para configurar los mismos. En el caso de los edificios con una demanda de energía muy baja, las condiciones funcionales y climáticas, así como todos los factores que influyen en el diseño, deben determinarse con precisión para garantizar un rendimiento general satisfactorio de la verificación. Todos los procedimientos de cálculo se examinaron cuidadosamente mediante comparaciones exhaustivas entre simulaciones y lecturas en el sitio. Para evitar errores de cálculo, las aproximaciones y estimaciones siempre están del lado seguro.

Para realizar la contabilidad, los límites del sistema deben determinarse con precisión. En el caso de un edificio con condiciones térmicas, el límite está formado por la envolvente del edificio. Incluye todas las habitaciones y zonas en las que se debe mantener un clima interior deseado o exigido. En este caso, está permitido incorporar áreas auxiliares en el límite del sistema siempre que tenga sentido desde un punto de vista práctico, de construcción o funcional del edificio (como escaleras sin calefacción, áreas de paredes de jamba contiguas o espacio del ático, porche

cerrado...). La determinación del límite del sistema es un paso importante en la planificación de un edificio pasivo, ya que se utiliza como base para especificar todos los valores relacionados con el espacio y considerados en el balance de energía. En el PHPP, todas las superficies de la envolvente se calculan utilizando las dimensiones externas. Además, el área de suelo tratada se usa como valor de referencia en todo el proceso de verificación. Incluye todo el suelo utilizable con calefacción o refrigeración. Si se ubica un sótano o una escalera dentro de la superficie del edificio, un 60% puede considerarse como una superficie tratada.

Principios básicos del balance de calor del espacio

Los cálculos de energía para determinar la demanda de calor del espacio se basan en el hecho de que la energía interna de un edificio no cambia entre el inicio y el final del periodo de calefacción o refrigeración. Por lo tanto la entrada de calor Q en el sistema a través de la envolvente del edificio es igual a la salida de calor Q (pérdida de calor)

El arquitecto de planificación es responsable, en particular, de verificar la interacción de los elementos relevantes para el espacio (por ejemplo, las superficies de la envolvente, los volúmenes de aire, el aire del suelo tratado) y la determinación de los principales componentes del rendimiento energético (áreas de superficie de envolvente aislada, ventanas, unidad de ventilación mecánica...). Una vez que estos valores se han multiplicado por los parámetros validados de uso y clima, toda la información necesaria para establecer un balance de energía está disponible.

Estructura y datos de entrada

El PHPP es un programa de hoja de cálculo. Requiere la entrada de varios valores y está estructurado en varias hojas de trabajo.

A continuación se hará un breve resumen de cada una de ellas para adentrarnos en el programa y conocer su funcionamiento general.

-Comprobación

La primera hoja de cálculo que encontramos es la de comprobación, en ella se reflejarán los datos generales del edificio, los valores característicos en cuanto a la demanda con relación a la superficie de referencia energética y año, y si cumple o no con el estándar Passivhaus.

Comprobación Passivhaus



Edificio:	Casa adosada final Kranichstein		
Calle:			
CP / Ciudad:	Darmstadt C.P. 64289		
País:	Alemania / Hesse		
Tipo de edificio:	Viviendas adosadas		
Clima:	Alemania: PHPP-estándar	Altitud del sitio del edificio (en [m] sobre el nivel del mar):	-
Propietario / cliente:	Bauherrengemeinschaft Passivhaus		
Calle:			
CP / Ciudad:	Darmstadt C.P. 64289, Alemania		
Arquitectura:	Prof. Bott/Ridder/Westermeyer		
Calle:	Jahnstr. 8		
CP / Ciudad:	Darmstadt C.P. 64289, Alemania		
Instalaciones:	Ing. Norbert Staerz		
Calle:	Bahnhofstr. 49		
CP / Ciudad:	Pfungstadt C.P. 64319, Alemania		
Año construcción:	1991	Temperatura interior invierno:	20,0 °C
Nr. de viviendas:	1	Temperatura interior verano:	25,0 °C
Nr. de personas:	4,5	GIC invierno:	2,1 W/m²
Capacidad específica:	204 Wh/K por m² de SRE	GIC verano:	2,1 W/m²
		Volumen exterior V _e m³:	665,0
		Refrigeración mecánica:	

Valores característicos del edificio con relación a la superficie de referencia energética y año				
		156,0 m²	Requerimientos	¿Cumplido?*
Calefacción	Superficie de referencia energética	156,0 m²		
	Demanda de calefacción	14 kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)	si
	Carga de calefacción	10 W/m²	10 W/m²	si
Refrigeración	Demanda total refrigeración	kWh/(m²a)	-	-
	Carga de refrigeración	W/m²	-	-
	Frecuencia de sobrecalentamiento (> 25 °C)	1,4 %	-	-
Energía primaria	Calef., ref., deshum., ACS, elect. auxiliar, ilum., aparatos elect.	60 kWh/(m²a)	120 kWh/(m²a)	si
	ACS, calefacción y electricidad auxiliar	33 kWh/(m²a)	-	-
	Ahorro de EP a través de electricidad solar	25 kWh/(m²a)	-	-
Hermeticidad	Resultado ensayo de presión n50	0,2 1/h	0,6 1/h	si

* Campo vacío: faltan datos; -: sin requerimiento

Passivhaus?	si
-------------	----

Confirmamos que los valores aquí presentados han sido determinados siguiendo la metodología PHPP y están basados en los valores característicos del edificio. Los cálculos con PHPP están adjuntos a esta aplicación.	Nombre:	PHPP Versión 8.5	Número de registro PHPP:
	Apellidos:	Expedido en:	
	Compañía:	Firma:	

Figura 34. Ejemplo hoja de cálculo "Comprobación". Fuente: PHPP

-Clima

Dentro de la primera hoja, se introduce la región en la que se encuentra el edificio junto con su altitud. En caso de que no apareciese entre los ya grabados, es posible crear una muestra con los datos climáticos correspondientes a la zona en cuestión.

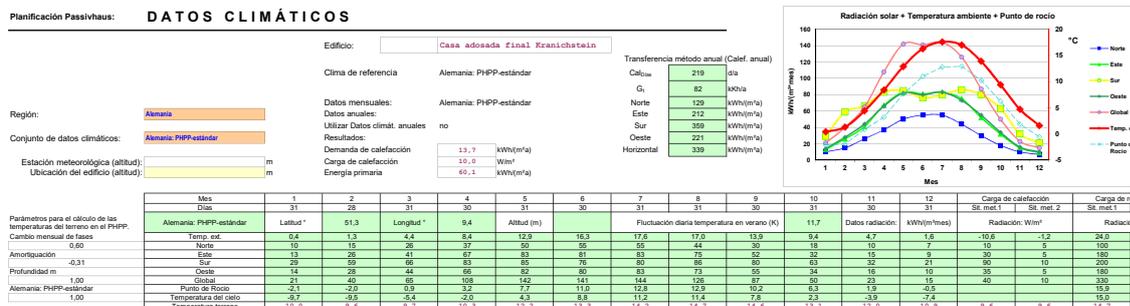


Figura 35. Ejemplo hoja de cálculo "Clima". Fuente: PHPP

-Valores-U

Se nombran uno a uno los elementos constructivos de la vivienda, incluyendo todos sus componentes con sus respectivas conductividades y espesores, dando como resultado la transmitancia de cada uno de ellos.

Planificación Passivhaus: VALOR - U ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

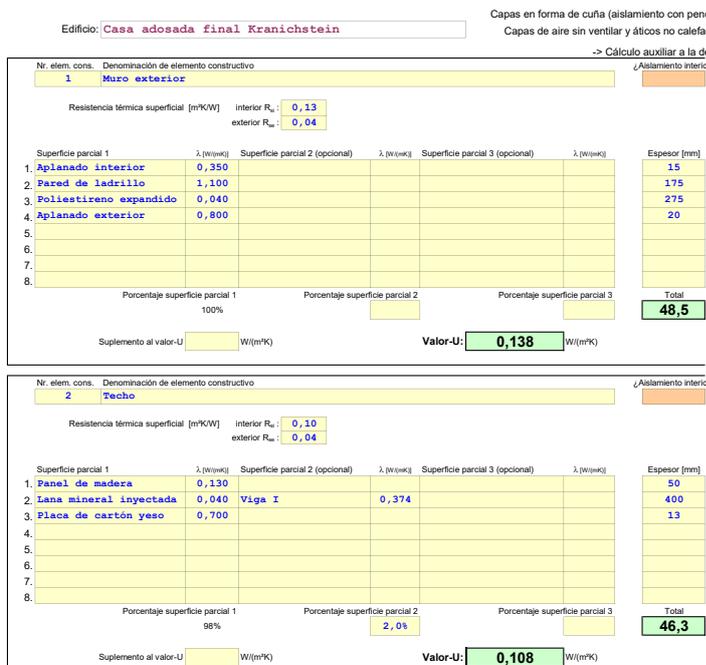


Figura 36. Ejemplo hoja de cálculo "Valor-U". Fuente: PHPP

-Terreno

Los datos a introducir en esta hoja se dividen en varias partes.

En primer lugar, en el recuadro "Características del terreno" será necesario introducir la conductividad y capacidad térmica del edificio. Posteriormente diversos datos sobre la losa/techo de sótano. En el recuadro "Tipo de losa de piso/solera" deberemos seleccionar la opción que más convenga según si la losa está por encima o debajo del terreno, si existe un sótano no calefactado o tiene cámara de aire ventilada. Por último se introduce la profundidad del nivel freático.

Planificación Passivhaus: **PÉRDIDAS DE CALOR A TRAVÉS DEL TERRENO**

Sección del edificio 1

Características del terreno		Datos climáticos	
Conductividad térmica λ	2,0 W/(mK)	Temperatura media interior en invierno $T_{i,winter}$	20,0 °C
Capacidad térmica ρC	2,0 MJ/(m ³ K)	Temperatura media interior en verano $T_{i,summer}$	25,0 °C
Profundidad de penetración periódica δ	3,17 m	Temperatura media de la superficie del terreno $T_{sur,med}$	10,0 °C
		Amplitud $T_{ext,med}$	8,6 °C
		Cambio de fases de $T_{ext,med}$	1,1 Meses
		Duración del periodo de calefacción n	7,2 Meses
		Grados-hora de calefacción, exterior G_{ext}	81,9 kWh/a

Datos del edificio		Valor-U solera o losa / techo sótano $U_{s,ls}$		0,133 W/(m ² K)
Superficie de losa de piso / entrepiso de sótano A	80,9 m ²	PTs solera o losa / techo sótano $\Psi_{s,ls}$	0,70 W/K	
Longitud perimetral P	25,0 m	Valor-U solera o losa / techo sótano incl. PT $U_{s,ls}^*$	0,139 W/(m ² K)	
valores característicos elem. cons. horizontal B'	6,47 m	Espesor efectivo del piso d_{eff}	14,34 m	

Tipo de losa de piso / solera (marcar sólo un campo)

Losa de piso / solera en contacto con el terreno

Espesor / profundidad aislamiento perimetral D m

Espesor aislamiento perimetral d_{im} m

Conductividad térmica aislamiento perimetral λ_{apda} W/(mK)

Posición del aislamiento perimetral Horizontal

(marcar con una "x") Vertical

Sótano calefactado o losa de piso completamente / parcialmente bajo el nivel de terreno

Altura pared sótano sobre rasante z m

Valor-U pared sótano bajo rasante del terreno $U_{s,par}$ W/(m²K)

Sótano no calefactado

Altura pared sótano sobre rasante h m

Valor-U pared sótano sobre rasante del terreno $U_{s,sur}$ W/(m²K)

Altura pared sótano bajo rasante z m

Valor-U pared sótano bajo rasante del terreno $U_{s,par}$ W/(m²K)

Renovación de aire en sótano no calefactado n h⁻¹

Valor-U suelo sótano / losa de piso sótano $U_{s,suelo}$ W/(m²K)

Volumen de aire sótano V m³

Losa de piso con cámara de aire ventilada (máx. 0,5 m por debajo de rasante)

Valor-U losa de piso sobre cámara de aire $U_{s,cam}$ W/(m²K)

Sección aperturas de ventilación μP m²

Altura pared cámara de aire h m

Velocidad de viento a 10 m de altura v m/s

Altura pared cámara de aire $U_{s,cam}$ W/(m²K)

Factor de protección del viento f_p

Figura 37. Ejemplo hoja de cálculo "Terreno". Fuente: PHPP

-Componentes

En la hoja "Componentes" aparecerán los datos incluidos anteriormente en la hoja "Valores-U". Debiendo anotar, además, los diferentes tipos de acristalamiento y marcos de las ventanas existentes. Así como el tipo de aparato de ventilación con recuperación de calor y La unidad compacta con bomba de calor para aire de expulsión, en caso de que existiesen.

Planificación Passivhaus: **COMPONENTES PASSIVHAUS**

Ir a: ["SUPERFICIES"](#) <http://www.passiv.de/komponentendatenbanken/EN>
[Acristalamiento](#) [Aparatos de ventilación](#)
[Marcos de ventanas](#) [Unidades compactas](#)

Elementos constructivos (valores-U)					
ID	Sistema constructivo	Elemento constructivo	Espesor total	Valor-U	Aislamiento interior
Resumen de los elementos constructivos calculados en la hoja "Valores-U"			m	W/(m ² K)	-
01ud	Muro exterior	Muro exterior	0,485	0,138	
02ud	Techo	Techo	0,463	0,108	
03ud	Techo del sótano	Techo del sótano	0,520	0,131	
04ud	Muro divisorio de apartamento	Muro divisorio de apartamento	0,460	0,375	
05ud					
06ud					
07ud					
08ud					
09ud					
10ud					

Figura 38. Ejemplo hoja de cálculo "Componentes". Fuente: PHPP

-Ventanas

De cada ventana existente, se deben tener en cuenta la desviación respecto del norte y el ángulo de inclinación respecto de la horizontal, la anchura y altura, así como el componente en el cual se ha instalado, el tipo de acristalamiento y el tipo de marco (valores introducidos en las hojas "Superficies" y "Componentes")

Planificación Passivhaus: **FACTOR DE REDUCCIÓN DE RADIACIÓN SOLAR; VALOR-U DE VENTANAS**

Edificio: Demanda de calefacción: W/(m²) Grados-hora de calefacción:

Almacén:

Orientación de la superficie de la ventana	Relación global (sumas cardinales)	Sombra	Suciedad	Radiación incidente no perpendicular	Proporción de acristalamiento	Valor g	Factor de reducción para radiación solar	Superficie de ventana	Valor-U de ventana	Superficie de ventana por metro cuadrado	Relación global promedio	
med.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Norte	0,89	0,95	0,95	0,644	0,60	0,45	11,04	0,77	7,11	129	697	
Este	1,00	0,95	0,95	0,600	0,60	0,40	0,00	0,00	0,00	212	0	
Sur	0,84	0,95	0,95	0,655	0,60	0,44	30,42	0,78	19,92	359	1540	
Oeste	0,82	0,95	0,95	0,604	0,60	0,40	2,00	0,80	1,21	221	130	
Horizontal	1,00	0,95	0,95	0,600	0,60	0,40	0,00	0,80	0,00	338	0	
Total o valor promedio de todas las ventanas						0,50	0,45	43,46	0,78	29,24	2768	2335

La lista de acristalamientos La lista de marcos de ventanas

Casi de	Determinación	Desviación con respecto al norte	Ángulo de inclinación respecto a la horizontal	Orientación	Anchura	Altura	Selección a partir de hoja "Superficies"	Selección a partir de hoja "Componentes"	Selección a partir de hoja "Componentes"	Relación proporción	Acristalamiento	Marco (para medidas)	V _{vent} (m ²)	Situación de instalación				Resultados			
														Superficie de ventana	Superficie de ventana	Valor-U de ventana	Proporción de acristalamiento	Pérdidas por transmisión	Generación solar		
4	Sur planta baja	0	0	Sur	1,200	2,200	0,50	0,70	0,59	0,049	1	0	1	1	0,005	9,3	6,91	0,78	64%	596	689
4	Sur primer piso	0	0	Sur	1,140	2,120	0,50	0,70	0,59	0,049	1	0	1	1	0,005	9,7	6,30	0,78	65%	617	762
4	Sur ático	0	0	Sur	1,220	2,200	0,50	0,70	0,59	0,049	1	0	1	1	0,005	11,6	7,62	0,78	67%	727	869
2	Norte planta baja	0	90	Norte	1,200	2,200	0,50	0,70	0,59	0,049	1	0	1	1	0,005	5,5	3,56	0,77	64%	349	164
1	Oeste	0	0	Oeste	0,910	2,200	0,50	0,70	0,59	0,049	1	1	1	1	0,005	2,0	1,21	0,80	60%	130	89
2	Norte primer piso	0	90	Norte	1,200	2,200	0,50	0,70	0,59	0,049	1	0	1	1	0,005	5,5	3,56	0,77	64%	349	164

Figura 39. Ejemplo hoja de cálculo "Ventanas". Fuente: PHPP

-Sombras

Se introducen las medidas de los objetos horizontales, telares, remetimientos, voladizos, que produzcan sombra sobre las ventanas del edificio.

Planificación Passivhaus: **CÁLCULO DE LOS FACTORES DE SOMBRA**

Cita: Alemania: PHPP-estándar
 Edificio: Casa adosada final Kranichstein
 Latitud geográfica: 51.3

Orientación	Superficie de acristalamiento m²	Factor de reducción invierno	Factor de reducción verano
Norte	7,11	99%	92%
Este	6,68	99%	90%
Sur	19,92	94%	48%
Oeste	1,21	92%	98%
Horizontal	0,93	99%	100%

Densidad de calefacción: 13,7 kWh/m²/año
 Densidad de refrigeración: 0,9 kWh/m²/año
 Eficiencia de abastecimiento: 1,4%

Categoría	Descripción	Desviación con respecto al norte	Ángulo de inclinación	Orientación	Ancho del vano	Altura del vano	Horizontales		Telares / Remetimientos		Voladizos / Visados		Factor de reducción adicional para acristalamientos al extranjero	Factor de reducción adicional para acristalamientos al extranjero	Factor de reducción para protección ante incendios	Incluyendo				Verano									
							A _{ext}	A _{int}	A _{ext}	A _{int}	A _{ext}	A _{int}				A _{ext}	A _{int}	F _{ext}	F _{int}										
4	Por planta baja	180	90	Sur	2,87	1,11	0,00	0,00	0,00	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	100%	92%	95%	89%	93%	92%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	
4	Por primer piso	180	90	Sur	2,87	1,11	0,00	0,00	0,00	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	100%	92%	95%	89%	93%	92%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	
4	Por ático	180	90	Sur	2,87	1,11	0,00	0,00	0,00	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	100%	92%	95%	89%	93%	92%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	
2	Muerta planta baja	0	90	Norte	0,90	1,18	0,00	0,00	0,00	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	100%	92%	95%	89%	93%	92%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	
1	Tejado	270	90	Oeste	2,44	1,49	0,00	0,00	0,00	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	100%	92%	95%	89%	93%	92%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
2	Muerta primer piso	0	90	Norte	0,90	1,18	0,00	0,00	0,00	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	100%	92%	95%	89%	93%	92%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%

Figura 40. Ejemplo hoja de cálculo "Sombras". Fuente: PHPP

-Ventilación

Se selecciona el tipo de aparato de ventilación y sus características correspondientes. La tasa de renovación de aire por infiltración. Así como el cálculo para el dimensionado de la ventilación.

Planificación Passivhaus: **DATOS DE VENTILACIÓN**

Edificio: Casa adosada final Kranichstein

Superficie de referencia energética A_{ref}: 156 m² (Hoja Superficies)
 Altura de la habitación h: 2,50 m
 Volumen de aire interior ventilación (A_{ref} · h) = Vv: 390 m³ (Hoja Calculador anual)

Tipo de sistema de ventilación: Ventilación equilibrada tipo Passivhaus

Tasa de renovación de aire por infiltración

Coeficientes de protección al viento e y f	
Coeficiente e de protección de viento	0,15
Coeficiente f de protección de viento	0,22

Exceso de aire de extracción: 0,00 l/h

Tasa renovación aire por infiltración: 0,019 l/h

Selección de los datos de la ventilación - Resultados

Aparato de ventilación / Eficiencia de recuperación de calor	Renovación de aire media m³/h	Tasa de renovación de aire de extracción t/h	Exceso de aire de extracción t/h	Valor de eficiencia de R/C efectiva [·]	Potencia específica Wh/m³	Valor de eficiencia de R/C efectiva del ITA
Diseño estándar (Hoja Ventilación - ver abajo)	117	0,30	0,00	82,3%	0,40	31,3%

Eficiencia del intercambiador tierra-aire (ITA): 93%

Figura 41. Ejemplo hoja de cálculo "Ventilación". Fuente: PHPP

-Superficies

En este paso se introducen todos los elementos constructivos que conforman el edificio, con sus respectivas dimensiones, desviación respecto al norte, ángulo de inclinación respecto a la horizontal, factor de reducción de sombras, y absorción y emisividad de la envolvente exterior. Se incluyen también, los posibles puentes térmicos que pudiesen existir.

Planificación Passivhaus: DETERMINACIÓN DE SUPERFICIES																			
Edificio: Casa adosada final Kranichstein Dem. calefacción: 14 kWh/m²/año																			
Cuadro resumen																			
Nº de grupos	Grupo de superficies	Zona de temperatura	Superficie	Unidad	Comentario	Resumen de los elementos constructivos	Valor-U, promedio [W/(m²K)]	Características por radiación período de calefacción (W/m²)	Características por radiación período de calefacción (W/m²)										
1	SRE (sup. de referencia energética)	A	158,00	m²	Superficie de referencia energética de acuerdo a manual PHPP.					0,771	259	259							
2	Ventanas al norte	A	11,54	m²		Ventanas al norte													
3	Ventanas al este	A	0,00	m²	Los resultados vienen de la hoja "Ventanas"	Ventanas al este													
4	Ventanas al sur	A	20,42	m²	Los resultados vienen de la hoja "Ventanas"	Ventanas al sur				0,770	1616	747							
5	Ventanas al oeste	A	2,00	m²	Los resultados vienen de la hoja "Ventanas"	Ventanas al oeste				0,795	59	101							
6	Ventanas horizontales	A	0,00	m²		Ventanas horizontales													
7	Puerta exterior	A	0,00	m²	Restar la superficie de la puerta exterior del elemento constructivo correspondiente	Puerta exterior													
8	Muro est. - aire ext.	A	104,20	m²	La zona de temperatura "A" es la temperatura exterior	Muro est. - aire ext.				0,138	10	116							
9	Muro est. - terreno	B	0,00	m²	La zona de temperatura "B" es el terreno	Muro est. - terreno													
10	Techo / cubierta - Aire ext.	A	63,41	m²		Techo / cubierta - Aire ext.				0,188	-6	130							
11	Solera / losa piso / forjado sanitario	B	0,00	m²	Las zonas de temperatura "A", "B", "C" y "D" pueden utilizarse. NO pueden utilizarse "E" y "F".	Solera / losa piso / forjado sanitario				0,131									
12		A	0,00	m²	Las zonas de temperatura "A", "B", "C" y "D" pueden utilizarse. NO pueden utilizarse "E" y "F".														
13		A	0,00	m²	La zona de temperatura "A" puede utilizarse. NO puede utilizarse "F".														
14		X	0,00	m²	Zona de temperatura "X". El usuario introduce el factor de temperatura ponderado (0 < K < 1). Factor para X = 75 %														
						Puentes térmicos - resumen	W/(m²m)												
15	PTA ambiente exterior	A	116,85	m	Unidades en metros lineales	PTA ambiente exterior				0,030									
16	PTA perimetral en el albalá	P	0,00	m	Unidades en metros lineales. la zona de temperatura "P" corresponde al perímetro (ver hoja de terreno)	PTA perimetral en el albalá				0,061									
17	Puentes térmicos PIES	B	71,39	m	Unidades en metros lineales	Puentes térmicos PIES				0,375									
18	Muro dividido entre viviendas	B	84,84	m²	En paredes de calor, solo se considera para el cálculo de la carga de calefacción.	Muro dividido entre viviendas				0,375									
Total de la envolvente térmica										0,184									
Introducción de superficies																			
Nº de área	Denominación elemento constructivo	AI grupo	Asignación al grupo	Can-sidad	a [m]	b [m]	Definido por el usuario [m²]	Restado por el usuario [m²]	Instrucción de las ventanas [m²]	Superficie [m²]	Selección de elemento constructivo / sistema constructivo certificado	Valor-U [W/(m²K)]	Desviación respecto al norte	Ángulo de inclinación respecto a la horizontal	Orientación	Factor de reducción de sombras total	Absorción de la envolvente exterior	Emisividad de la envolvente exterior	
1	Superficie de referencia energética	1	SRE (sup. de referencia energética)	1	X	X	158,00	-		158,00									
2	Ventanas al Norte	2	Ventanas al norte				11,54	-		11,54	De la hoja "Ventanas"	0,771							
3	Ventanas al Este	3	Ventanas al este				0,00	-		0,00	De la hoja "Ventanas"	0,770							
4	Ventanas al Sur	4	Ventanas al sur				20,42	-		20,42	De la hoja "Ventanas"	0,795							
5	Ventanas al Oeste	5	Ventanas al oeste				2,00	-		2,00	De la hoja "Ventanas"	0,771							
6	Ventanas horizontales	6	Ventanas horizontales				0,00	-		0,00	De la hoja "Ventanas"	0,771							
7	Puerta exterior	7	Puerta exterior				0,00	-		0,00	Valor-U puerta exterior	0,138	180	90	Sur	0,90	0,40	0,90	
8	Muro exterior este	8	Muro est. - aire ext.	1	X	7,13	10,33	-	-	30,4	Usual Muro exterior	0,138	0	90	Norte	0,90	0,40	0,90	
9	Muro exterior oeste	9	Muro est. - aire ext.	1	X	7,13	10,33	-	-	30,4	Usual Muro exterior	0,138	0	90	Norte	0,90	0,40	0,90	
10	Muro exterior norte	10	Muro est. - terreno	1	X	11,35	8,89	-	-	98,9	Usual Muro exterior	0,138	270	90	Oeste	0,90	0,40	0,90	
11	Techo / cubierta	11	Techo / cubierta - Aire ext.	1	X	7,13	10,33	-	-	83,4	Usual Techo	0,188	0	90	Sur	1,00	0,90	0,90	
12	Techo - del albalá	12	Solera / losa piso / forjado sanitario	1	X	7,13	10,33	-	-	80,9	Usual Techo del albalá	0,131							
13	Muro dividido	13	Muro dividido entre viviendas	1	X	11,35	8,89	-	-	84,8	Usual Muro dividido de apartamento	0,375							
14								-											
15								-											
16								-											
17								-											
18								-											
19								-											
20								-											
21								-											
22								-											
23								-											
24								-											
25								-											
26								-											
27								-											
28								-											
29								-											

Figura 42. Ejemplo hoja de cálculo "Superficies". Fuente: PHPP

-Ventilación en verano

Humedad absoluta máxima interior y fuentes internas de humedad serán los primeros datos a introducir, junto con la renovación del aire debida a la ventilación por ventanas y la temperatura mínima permitida en el interior.

En la parte derecha de la hoja se realizan los cálculos de renovación de aire a través de ventilación por ventanas, más la ventilación adicional nocturna. Haciendo una suposición de las ventanas que estarán abiertas a lo largo del día, con sus respectivas dimensiones.

Planificación Passivhaus: VENTILACIÓN EN VERANO

Edificio: Casa adosada final Kranichstein Tipo de edificio: Viviendas adosadas

Volumen del edificio: 390 m³ Recuperación de calor η_{rec} : 82%

Humedad absoluta máxima interior: 12 g/kg Recuperación de energía η_{rec} : 0%

Fuentes internas de humedad: 2 g/(m³h) Intercambiador de calor tierra-aire η_{tao} : 93%

Resultados refrigeración pasiva

Frecuencia de sobrecalentamiento: 1,4% al límite de sobrecal: $S_{lim} = 25$ °C

Frecuencia de humedad superada: 0,0%

Humedad máxima: 10,1 g/kg

Resultado refrigeración activa

Demanda de refrigeración (dif): 0,9 kWh/(m²a)

Demanda de deshumidificación: 0,0 kWh/(m²a)

Ventilación básica en el verano para asegurar la calidad de aire suficiente

Renov. aire sist. ventilación c/aire impulsión: 1/h

Renov. aire sist. extracción de aire: 1/h

Consumo energético esp. (para sist.extracción de aire): 0,20 kWh/m²

Renov. aire ventilación por ventanas: 0,36 1/h

Renovación de aire efectiva

	$n_{v,ext}$ 1/h	η_{1-}	η_{rec}	η_{tao}	$n_{v,eff,tao}$ 1/h
exterior $n_{v,e}$	0,000	93%	0,82		0,000
sin RC	0,000	93%			0,000
Terreno nLg	0,000	93%	0,82		0,000
sin RC	0,000	93%			0,000

Valor de referencia ventilación

	V_v m³	$n_{v,ext,tao}$ 1/h	G_{ext} Wh/(m²K)	
exterior $H_{v,e}$	390	0,000	0,33	0,0 W/K
sin RC	390	0,000	0,33	0,0 W/K
Terreno $H_{v,g}$	390	0,000	0,33	0,0 W/K
sin RC	390	0,000	0,33	0,0 W/K
Infiltración, ventana, sist. extracción	390	0,377	0,33	48,5 W/K

Ventilación adicional en verano para refrigeración

Regulación de la ventilación adicional: Temperatura interior mínima permitida: 22,0 °C

Tipo de ventilación adicional: Ventilación nocturna manual (mediante ventanas): Valor de ventilación nocturna: 0,15 1/h

Renovación de aire correspondiente: 1/h

Consumo energético específico: 3,00 kWh/m²

Figura 43. Ejemplo hoja de cálculo "Ventilación verano". Fuente: PHPP

-Aparatos-R

Seleccionaremos el tipo de aparato de refrigeración; a través de impulsión, del aire en circulación, con deshumidificación adicional, o mediante superficies.

Planificación Passivhaus: APARATOS DE REFRIGERACIÓN

Clima: Alemania: PHPP-estándar Tipo de edificio: Viviendas adosadas

Edificio: Casa adosada final Kranichstein Sup. referencia energética A_{ref} : 156,0 m²

Temperatura interior verano: 25,0 °C Refrigeración mediante: Intercambio de aire por el sistema de ventilación con aire de impulsión: 0,0

Humedad nominal: 12,0 g/kg

Fuentes internas de humedad: 2,0 g/(m³h)

Refrigeración a través del aire de impulsión

Funcionamiento de ciclo operativo (marcar con 'x') x

Capacidad de refrigeración máx. (sensible + latente) 1 kW

Reducción de temperatura bulbo seco 2 K

Relación de eficiencia energética (EER) 2

Refrigeración del aire en circulación

Funcionamiento de ciclo operativo (marcar con 'x') x

Capacidad de refrigeración máx. (sensible + latente) 2 kW

Volumen de aire en potencia nominal 390 m³/h

Reducción de temperatura bulbo seco 19,6 K

Volumen de aire variable (marque con 'x' si aplica) x

Relación de eficiencia energética (EER) 3,2

Deshumidificación adicional

Calor de escape hacia habitación (marcar con 'x') x

Relación de eficiencia energética (EER) 2

Figura 44. Ejemplo hoja de cálculo "Aparatos-R". Fuente: PHPP

-Distribución+ACS

Se introducen todos los datos relacionados con la red de calefacción, su distribución y acumulación. Como son la longitud de las tuberías, coeficiente de pérdidas, carga de calefacción de diseño, temperatura de ida de diseño, etc. Existiendo un cálculo de pérdidas del calor por tuberías.

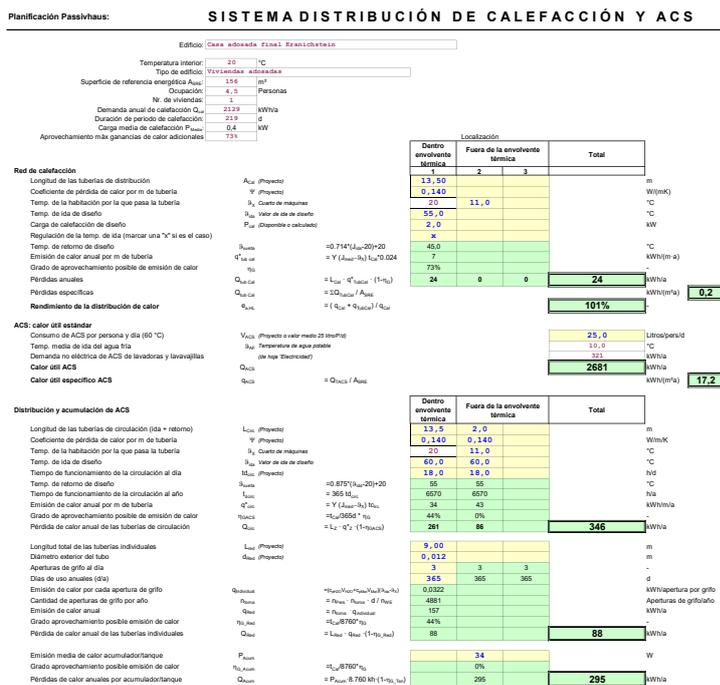


Figura 45. Ejemplo hoja de cálculo "Distribución+ACS". Fuente: PHPP

-ACS-Solar

Tipo de colector, superficie, desviación respecto al norte, inclinación respecto a la horizontal, factor de reducción de sombra. Y el tipo de almacenamiento solar.

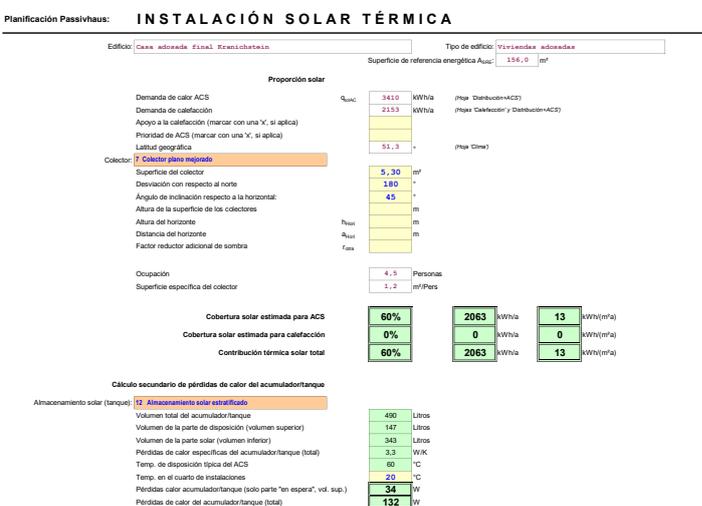


Figura 46. Ejemplo hoja de cálculo "ACS-Solar". Fuente: PHPP

-IFV

Información sobre la instalación fotovoltaica y sus especificaciones.

Edificio: Casa adosada final, Strauchstein		Tipo de edificio: Viviendas adosadas	
Clima: Alemania: PHPP-estándar			
Información del módulo, de la ficha técnica del productor			
Tecnología: Bifacial amorfo			
Corriente nominal	I_{sc}	6,30	A
Voltaje nominal	U_{nom}	17,50	V
Potencia nominal	P_n	110	W _p
Coefficiente de temperatura en voltaje de circuito corto	α	0,040	%/K
Coefficiente de temperatura en voltaje de circuito abierto	β	-0,340	%/K
Especificaciones adicionales			
Latitud geográfica	ϕ	51,3	° (PHPP Climate)
Cantidad de módulos	N_{PV}	20	
Desviación con respecto al norte	γ	180	°
Ángulo de inclinación respecto a la horizontal	β	30	°
Altura de los paneles solares	H_{mod}	10	m
Altura del horizonte	H_{hor}	15	m
Distancia del horizonte	R_{hor}	55	m
Factor reductor adicional de sombra	f_{add}	97%	
Eficiencia del inversor	η_{inv}	95%	
Rendimiento anual del inversor		1745	kWh
Pérdidas anuales por sombreado		243	kWh
Valor EP (no renovable)		0,5	kWh/kWh
Valor de emisiones de CO ₂ -equivalente		45,1	g/kWh

Figura 47. Ejemplo hoja de cálculo "IFV". Fuente: PHPP

-Electricidad

Se calcula la demanda de electricidad del edificio, teniendo en cuenta los tipos de aparatos utilizados, si se encuentran o no dentro de la envolvente térmica y la demanda estándar que poseen.

Edificio: Casa adosada final, Strauchstein																				
DEMANDA DE ELECTRICIDAD																				
Edificio: Casa adosada final, Strauchstein																				
No. de viviendas: 1		Uso: Vivienda		Personas: 4,5		Superficie habitable: 156 m ²		Demanda de calefacción: 14,4 kWh/m ² a		Contribución solar de ACS para lavar ropa: 28%		Rendimiento máximo ACS: 105%		Rendimiento máximo calefacción: 105%		Factores de EP: Electricidad: 2,6 kWh/kWh; Gas: 1,1 kWh/kWh		Fuente de energía para ACS: Calefacción: 3,3 kWh/kWh; Solar: 3,3 kWh/kWh		
Uso	Columna No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
		Demanda estándar (kWh/a)	Factor de uso	Frecuencia de uso anual	Valor de referencia	Energía útil (kWh/a)	Carga eléctrica	Carga no eléctrica	Demanda de electricidad (kWh/a)	Demanda de calefacción eléctrica (kWh/a)	Valor de referencia	Carga eléctrica	Carga no eléctrica	Demanda de electricidad (kWh/a)	Demanda de calefacción eléctrica (kWh/a)	Valor de referencia	Carga eléctrica	Carga no eléctrica	Demanda de electricidad (kWh/a)	Demanda de calefacción eléctrica (kWh/a)
Lavavajillas	1	1	1,10	1,00	65	65	4,5	319	50%	159	1,00	159	0	159	0	1,00	159	0	159	0
Secadora	2	1	0,95	1,00	57	57	4,5	241	55%	133	1,00	133	0	133	0	1,00	133	0	133	0
Lavar ropa	3	1	0,95	1,00	57	57	4,5	241	45%	108	1,00	108	0	108	0	1,00	108	0	108	0
Secado de ropa	4	1	0,90	0,88	57	50	4,5	225	0%	0	1,00	0	0	0	0	1,00	0	0	0	0
Refrigerador	5	1	0,00	1,00	365	365	4,5	1642	100%	1642	1,00	1642	0	1642	0	1,00	1642	0	1642	0
Computador	6	1	0,55	1,00	365	365	4,5	1642	100%	1642	1,00	1642	0	1642	0	1,00	1642	0	1642	0
o combinaciones	7	1	0,70	1,00	365	365	4,5	1642	100%	1642	1,00	1642	0	1642	0	1,00	1642	0	1642	0
Cocinar con gas	8	1	0,25	1,00	500	500	4,5	2250	0%	0	1,00	0	0	0	0	1,00	0	0	0	0
Iluminación	9	1	21	1,00	230	230	4,5	1035	100%	1035	1,00	1035	0	1035	0	1,00	1035	0	1035	0
Electrónica	10	1	82	1,00	82	82	4,5	369	100%	369	1,00	369	0	369	0	1,00	369	0	369	0
Aparatos pequeños, etc.	11	1	50	1,00	50	50	4,5	225	100%	225	1,00	225	0	225	0	1,00	225	0	225	0
Total elect. aux.	12							526		526		526		526			526		526	
ACS	13							0		0		0		0			0		0	
Total	14							2613		1788		1788		1788			850		5530	
Valor caract.	15									11,5		11,5		11,5			5,1		35,4	
Valor máx. recomendado	16									18		18		18			50		50	

Figura 48. Ejemplo hoja de cálculo "Electricidad". Fuente: PHPP

-BC

Bomba de calor, en este apartado se incluyen los datos para la calefacción, seleccionando el tipo de bomba de calor para calefacción y para ACS (en caso de que existiese)

Planificación Passivhaus: BOMBA DE CALOR

Edificio: Casa adosada Final Kranichstein	Tipo de edificio: Viviendas adosadas
Clima: Alemania: PHPP-estándar	SRE A_{req} : 156 m ²
Proporción de cobertura de la demanda de calefacción	(PHPP Value-EP) 0%
Demanda de calefacción + pérdidas por distribución	$Q_{cal} + Q_{dis, Cal}$ (PHPP Distribución+ACS) 2153 kWh/a
Proporción solar calefacción	$\eta_{solar, Cal}$ (PHPP ACS-Solar) 0%
Demanda de calefacción efectiva anual	$Q_{cal,ef} = Q_{cal} \cdot (1 - \eta_{solar, Cal})$ 2153 kWh/a
Proporción de cobertura de demanda de ACS	(PHPP Value-EP) 0%
Demanda total del sistema de ACS	Q_{ACS} (PHPP Distribución+ACS) 2793 kWh/a
Proporción solar ACS	$\eta_{solar, ACS}$ (PHPP ACS-Solar) 0%
Demanda de ACS efectiva	$Q_{ACS,ef} = Q_{ACS} \cdot (1 - \eta_{solar, ACS})$ 2793 kWh/a
Número de bombas de calor en el sistema	1
Función	Calefacción y ACS
Datos para calefacción	
Selección de BC: Bomba de energía estándar	Fuente de calor: Aire exterior
Selección de sistema de distribución	Radiadores
Temperatura de cálculo sistema de calefacción	$\theta_{cal,sys}$ (PHPP Distribución+ACS) 55,00 °C
Potencia nominal del sistema de distribución	P_{nom} 0,00 kW
Sistema de distribución (a ser completado sólo por usuarios experimentados)	
Potencia nominal del sistema de distribución	P_{nom} kW
Exponente de radiador	n
Almacenamiento de calefacción	No
Pérdidas de calor específicas por almacenamiento	$U \cdot A_{alm}$ WK
Ubicación acumulador/tanque	Interior o exterior de la envoltura térmica: Exterior
Temperatura interior (ubicación del almacenamiento; fuera de la envoltura térmica)	$\theta_{int,alm}$ (PHPP Distribución+ACS) 11,00 °C
Temperatura de disipador de bomba de calor para calefacción	$\theta_{dis,cal}$ °C
Datos para ACS	
Selección de BC: Ninguno	Fuente de calor:
Temperatura ACS	(PHPP Distribución+ACS) 60,00 °C
Posición tanque de ACS	Dentro o fuera de la envoltura térmica: Exterior
Pérdidas de calor específicas por almacenamiento	$U \cdot A_{alm}$ 2,5 WK
Temperatura interior (ubicación del almacenamiento; fuera de la envoltura térmica)	(PHPP Distribución+ACS) 11,00 °C
Tipo de calefacción de respaldo	Calefador de inmersión eléctrico
¿B Calefador de paso eléctrico?	No
En el caso de una bomba de calor con funcionamiento: calefacción y ACS	Prioridad ACS
Misma temperatura de disipador de bomba de calor para calefacción y ACS	No
Prioridad bomba de calor	(Fabricante, Ficha Técnica) Prioridad ACS

Figura 49. Ejemplo hoja de cálculo "BC". Fuente: PHPP

-Caldera

Se selecciona el tipo de caldera utilizada para el ACS.

Planificación Passivhaus: RENDIMIENTO DE LA GENERACIÓN DE CALEFACCIÓN

Edificio: Casa adosada Final Kranichstein	Tipo de edificio: Viviendas adosadas
Superficie de referencia energética A_{ref} : 156 m ²	
Proporción de cobertura de la demanda de calefacción	(PHPP Value-EP) 100%
Demanda de calefacción + pérdidas por distribución	$Q_{cal} + Q_{dis, Cal}$ (PHPP Distribución+ACS) 2153 kWh/a
Aportación solar de calor para el espacio calefactado	$\eta_{solar, Cal}$ (PHPP ACS-Solar) 0%
Demanda efectiva de calefacción	$Q_{cal,ef} = Q_{cal} \cdot (1 - \eta_{solar, Cal})$ 2153 kWh/a
Demanda de calefacción sin pérdidas de distribución	Q_{cal} (PHPP Comprobador) 2129 kWh/a
Proporción de cobertura de demanda de ACS	(PHPP Value-EP) 100%
Demanda total de calor del sistema de ACS	Q_{ACS} (PHPP Distribución+ACS) 3410 kWh/a
Aportación solar para la generación de ACS	$\eta_{solar, ACS}$ (PHPP ACS-Solar) 60%
Demanda efectiva de ACS	$Q_{ACS,ef} = Q_{ACS} \cdot (1 - \eta_{solar, ACS})$ 1347 kWh/a
Selección adicional sólo en el caso de calefacción y ACS:	
Tipo de generador de calor	(PHPP) Caldera gas
Factor de energía primaria (EP)	(PHPP) 1,1 kWh/kWh
Factor de emisión de CO ₂ (CO ₂ equivalente)	250 g/kWh
Calor útil aportado	$Q_{cal,util}$ 3500 kWh/a
Potencia máx. de calefacción para calentar el edificio	$P_{cal,cal}$ (PHPP C-7) 1,56 kW
Duración del periodo de calefacción	t_{cal} 5253 h
Duración del periodo de ACS	t_{ACS} 8760 h
¿Utilizar los valores característicos (en su caso marcar con una 'X')? X	
Potencia nominal	P_{nom} (PHPP del tipo) 3 kW
Ubicación de la caldera (exterior: 0; interior: 1)	0
Introducción de datos (calefactores de gasoil y de gas)	
Rendimiento de la caldera con 30% de carga	η_{30} (Fabricante) 99%
Rendimiento de la caldera con potencia nominal	η_{100} (Fabricante) 95%
Pérdida de calor por modo "en espera" de la caldera con 70 °C	$Q_{disp,70}$ (Fabricante) 2,0%
Temp. media de retorno con Medición de carga del 30 %	$\theta_{ret,30}$ (Fabricante) 30 °C
Introducción de datos (generador de calor con bio-masa)	
Rendimiento del generador de calor en ciclo básico	$\eta_{ciclo,base}$ (Fabricante) 60%
Rendimiento del generador de calor en funcionamiento estacionario	$\eta_{func,est}$ (Fabricante) 70%
Proporción media potencia calefacción liberada a circuito calef.	$Z_{cal,lib}$ (Fabricante) 0,4
Diferencia de temp. entre encendido y apagado	$\Delta\theta$ (Fabricante) 30 K
En caso de colocación en el interior: superficie de la habitación	A_{hab} (m ²) (PHPP) 0 m ²
Calor útil determinado para el ciclo básico	$Q_{cal,util,base}$ (Fabricante) 4,5 kWh
Potencia media de salida del generador de calor	$Q_{cal,media}$ (Fabricante) 5,0 kW
Generador de calor sin preparación para Pellets	X
Apagado sólo con regulación (sin ventilador / sin asistencia al encendido)	
Energía para calefacción de un ciclo básico	$Q_{cal,ciclo}$ (Fabricante) kWh
Potencia eléctrica en función estacionaria	$P_{el,est}$ (Fabricante) W
Rendimiento del generador de calor, sistema de calefacción	$\epsilon_{cal,sys} = \eta_{cal} \cdot \eta_{pump}$ 95%
Rendimiento del generador de calor, ACS	$\epsilon_{cal,ACS} = \eta_{cal} \cdot \eta_{pump} \cdot \eta_{ACS}$ 91%
Rendimiento anual del generador de calor, calefacción y ACS	$\epsilon_{cal,anual}$ 94%

Figura 50. Ejemplo hoja de cálculo "Caldera". Fuente: PHPP

CASOS DE ESTUDIO

Una vez realizado el estudio climático de las tres localizaciones, conocer los requisitos mínimos de ahorro de energía en relación a la construcción de vivienda de nueva planta según el DB-HE, las principales características del estándar Passivhaus, junto con sus requisitos mínimos en cuanto a demanda y consumo energético, así como el funcionamiento del PHPP (Passive House Planning Package). Profundizaremos en el estudio y comparativa de la vivienda unifamiliar bajo el estándar Passivhaus, con tres distintos casos de estudio.

LOCALIZACIÓN

Las localizaciones de los casos de estudio han sido seleccionadas con el fin de disponer un estudio más completo que englobe las tres zonas climáticas existentes en España, lo cual nos permite conocer cuales son las diferentes técnicas de diseño escogidas en función del emplazamiento de las mismas en distintos puntos del país.

TIPOLOGÍA

El primer punto a comentar es que todos los casos se tratan de viviendas unifamiliares de dos plantas, en el caso de la vivienda de "El Peral" y la "Casa Moda", la zona de día se encuentra en planta baja y la zona de noche en primera planta, mientras que en la vivienda "Entreencinas" la organización se crea de forma inversa, zona de noche en planta baja y zona de día en la superior.

DIMENSIONES

En cuanto a tamaño, contamos con dos viviendas de prácticamente las mismas dimensiones, "Entreencinas" y "El Peral" con 146,78m² y 144,19m² útiles respectivamente, frente a unas dimensiones mayores en el caso de "Casa Moda" con 196,00 m².

ESTÉTICA

El aspecto exterior sigue la misma línea estética en los tres casos de estudio, todas las viviendas se diseñan con sistema SATE al exterior, optando por el estuco

blanco como revestimiento principal, creando contrastes con el mismo en diversos puntos de la fachada, ya sea con un entramado de madera (viviendas "Entreencinas" y "Casa Moda") o con un acabado cerámico en el caso de la vivienda de "El Peral".

COMPORTAMIENTO EN INVIERNO

Los tres casos cuentan con mayores dimensiones y número de huecos en la orientación sur, lo que permite una mayor captación de energía solar en invierno, que después será transformada en energía térmica y expulsada durante la noche al interior de la vivienda para calefactarla. La vivienda "Entreencinas" es la única que cuenta con una galería situada al sur, que incrementa el proceso en invierno, ya que funciona creando mayor efecto invernadero. Los casos restantes se limitan a abrir grandes huecos acristalados en la fachada sur. Sin embargo, la "Casa Moda" genera en el estar un gran acristalamiento en esquina de la fachada oeste a la sur.

COMPORTAMIENTO EN VERANO

En invierno se busca el mayor aporte de energía solar, pero en verano, al contrario, debemos buscar sistemas de sombreado. Para ello, la vivienda "Entreencinas" cuenta en los huecos al sur con cortinas opacas y translucidas en planta baja, y en la zona superior lamas de madera, que permiten solo la entrada a los rayos de sol más bajos.

En el caso de la "Casa Moda", se soluciona mediante persianas en primera planta, al igual que en la baja, pero a esta se le suma además la creación de un porche subierto que permite el sombreado del gran acristalamiento del salón en los meses más calurosos. La vivienda de "El Peral" cuenta, en los huecos, con celosías correderas de aluminio de lamas orientables.

ESTRUCTURA

En cuanto a la estructura de las viviendas, en "Entreencinas" y "Casa Moda" se escoge una estructura de madera, siendo en el primer caso, de paneles macizos de manera contr laminada que permiten grandes luces con espesores reducidos, mientras que, en el segundo caso, se opta por un entramado ligero de madera con tableros de madera de tipo estructural.

La vivienda de "El Peral" es la única que cuenta con estructura de hormigón armado.

CUBIERTAS

Si nos centramos en las cubiertas, en la vivienda "Entreencinas" los arquitectos se decantan por una cubierta a un agua en planta primera y otra vegetal en planta baja; en "El Peral" la cubierta de planta baja es plana, y la superior a dos aguas, con pendiente hacia el interior; por último, la "Casa Moda" cuenta con dos cubiertas planas, a las que se le suma un pequeño patio interior vegetal.

VENTILACIÓN

Todos los casos se diseñan de manera que la ventilación cruzada funcione de la mejor manera posible. Aún así, se añade el sistema de ventilación mecánica con recuperador de calor, uno de los requisitos del estándar Passivhaus.

CALEFACCIÓN

En este caso, las tres viviendas disponen de un sistema de calefacción distinto; en el caso de "Entreencinas" la calefacción se realiza mediante radiadores, que utilizan como apoyo paneles solares, así como existe una estufa de leña en planta primera para el respaldo de la calefacción; en el "El Peral", el sistema se diseña mediante suelo radiante; y en la "Casa Moda" la calefacción se produce mediante un equipo de aerotermia que utiliza como apoyo una estufa de pellets situada en el salón y los radiadores-toalleros de los baños.

Una vez vistos los aspectos básicos de las viviendas, sus similitudes y diferencias, haremos un estudio más exhaustivo de cada una de ellas, incluyendo los datos más relevantes, como son la descripciones de las mismas, su cuadro de superficies, estructura, materiales y componentes utilizados, instalaciones, planimetría y detalles constructivos.



Figura 51. Vivienda Entreencinas. Fuente: Estudio Duque y Zamora Arquitectos

ENTREENCINAS

V I V I E N D A

P A S S I V H A U S

El primer caso de estudio trata la vivienda unifamiliar Entreencinas, de los arquitectos Duque y Zamora, situada en Villanueva de Pría, Asturias, y construida en el año 2012.

La parcela en la que se construye la vivienda tiene forma trapezoidal y consta de 1050 m².

La casa se distribuye en dos plantas, siendo la planta baja la zona de noche, con 3 dormitorios, uno de ellos con estudio y dos baños completos, y la planta primera la zona de día, con salón, cocina, un aseo y una galería al sur, la cual permite mejorar el comportamiento térmico de la vivienda.

Todos los materiales utilizados son de bajo impacto ambiental, lo que permite reducir los consumos de CO₂.

“Para nosotros la arquitectura sostenible no es una nueva tendencia o moda actual, sino la vuelta a principios y criterios ya olvidados pero básicos en la arquitectura popular. La estructura de esta arquitectura, tanto la popular original y elemental, como la bioclimática fruto de la evolución de la popular, se fundamentan en tres pilares: la captación de la energía, su acumulación y su distribución. Si falla uno de ellos se derrumba la estructura bioclimática. La captación sin una correcta y efectiva acumulación no se podrá aprovechar esa energía. Hay que pensar que las energías renovables son erráticas en el tiempo y el espacio, no todos los días se podrá captar lo mismo (paneles solares por ejemplo). El tercer pilar, es la distribución. La energía captada por una parte concreta de la vivienda es preciso trasladarla a la totalidad de los espacios” (Duque y Zamora, 2010).

Existen 3 principios que, junto con el respeto y la adaptación al entorno, se ha basado el diseño del proyecto: los 3 pilares de la arquitectura bioclimática:

- La captación de radiación solar: la vivienda se abre completamente al sur.

- La acumulación de esta energía, que se resolverá utilizando materiales de gran inercia térmica en los suelos y paredes interiores, que acumulen el calor durante el día y lo pierdan lentamente por la noche. A mayores, con el objetivo de no perder esta energía, se proyecta cerrar la vivienda por el interior mediante paneles de madera (material aislante), que tapen completamente los grandes paños de vidrio de la vivienda.

- Y la distribución por todas las estancias, que dada la dimensión de la edificación, por ser una vivienda unifamiliar, queda solucionada al estar todos los espacios comunicados entre sí.

SUPERFICIES

Planta baja:

-Entrada-distribuidor:	9,45m ²
-Cuarto de instalaciones:	8,61m ²
-Baño 1:	5,90m ²
-Dormitorio 1:	16,66m ²
-Estudio:	10,65m ²
-Dormitorio 2:	13,93m ²
-Dormitorio 3:	11,95m ²
-Baño 2:	5,15m ²

Planta primera:

-Escalera:	4,12m ²
-Pasillo:	1,81m ²
-Aseo:	1,58m ²
-Cocina:	13,29m ²
-Salón:	31,11m ²
-Galería:	12,57m ²

La superficie útil total interior de la vivienda es de 146,78 m² que se completa con los espacios exteriores cubiertos, cuya superficie útil es de 1,38 m².

Passive House verification



Building:	Casa Entreencinas		
Street:	Parcela nº2, El Bosque		
Postcode/City:	Villanueva de Pria, Llanes, Asturias		
Country:	Spain		
Building Type:	Detached family house		
Climate:	Llanes (closest Meteostation) : Meteonorm		
Home Owner(s) / Client(s):	EntreEncinas Promociones Bioclimáticas SLU		
Street:	Avenida de la Argentina 132		
Postcode/City:	E-33213 / Gijón (Asturias)		
Architect:	DUQUEYZAMORA arquitectos		
Street:	C/ La Muralla nº9 - 3ªplanta, oficina 1		
Postcode/City:	33401 - Avilés (Asturias)		
Mechanical System:			
Street:			
Postcode/City:			
Year of Construction:	2012	Interior Temperature:	20,0 °C
Number of Dwelling Units:	1	Internal Heat Gains:	2,1 W/m²
Enclosed Volume V _e :	384,0		
Number of Occupants:	3,9		

Specific building demands with reference to the treated floor area		use: Monthly method		
	Treated floor area	Requirements	Fulfilled?*	
Space heating	Annual heating demand	15 kWh/(m²a)	yes	
	Heating load	10 W/m²	-	
	Overall specific space cooling demand	-	-	
Space cooling	Cooling load	-	-	
	Frequency of overheating (> 25 °C)	-	-	
	Primary Energy	space heating and cooling, dehumidification, household electricity, DHW, space heating and auxiliary electricity	120 kWh/(m²a)	yes
Specific primary energy reduction through solar electricity		-	-	
Airtightness		Pressurization test result n ₅₀	0,6 1/h	yes

EnerPHit (retrofit): according to component quality			
Building envelope average U-Values	Exterior insulation to ambient air	0,21 W/(m²K)	-
	Exterior insulation underground	0,24 W/(m²K)	-
	Interior insulation to ambient air	W/(m²K)	-
	Interior insulation underground	W/(m²K)	-
	Thermal bridges ΔU	-0,01 W/(m²K)	-
	Windows	1,28 W/(m²K)	-
Ventilation System	External doors	0,76 W/(m²K)	-
	Effective heat recovery efficiency	75 %	-

* empty field: data missing; -: no requirement

Passive House?	yes
-----------------------	------------

<p>We confirm that the values given herein have been determined following the PHPP methodology and based on the characteristic values of the building. The PHPP calculations are attached to this application.</p>	<p>Name:</p> <p>Micheel</p> <p>Surname:</p> <p>Wassouf</p> <p>Company:</p> <p>Energiehaus scp.</p>	<p>Registration number PHPP:</p> <p>PHIDE_240712_24151771_en7</p> <p>Issued on:</p> <p>Calculation 30.01.2013</p> <p>Signature:</p>
--	--	---

ESTRUCTURA

-Cimentación:

Realizada mediante losa de hormigón armada, debido a las características complejas del terreno, se aísla por el exterior mediante vidrio celular en placas de 10cm de espesor de la marca Foamglass. Se elige este material por sus buenas propiedades: estanco al agua, por su alta resistencia a la compresión, resistente al ataque de animales y por su ciclo de vida cerrado se puede considerar un material ecológico.

-Estructura portante:

Se compone de una estructura realizada a base de paneles macizos de madera contralaminada, que funciona como muros de carga permitiendo grandes luces con espesores reducidos.

Las fachadas son ventiladas, con aislamiento de 16cm de paneles de corcho colocados en dos capas en la cara exterior del muro de madera KLH, cámara de aire y un acabado de listones de madera en la galería Sur, piedra caliza del lugar y revoco de cal en el resto de fachadas, consiguiendo una transmitancia térmica media muy reducida $0,2W/m^2K$.

-Estructura horizontal:

Losas formadas por paneles macizos de madera contralaminada.

DISTRIBUCIONES INTERIORES

-Tabiquería:

Se proyecta con placas de PYL con estructura de madera.

-Carpinterías:

Las carpinterías interiores serán de madera, al igual que la puerta de entrada.

PAVIMENTOS, REVESTIMIENTOS Y FALSOS TECHOS

Revestimientos exteriores:

Para las fachadas con aislamiento por el exterior (SATE) se eligen tres tipos de acabados: piedra caliza de la zona, madera termotratada y mortero de silicato de cal.

En cuanto a la cubierta, en la se utiliza un acabado en teja plana, mientras que en la zona semienterrada una cubierta ecológica extensiva

Revestimientos interiores:

Las paredes quedarán o bien vistas, o trasdosadas con paneles de fibra de yeso.

Lo mismo ocurrirá con los techos.

Los pavimentos serán de gres porcelánico antideslizante en baños y cocina; y de bambú en el resto de estancias.

CARPINTERÍAS

Las carpinterías serán de madera de doble acristalamiento bajo emisivo con argón.

INSTALACIONES

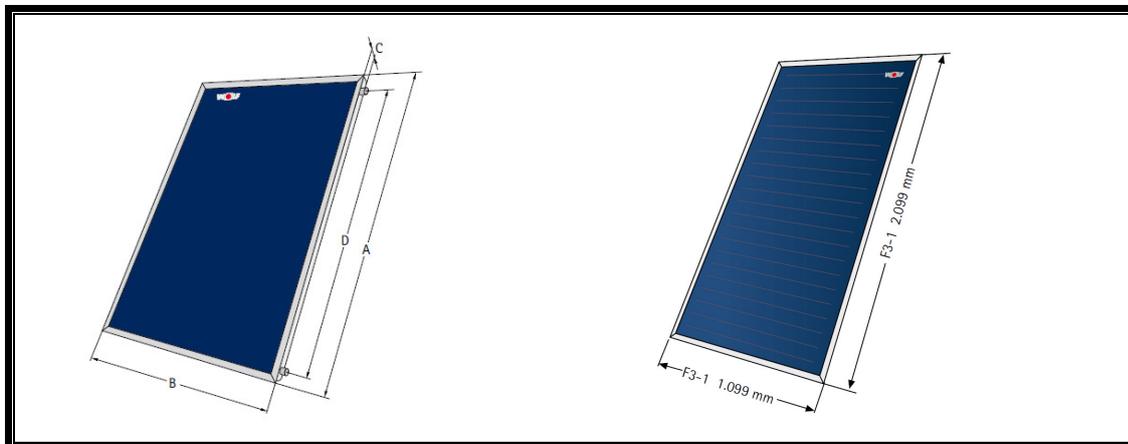
-Instalación de Calefacción

El sistema de calefacción de la vivienda se realiza mediante radiadores.

Los 6,9 m² de paneles solares Wolf-TopSon f3-1 se utilizan para el ACS y apoyo de calefacción, mediante un depósito interacumulador de 500l (Wolf-SEM-1) que nos sirve para:

- Durante el invierno: Precalentar el ACS y aportar el calor a la batería de agua para el postcalentamiento del aire colocada en el sistemas de ventilación y a dos radiadores toalleros colocados en los baños. Como apoyo a la calefacción existe una estufa de leña de la marca Rika mod.Vitra Passivhaus de leña de 2-4kw colocada en el salón.

Ficha Técnica · TopSon F3 - 1



N/Ref.: 7700965		
Denominación: TopSon F3 - 1	Tipo: Captador solar	
Homologación: NPS 0113	Certificado SOLAR KEYMARK: 011 – 7S260F	
Descripción: Absorbedor de AL/Cu. Captador resistente al ambiente, a altas temperaturas, incluso vacío Carcasa en aluminio, forma de bañera autoportante. Resistente en ambientes máximos Vidrio de 3,2 mm de espesor con mayor coeficiente de transmisión Aislamiento inferior de 60 mm. Aislamiento lateral 15 mm Superficie total 2,3 m ²		
Datos técnicos		
Ángulo de inclinación		15° - 90°
Absorción de energía *	%	80,4
Coefficiente de transmisión de calor K1 *	W/(m ² K)	3,235
Coefficiente de transmisión de calor K2 *	W/(m ² K)	0,0117
Temperatura de parada máxima (en seco)	°C	194
Eficiencia visual (Factor de conversión) K ₅₀ *	%	94
Capacidad térmica efectiva C *	kJ/(m ² K)	5,85
Presión de régimen admisible	bar	10
Caudal Admisible	Ltr./h	30 - 90
Fluido Caloportante		ANRO
* Valores según EN 12975		
Dimensiones y Peso		
Largo	A - mm	2099
Ancho	B - mm	1099
Profundo	C - mm	110
Distancia entre conexiones	D - mm	1900
Superficie del captador	m ²	2,3
Superficie de apertura	m ²	2,0
Capacidad	Ltr.	1,7
Peso (vacío)	Kg	40
Conexiones		
Conexiones (en la pieza de conexión)	G	¾"

Figura 52. Ficha técnica paneles solares Wolf-TopSon f3-1. Fuente: <https://spain.wolf.eu/portalarprofesionales/catalogo-de-productos/sistemas-solares/captador-plano-de-alto-rendimiento-topson-f3-1-q/>

-Instalación de Gas Natural

El tipo de generador de calor es una caldera de condensación de gas, situada en el exterior de la vivienda, que funciona mediante gas natural.

-Instalación de Saneamiento

El sistema de gestión del agua se compondría desde la recogida del agua de lluvia hasta el saneamiento de aguas negras y grises mediante un biodigestor. Equipada con un sistema de recuperación del agua de lluvias en un depósito de 1500l, para su reutilización en las cisternas de los sanitarios, grifo del cuarto de instalaciones para limpieza de la casa y el riego exterior.

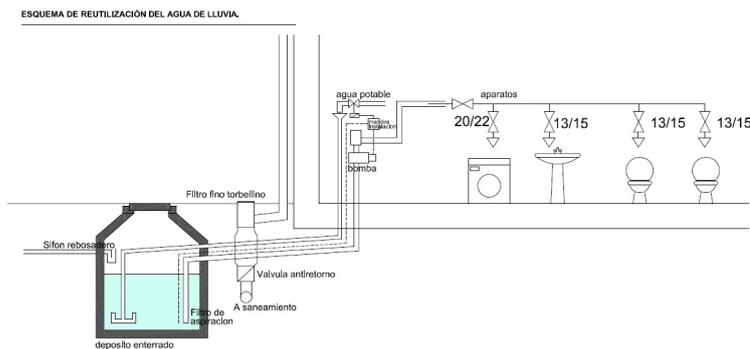


Figura 53. Esquema reutilización del agua de lluvia. Fuente: <http://casaentreencinas.blogspot.com/>

La falta de una red de saneamiento municipal y la responsabilidad con el medio ambiente por evitar que las aguas sucias lleguen al medio, hacen que se cuente con un sistema de saneamiento de las aguas residuales mediante un biodigestor de oxidación total, el cual permite sanear las aguas al 80-90%. Se deja previsto un grifo para utilizar el agua saneada para el riego.

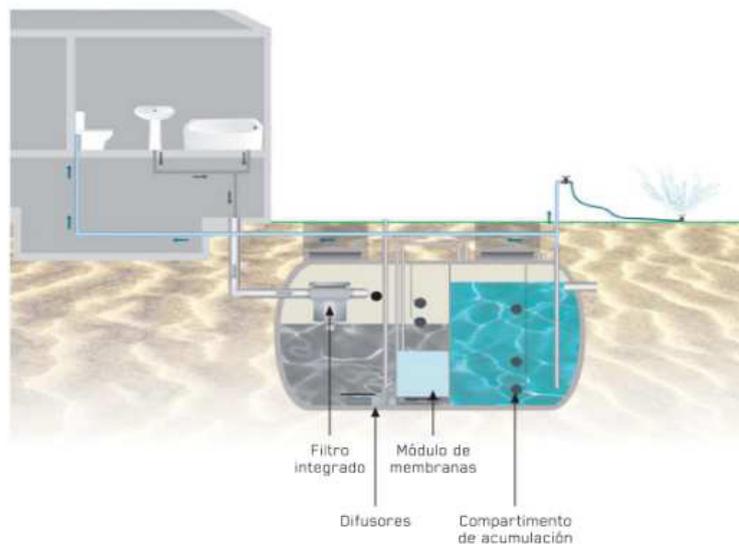


Figura 54. Esquema funcionamiento biodigestor. Fuente: <http://casaentreencinas.blogspot.com/>

-Instalación de Ventilación

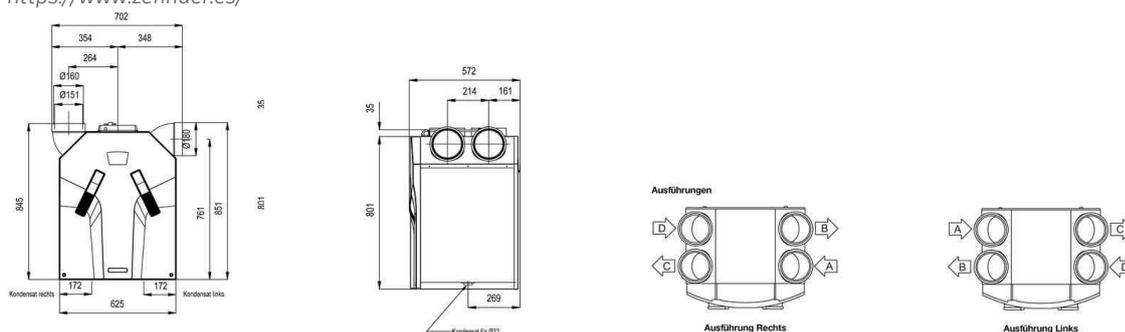
Sistema Zehnder Comfoair 350 VMC de ventilación con recuperador de calor.



Release data: 06/01/2017

Declaración de rendimiento para sistema residencial de acuerdo a EU regulación Nr. 1254/2014.												
Unidad de recuperación de calor Zehnder ComfoAir 350												
Nombre del proveedor o marca	Zehnder Group			Zehnder Group			Zehnder Group			Zehnder Group		
Identificador del modelo del proveedor	ComfoAir 350			ComfoAir 350			ComfoAir 350			ComfoAir 350		
CEE [kWh/(m²a)] consumo de energía específico (Frío, Templado, Cálido)	-75,0	-36,6	-12,0	-76,0	-37,4	-12,7	-78,4	-39,5	-14,6	-82,3	-42,8	-17,5
Clase CEE	A+	A	E	A+	A	E	A+	A	E	A+	A+	E
Tipo declarado	Bidireccional			Bidireccional			Bidireccional			Bidireccional		
Tipo de accionamiento instalado	Accionamiento de varias velocidades (interruptor de 3 posiciones)			De varias velocidades. Tres opciones de velocidad variables			De velocidad variable			De velocidad variable		
Tipo de sistema de recuperación de calor	Recuperativo			Recuperativo			Recuperativo			Recuperativo		
Eficiencia térmica [%]	90			90			90			90		
Caudal máximo [m³/h]	400			400			400			400		
Potencia eléctrica con el caudal máximo [W]	245			245			245			245		
Nivel de potencia acústica [dB(A)]	55			55			55			55		
Caudal de referencia [m³/s]	0,078			0,078			0,078			0,078		
Diferencia de presión de referencia [Pa]	50			50			50			50		
SPI [W/(m³/h)]	0,28			0,28			0,28			0,28		
Factor del mando y tipo de mando	1 Mando manual			0,95 Temporizador			0,85 Control de la demanda central			0,65 Control de la demanda local		
Índices máximos declarados de fuga interna y externa [%]	Interna: 0,5			Interna: 0,5			Interna: 0,5			Interna: 0,5		
	Externa: 1,7			Externa: 1,7			Externa: 1,7			Externa: 1,7		
Mezcla porcentaje	-			-			-			-		
Ubicación y descripción de la señal visual de aviso del filtro	Aviso en display de la unidad o en controlador de la habitación			Aviso en display de la unidad o en controlador de la habitación			Aviso en display de la unidad o en controlador de la habitación			Aviso en display de la unidad o en controlador de la habitación		
Dirección de internet para las instrucciones de montaje y desmontaje	www.zehnder.es			www.zehnder.es			www.zehnder.es			www.zehnder.es		
La sensibilidad a las fluctuaciones de presión [%]	-			-			-			-		
Estanqueidad al aire entre el interior y el exterior [m³/h]	-			-			-			-		
CEA [kWh/a] consumo de electricidad anual (Frío, Templado, Cálido)	933	396	351	907	370	325	835	298	253	730	193	148
AAC [kWh/a] ahorro anual en calefacción (Frío, Templado, Cálido)	8963	4582	2072	8995	4598	2079	9057	4630	2094	9182	4693	2122

Figuras 55 y 56. Ficha técnica Sistema Zehnder ComfoAir 350 VMC (arriba). Planimetría del sistema (abajo). Fuente: <https://www.zehnder.es/>



Una vez realizado el estudio previo, llega el momento de implantar la idea, para ello es necesario realizar diversos cambios en el terreno, como la modificación de las curvas de nivel. Todo ello para que la vivienda quede lo más integrada posible en el paisaje.

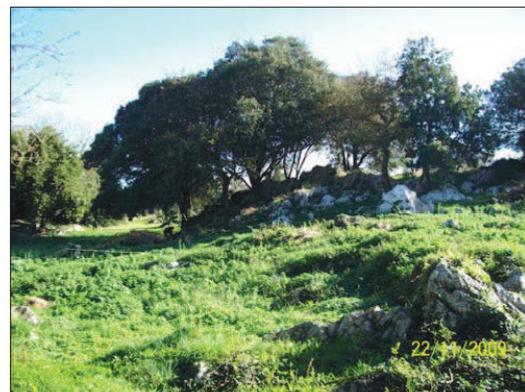
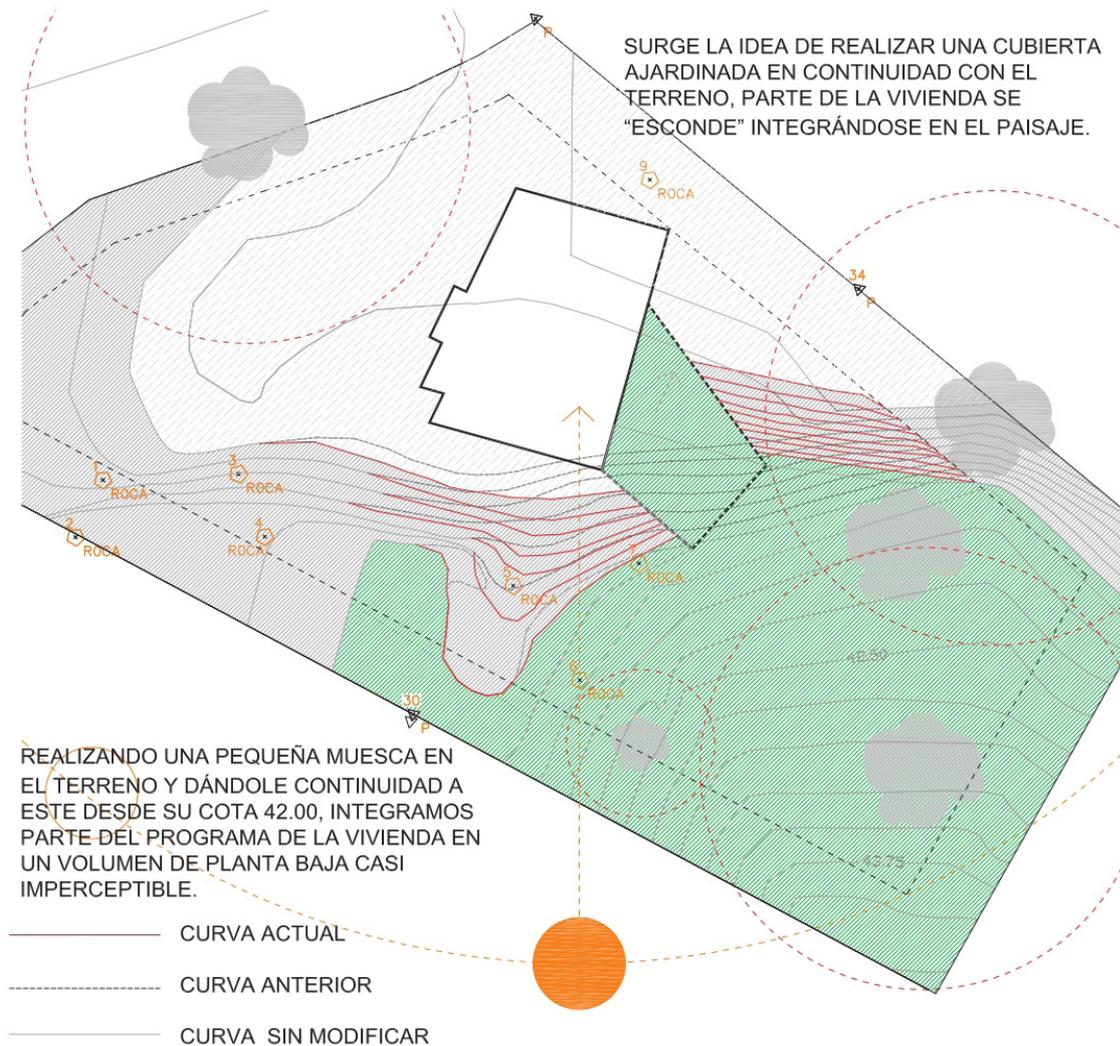


Figura 58. Esquema de las principales modificaciones de la parcela. Fuente: Estudio Duque y Zamora Arquitectos

A la hora de diseñar la vivienda se busca que el volumen inferior quede oculto para que la vivienda quede lo más integrada posible en el paisaje dando continuidad a la topografía, disminuyendo perceptivamente la escala.



CUENCA VISUAL DESDE EL CAMINO. LA VIVIENDA SE INTEGRA DENTRO DEL RELIEVE DEL PAISAJE.

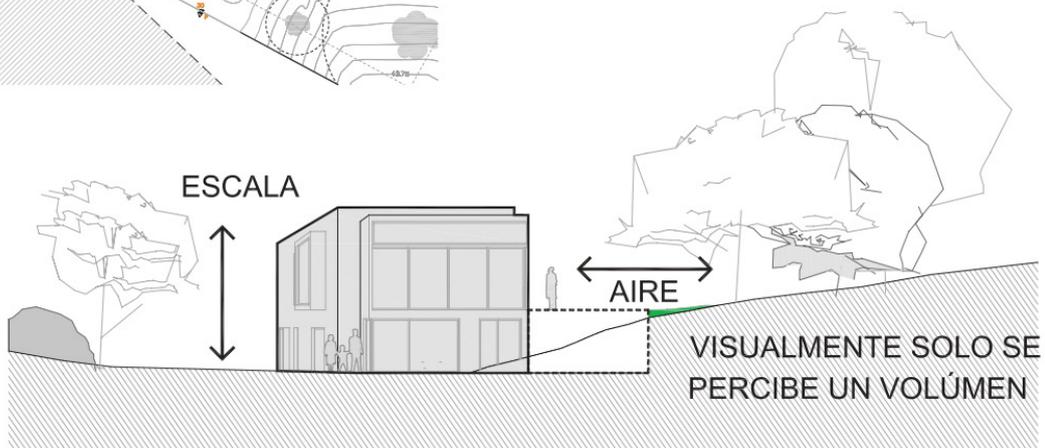


Figura 59. Esquema integración en el paisaje de la vivienda. Fuente: Estudio Duque y Zamora Arquitectos

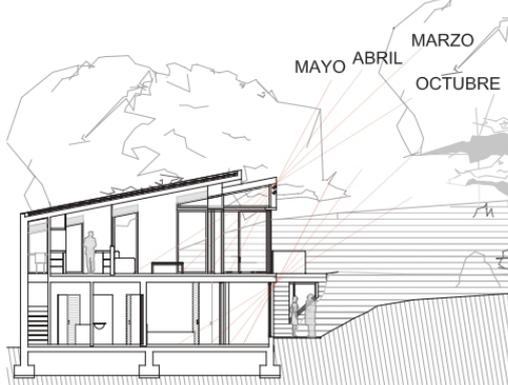
La creación de la galería en la fachada sur, permite la entrada del sol directa y absorbe la energía térmica para después calentar el interior de la vivienda.
 En verano, las lamas de madera impiden la radiación directa al interior generando un espacio de sombra.

ESTUDIO DE SOLEAMIENTO. FACHADA SUR

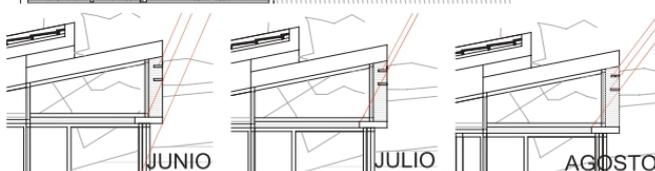
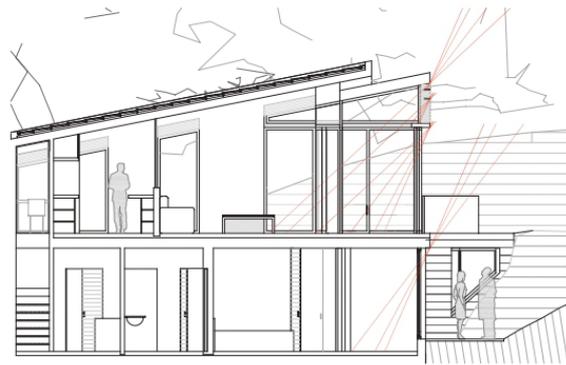
INVIERNO El sol inunda el interior de la vivienda. Se almacena en la galería en posición cerrada y en los paramentos que absorberán el calor para luego ir soltándolo poco a poco cuando no haya sol.



PRIMAVERA Posibilidad de mover las lamas para adecuarlas ,mejor a los meses de primavera.Buen comportamiento termico



VERANO.



En verano el objetivo es evitar el sobrecalentamiento de la galería, las lamas evitan la entrada del sol durante las horas del mediodía, sombreando el porche/galería. Además entraría en juego la ventilación cruzada.

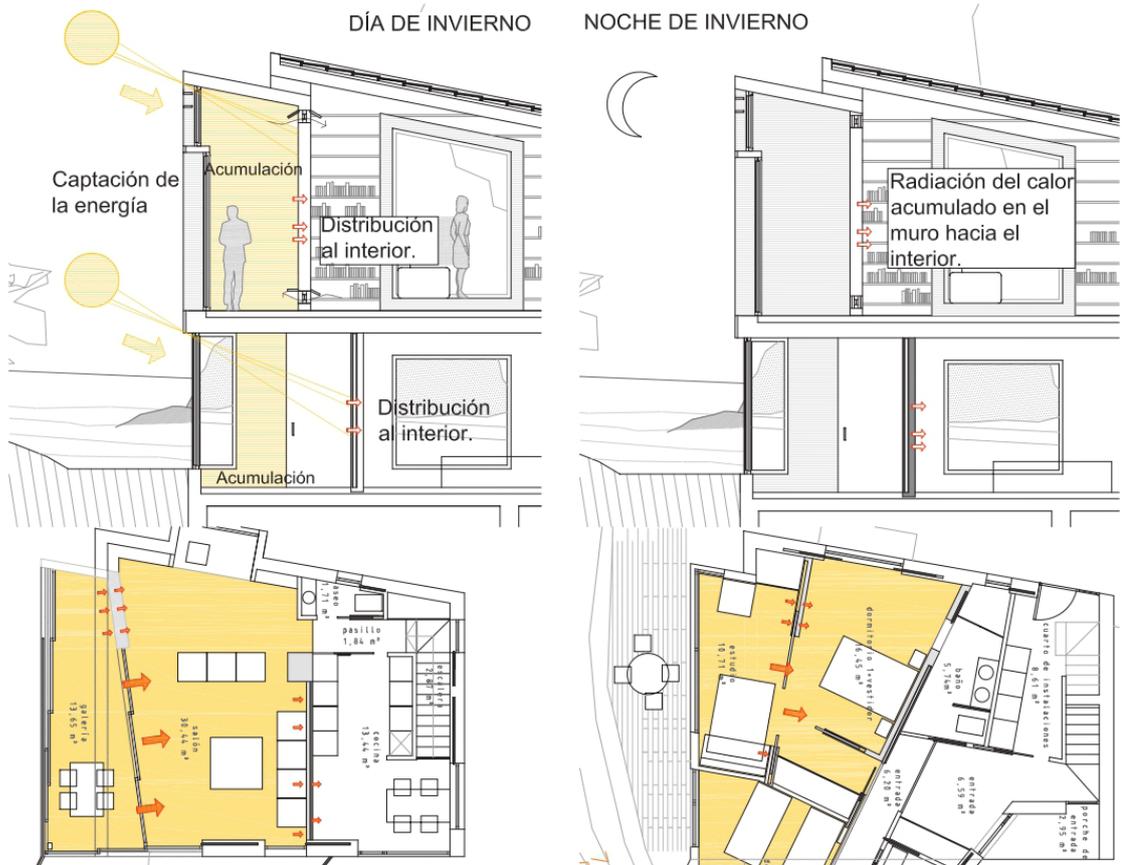
Figura 60. Estudio de soleamiento en la galería, fachada sur. Fuente: Estudio Duque y Zamora Arquitectos

La galería en invierno recibe energía solar térmica que es absorbida y acumulada durante el día en las distribuciones interiores, las cuales irradian el calor hacia el interior de la vivienda durante la noche.

En verano, el calor absorbido por las distribuciones, es expulsado al exterior gracias a la ventilación cruzada.

FUNCIONAMIENTO DEL VOLUMEN DE LA GALERÍA

INVIERNO



PLANTA SUPERIOR. GALERÍA-SALON-COCINA

PLANTA BAJA. ESTUDIO-HABITACION

El estudio de la planta a cota del terreno funciona de la misma manera que la galería.

VERANO

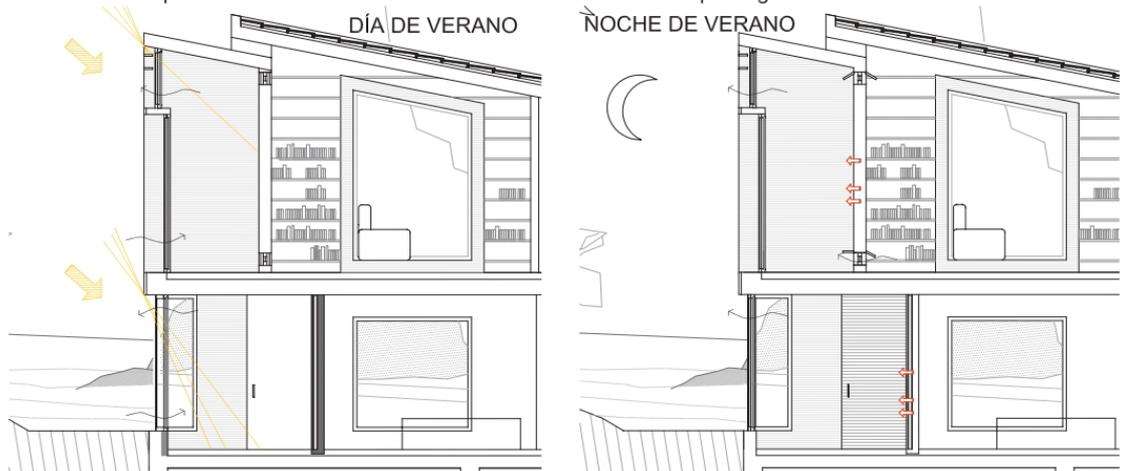
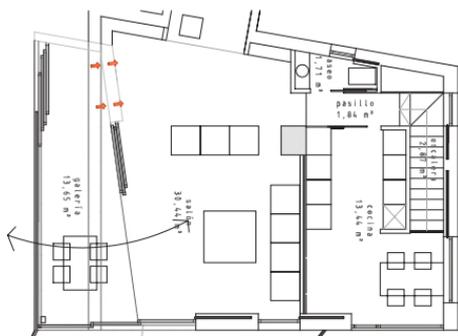


Figura 61. Esquema funcionamiento del volumen de la galería. Fuente: Estudio Duque y Zamora Arquitectos

En cuanto a la ventilación, la distribución de huecos en las distintas fachadas de la vivienda permite generar ventilación cruzada. La cual permite la disminución de la temperatura interior de la vivienda en los meses más calurosos del año.



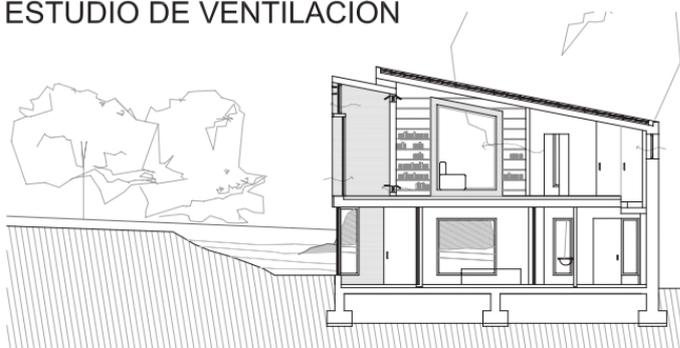
PLANTA SUPERIOR. GALERÍA-SALON-COCINA

SI FUERA NECESARIO, VENTILACIÓN PARA BAJAR Tª INTERIOR.



PLANTA BAJA. ESTUDIO-HABITACION

ESTUDIO DE VENTILACIÓN



Ventilación cruzada en todos los espacios de la vivienda.
Huecos a norte, exclusivamente por necesidad de ventilación o luz natural.
La vivienda se protege del norte y noroeste, por donde vienen vientos fríos y abundante precipitación.

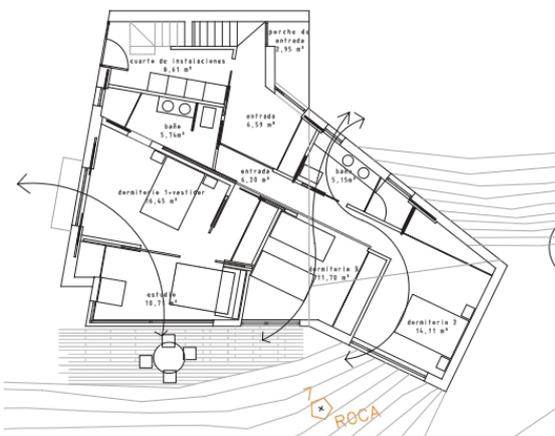
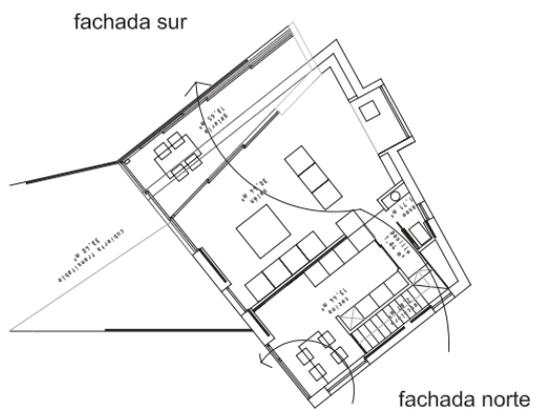


Figura 62. Estudio de ventilación de la vivienda Fuente: Estudio Duque y Zamora Arquitectos

En los siguientes esquemas se puede comprobar el funcionamiento de la vivienda tanto en invierno como en verano.

INVIERNO

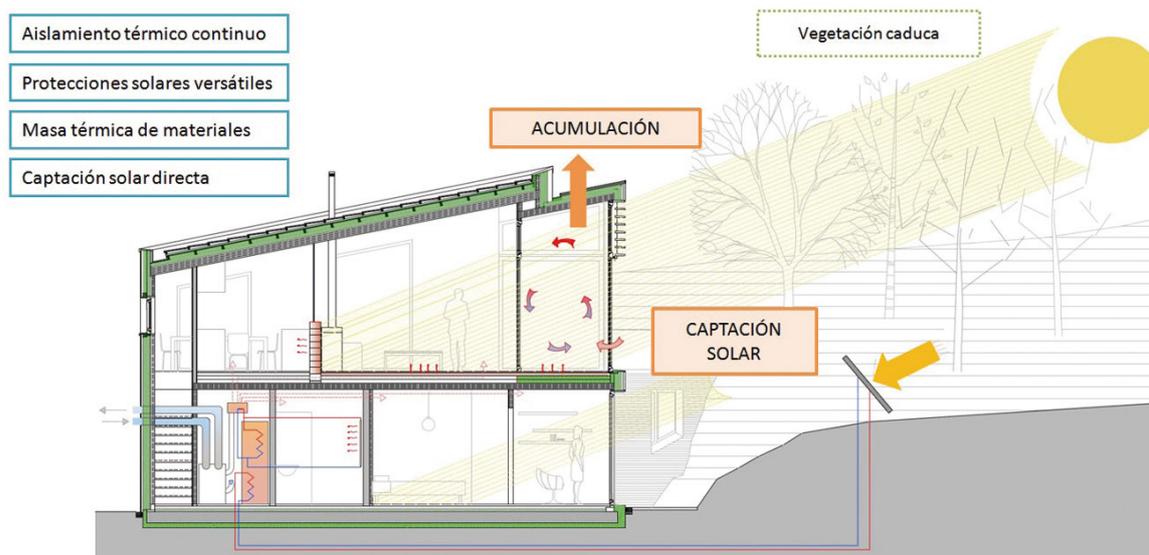


Figura 63. Esquema de funcionamiento de la vivienda en invierno. Fuente: Estudio Duque y Zamora Arquitectos

VERANO

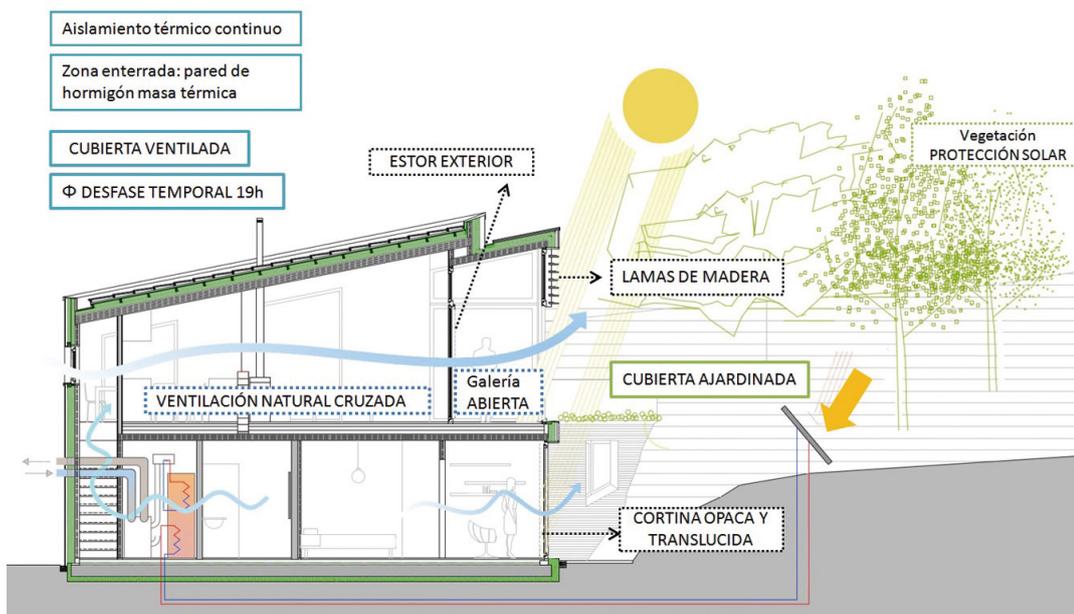


Figura 64. Esquema de funcionamiento de la vivienda en verano. Fuente: Estudio Duque y Zamora Arquitectos

PLANIMETRÍA DE LA VIVIENDA



Figura 65. Planta baja . Fuente: Estudio Duque y Zamora Arquitectos

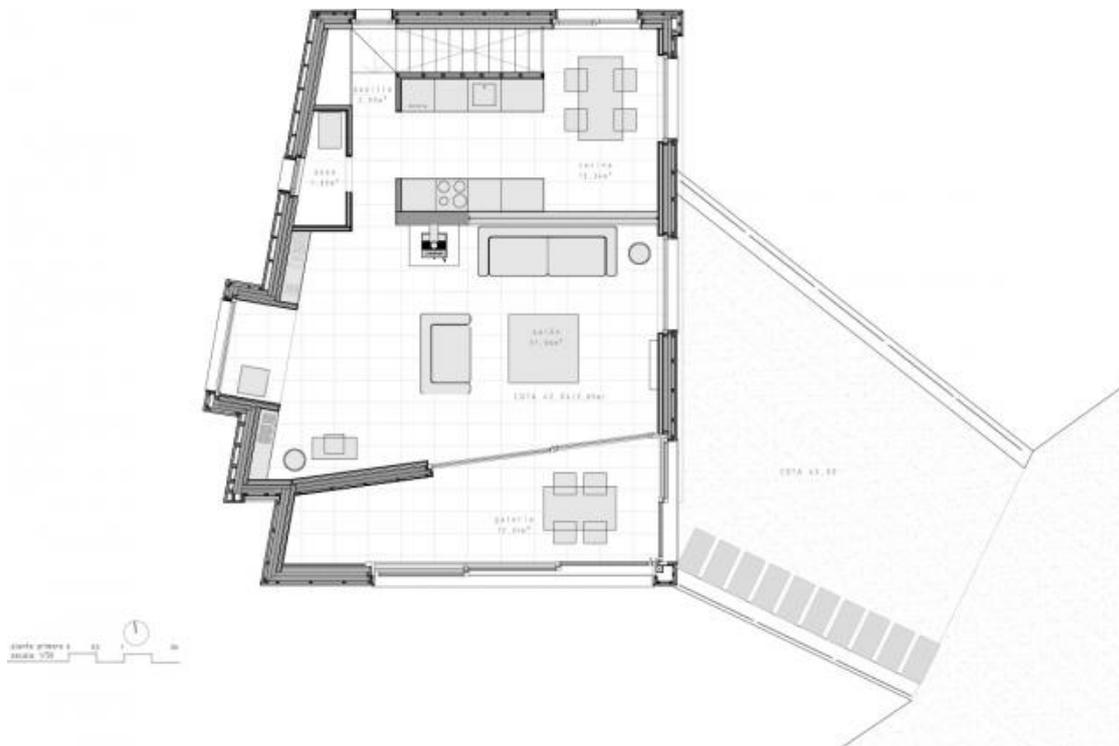


Figura 66. Planta primera. Fuente: Estudio Duque y Zamora Arquitectos

SECCIÓN CONSTRUCTIVA

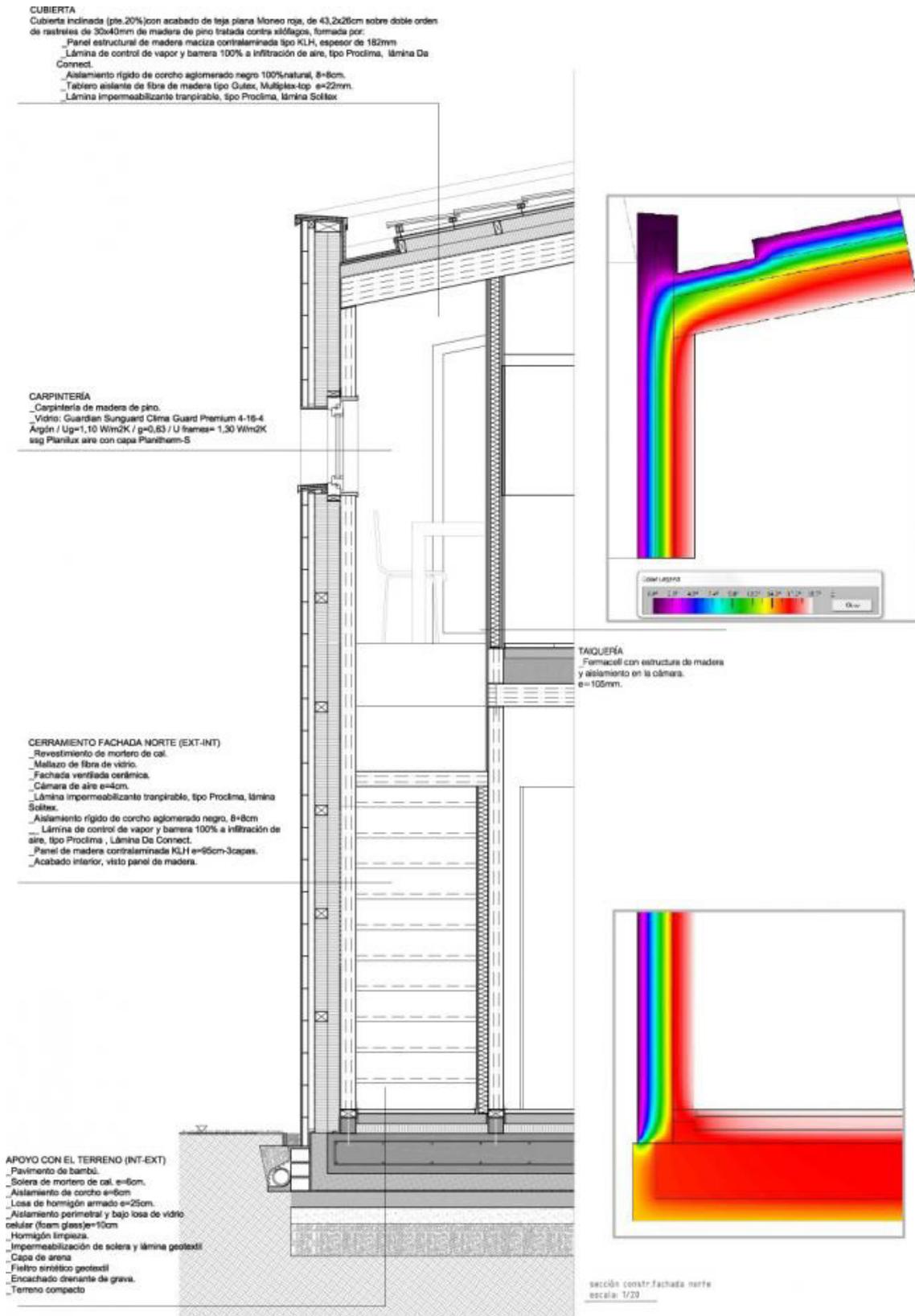


Figura 67. Sección constructiva y termograma de la misma. Fuente: Estudio Duque y Zamora Arquitectos

DEMANDA DE CALEFACCIÓN

12kWh/(m2a) < 15kWh/(m2a)

DEMANDA DE ENERGÍA PRIMARIA

102kWh/(m2a) < 120kWh/(m2a)

ESTANQUEIDAD

0,4 l/h < 0,6 l/h

Todos los valores en cuanto a demanda de calefacción y de energía primaria, y estanqueidad quedan por debajo de los máximos establecidos, por lo tanto la vivienda recibe la certificación Passivhaus.

Tipo de construcción: madera contralaminada KLH

Materiales: fueron escogidos con criterios bioconstructivos, en su mayoría de origen orgánico, 100% renovables, a saber: estructura prefabricada de madera contralaminada; aislamiento de corcho para fachada y cubierta; aislamiento de vidrio celular bajo losa; tuberías, cableado y material eléctrico de polipropileno; una instalación eléctrica biocompatible; revocos de cal en la fachada.

Energías renovables: se prioriza el uso de la energía solar para el ACS.

Calefacción: mediante radiadores, estufa de leña Rika mod.Vitra Passivhaus como apoyo.

Ventilación: sistema Zehnder Comfoair 350 VMC.

Sombreamiento: lamas de madera fijas en posición horizontal y cortinas opacas y translúcidas.

Otros: reutilización de aguas pluviales para inodoros, lavadora y riego. Tratamiento de aguas residuales con depósito de oxidación total.



Figura 68. Vivienda de "El Peral, Passivhaus". Fuente: Estudio López Merino

EL PERAL VIVIENDA PASSIVHAUS

El segundo caso de estudio se centrará en las viviendas El Peral Passivhaus, del arquitecto Alberto López Merino.

El proyecto consiste en la construcción de 14 viviendas unifamiliares pareadas en la urbanización El Peral, Valladolid.

La parcela en la que se construye el proyecto tiene forma trapezoidal y una superficie real de 20.443,64m. La superficie media de cada subparcela es de unos 615m. Dentro del proyecto existen diferentes tipos de viviendas; el primer tipo se trata de viviendas tipo CTE, es decir, basadas en el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación, obteniendo una calificación energética tipo B y el segundo tipo; viviendas con calificación energética tipo A, cumpliendo el estándar de edificación Passivhaus.

Siendo caso de estudio únicamente las del segundo tipo.

En cuanto al programa de las viviendas, es similar en todas ellas; 3 o 4 dormitorios, salón, cocina 2 baños y aseo.

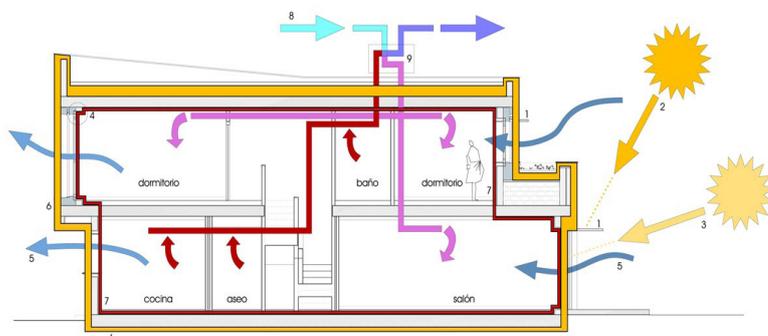


Figura 69. Esquema de funcionamiento de la vivienda. Fuente: Estudio López Merino

CUADRO DE SUPERFICIES VIVIENDA TIPO

		Superficie ÚTIL	Superficie CONSTRUIDA	Superficie COMPUTABLE
Vivienda tipo A-A'. Passivhaus (Variante 4 Dormitorios)				
Planta BAJA				
	Zaguán de acceso	2,73 m ²		
	Distribuidor	9,04 m ²		
	Aseo	3,35 m ²		
	Ropero	0,68 m ²		
	Cocina	13,67 m ²		
	Salón-comedor	34,67 m ²		
	Escalera	4,58 m ²		
	Dormitorio 4	10,10 m ²		
	vivienda PB:	78,94 m²		
Anexos				
	Tendedero	2,96 m ²		
	Cuarto instalaciones	4,02 m ²		
	anexos:	6,97 m²		
	Total planta BAJA	85,91 m²	107,60 m²	97,65 m²
Planta 1ª				
	Paso-distribuidor	5,79 m ²		
	Dormitorio 1 (ppal.)	18,89 m ²		
	Baño 1 (D1)	6,52 m ²		
	Dormitorio 2	11,81 m ²		
	Dormitorio 3	11,21 m ²		
	Baño 2	4,07 m ²		
	vivienda P1:	58,28 m²	86,26 m²	77,02 m²
TOTAL VIVIENDA tipo A-A' Passivhaus				
		144,19 m²	193,86 m²	174,67 m²
Edificabilidad de las parcelas: 350,00 m ² (175,00 m ² /vivienda)				

Tabla 32. Cuadro de superficies vivienda de "El Peral, Passivhaus". Fuente: Estudio López Merino

ESTRUCTURA

-Cimentación:

Losa de cimentación armada apoyada en el terreno adecuado y compactado formado por una capa de zahorras naturales o artificiales. La tensión admisible del terreno es de 0,08 N/mm².

-Estructura portante:

Se compone de pórticos de hormigón armado constituidos por pilares metálicos y vigas de canto y/o planas de hormigón armado en función de las luces a salvar.

-Estructura horizontal:

Solución constituida por forjados continuos del tipo de viguetas semirresistentes pretensadas aligerados con bovedilla de hormigón, losas armadas para el voladizo tipo marquesina y la escalera interior.

DISTRIBUCIONES INTERIORES

-Tabiquería:

Se proyectan con un sistema modular de PYL

-Carpinterías:

Las carpinterías interiores serán de madera lacada. La puerta de entrada a la vivienda de seguridad de madera lacada con aluminio por el exterior.

PAVIMENTOS, REVESTIMIENTOS Y FALSOS TECHOS

-Revestimientos exteriores:

Las fachadas con aislamiento por el exterior (SATE) tendrán dos tipos de acabados: estuco flexible o acabado cerámico

El resto tendrá un aplacado cerámico

-Revestimientos interiores:

Las paredes tendrán un acabado en cartón yeso pintado con pintura plástica mate lavable. En baños y cocinas se alicatarán con azulejo de gres cerámico.

Los falsos techos serán de placas de cartón yeso laminado (resistentes al agua en caso de cocinas y baños)
Los pavimentos serán de gres porcelánico antideslizante en baños y cocina; y de madera laminada en el resto de estancias.

CARPINTERÍAS

Serán de madera con aluminio lacado por el exterior, con acristalamientos de triple vidrio

INSTALACIONES

-Instalación de Fontanería

Dispondrá de una sola acometida.

Se enlazará la llave de registro para manejo de la empresa suministradora con al llave de paso general instalada en el armario en el muro exterior de la parcela con tubería de polietileno de 75 mm de diámetro.

La llave de corte general se sitúa en el armario del contador general.

Se instalará un contador general de hélice de 50 mm de calibre, caudal nominal de 50m³/h, en el armario situado en el muro exterior de la parcela. Previo al mismo, se instalará la llave de cierre de esfera y filtro, y posteriormente, válvula de retención, llave de esfera y grifo de vaciado.

Previo al grupo de presión existirán dos depósitos de poliéster con una capacidad de 2000 litros cada uno. El grupo de presión está compuesto por dos electrobombas multicelulares verticales en acero inoxidable, con variador electrónico de velocidad. Incorporará el cuadro eléctrico construido en chapa de acero con contactores-protectores, arrancadores, relés térmicos, fusibles calibrados, interruptor, conmutadores de prioridad y cableado tetrapolar con toma de tierra y aislamiento 1000V.

Posterior al grupo de presión se instalarán la válvula antirretorno y llave de corte.

La tubería de distribución será de polietileno en los tramos que discurra enterrada (y en el interior de las viviendas) y de acero galvanizado en los tramos que discurra por locales técnicos.

Se instalarán dentro de la vivienda llaves de corte a cada uno de los baños, aseos y cocinas, así como arquetas de riego enterradas en el jardín de cada vivienda.

Para los servicios comunes se realizará una derivación que consta de un contador, un colector y tres salidas: para llenado de la piscina, riego de la parcela y otros usos y garaje común.

-Instalación de Calefacción

El sistema de producción será un sistema individualizado, mediante bomba de calor aerotérmica, aro-THERM VWL 55/2 , con producción ACS mediante un interacumulador de 200 litros. El fluido caloportador será agua.

No se instala ningún tipo de energía solar térmica, ya que se justifican las emisiones de CO2 anual menores con el sistema de bomba de calor aerotermica que con paneles solares.

El sistema de distribución será de forma bitubular hasta las cajas de colectores de suelo radiante con tubería multicapa PEX-AL-PEX. Discurrirá empotrada en el suelo protegida con tubo corrugado de PVC para permitir su libre dilatación.

Los paneles del suelo radiante se realizan con tubo de polietileno. Cada local dispondrá de un termostato que actuará sobre los cabezales termoléctricos situados en la impulsión de los anillos del suelo radiante, que dispondrán de contacto libre de potencial para poder actuar a su vez sobre la entrada de termostato de la bomba de calor. Además cada anillo dispondrá de detentor y termómetro para la regulación del caudal de agua.

-Instalación de Gas Natural

La parcela dispondrá de una acometida.

La ubicación de cada llave de acometida con el tallo que accede al edificio se situará a 40 cm de la línea que delimita la parcela y a 50 cm de profundidad medidos desde la cota rasante de la acera a la generatriz superior de la tubería. La tubería que une la llave de acometida con el armario de regulación será de polietileno de calidad PE-80, SDR-11, de 32 mm de diámetro.

El armario deberá de disponer de una ventilación directa al exterior de al menos 5 cm².

La instalación común para el suministro de gas a las viviendas unifamiliares, discurrirá desde el armario de regulación hasta los armarios de contadores, ubicados en las cancelas de las viviendas, en donde se realizará un monolito para la instalación de dichos armarios.

-Instalación Eléctrica

Las viviendas unifamiliares de alimentarán:

-Para el caso de las viviendas que tenga fachada a la vía pública, con una acometida monofásica y una caja general de protección y medida situada en el límite entre la propiedad privada y la pública.

-Para el caso de las viviendas que no tengan fachada a la vía pública, con una acometida trifásica y una caja general de protección situada en el límite entre la propiedad pública y privada, que alimentará una centralización de contadores.

La línea de alimentación irá bajo tubo enterrado y sus conductores tendrán una tensión de aislamiento de 1000V. Las derivaciones individuales irán, igualmente, bajo tubo enterrado con la misma tensión de aislamiento. Los conductores de la instalación interior serán de 750V de tensión de aislamiento e irán protegidos por tubos de PVC corrugado empotrado o enterrado.

Los servicios comunes de la parcela se alimentarán desde la centralización de contadores a partir del cuadro de parcela, instalado en la marquesina de ac-

ceso al garaje, desde donde se dará suministro a los circuitos de alumbrado de la parcela, alumbrado y emergencia de los cuartos de instalaciones, aseos, cuadros secundarios de grupos de presión telecomunicaciones y depuradora.

-Instalación de Saneamiento

La red de evacuación deberá disponer de cierres hidráulicos, con unas pendientes que faciliten la evacuación de los residuos y sean autolimpiables.

La instalación comprende los desagües de los siguientes aparatos:

-Cocinas.

1 fregadero, 1 lavavajillas, 1 lavadora y 1 secadora

-Baños completos tipo 1.

1 lavabo, 1 inodoro cisterna y 1 ducha

-Baños completos tipo 2.

2 lavabos, 1 inodoro cisterna, 1 bañera, y 1 bidé

-Garaje y cubiertas (sumideros con formación de sifón)

-Piscina

Las arquetas serán prefabricadas registrables de PVC, al igual que los colectores enterrados de evacuación horizontal, cuya pendiente no será menor al 2%.

En el caso de los colectores colgados de evacuación horizontal, estos también serán de PVC, para una presión de 5 atm. La pendiente en este caso, no será menor al 1%. Se colocarán piezas de registro cada 15 metros en tramos rectos, y en cada punto de unión, cambio de dirección, etc.

-Instalación de Telecomunicaciones

Se diseñará la infraestructura común de acceso a los servicios de telecomunicaciones, que dotará a la parcela de referencia, y que comprenderá la recepción de los sistemas de radiodifusión sonora y televisión terrenal, el acceso al servicio telefónico básico y el

acceso a los servicios de telecomunicaciones de banda ancha.

Los elementos que constituyen la infraestructura común de telecomunicaciones son:

- Captación y distribución de radiodifusión sonora y televisión
- Acceso y distribución de los servicios de telecomunicaciones de telefonía disponible al público (STDP) y de banda ancha (TBA)

-Instalación de Protección contra Incendios

Se dispondrán extintores de eficacia 21A-113B a menos de 15 metros de cada origen de evacuación, en la zona del garaje en planta bajo rasante.

Los extintores estarán señalizados con una placa fotoluminiscente, conforme a la norma UNE 230354.

Se dispondrá alumbrado de emergencia en todas las zonas comunes, de circulación y en general en todo el recorrido de evacuación, que entre en funcionamiento en caso de fallo de suministro del alumbrado normal.

-Instalación de Ventilación

El cuarto de instalaciones se sitúa fuera de la envolvente térmica de la vivienda. En él se encuentra la máquina de ventilación con recuperador de calor ZEHNDER ComfoAir Q350 HRV con un 90% de eficiencia. Se optó por integrar dentro de la envolvente térmica y hermética, los distribuidores del sistema de ventilación, como forma de reducir los puntos de paso en capa estanca.

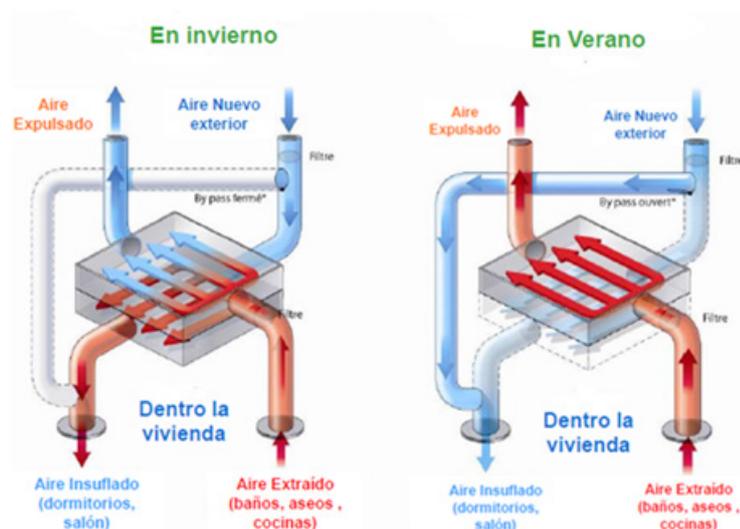


Figura 70. Esquema de funcionamiento de sistema de ventilación con recuperador de calor Fuente: Estudio López Merino

Release data: 06/01/2017



Declaración de rendimiento para sistema residencial de acuerdo a EU regulación Nr. 1254/2014.												
Unidad de recuperación de calor Zehnder ComfoAir Q350 ERV												
Nombre del proveedor o marca	Zehnder Group			Zehnder Group			Zehnder Group			Zehnder Group		
Identificador del modelo del proveedor	ComfoAir Q350 ERV			ComfoAir Q350 ERV			ComfoAir Q350 ERV			ComfoAir Q350 ERV		
CEE [kWh/(m ² a)] consumo de energía específico (Frío, Templado, Cálido)	-76,0	-39,1	-15,3	-76,8	-39,7	-15,8	-78,7	-41,1	-16,9	-82,0	-43,5	-18,8
Clase CEE	A+	A	E	A+	A	E	A+	A	E	A+	A+	E
Tipo declarado	Bidireccional			Bidireccional			Bidireccional			Bidireccional		
Tipo de accionamiento instalado	Accionamiento de varias velocidades (interruptor de 3 posiciones)			De varias velocidades. Tres opciones de velocidad variables			De velocidad variable			De velocidad variable		
Tipo de sistema de recuperación de calor	Recuperativo			Recuperativo			Recuperativo			Recuperativo		
Eficiencia térmica [%]	85			85			85			85		
Caudal máximo [m ³ /h]	350			350			350			350		
Potencia eléctrica con el caudal máximo [W]	175			175			175			175		
Nivel de potencia acústica [dB(A)]	40			40			40			40		
Caudal de referencia [m ³ /s]	0,068			0,068			0,068			0,068		
Diferencia de presión de referencia [Pa]	50			50			50			50		
SPI [W/(m ³ /h)]	0,15			0,15			0,15			0,15		
Factor del mando y tipo de mando	1 Mando manual			0,95 Temporizador			0,85 Control de la demanda central			0,65 Control de la demanda local		
Índices máximos declarados de fuga interna y externa [%]	Interna: 1,8			Interna: 1,8			Interna: 1,8			Interna: 1,8		
	Externa: 1,2			Externa: 1,2			Externa: 1,2			Externa: 1,2		
Mezcla porcentaje	-			-			-			-		
Ubicación y descripción de la señal visual de aviso del filtro	Aviso en display de la unidad o en controlador de la habitación			Aviso en display de la unidad o en controlador de la habitación			Aviso en display de la unidad o en controlador de la habitación			Aviso en display de la unidad o en controlador de la habitación		
Dirección de internet para las instrucciones de montaje y desmontaje	www.zehnder.es			www.zehnder.es			www.zehnder.es			www.zehnder.es		
La sensibilidad a las fluctuaciones de presión [%]	-			-			-			-		
Estanqueidad al aire entre el interior y el exterior [m ³ /h]	-			-			-			-		
CEA [kWh/a] consumo de electricidad anual (Frío, Templado, Cálido)	770	233	188	756	219	174	718	181	136	661	124	79
AAC [kWh/a] ahorro anual en calefacción (Frío, Templado, Cálido)	8652	4423	2000	8699	4447	2011	8792	4494	2032	8979	4590	2076

Figura 71. Ficha técnica sistema de ventilación con recuperador de calor Zehnder ComfoAir Q350 HRV. Fuente: <https://www.zehnder.es/>

PLANIMETRÍA DE LA VIVIENDA

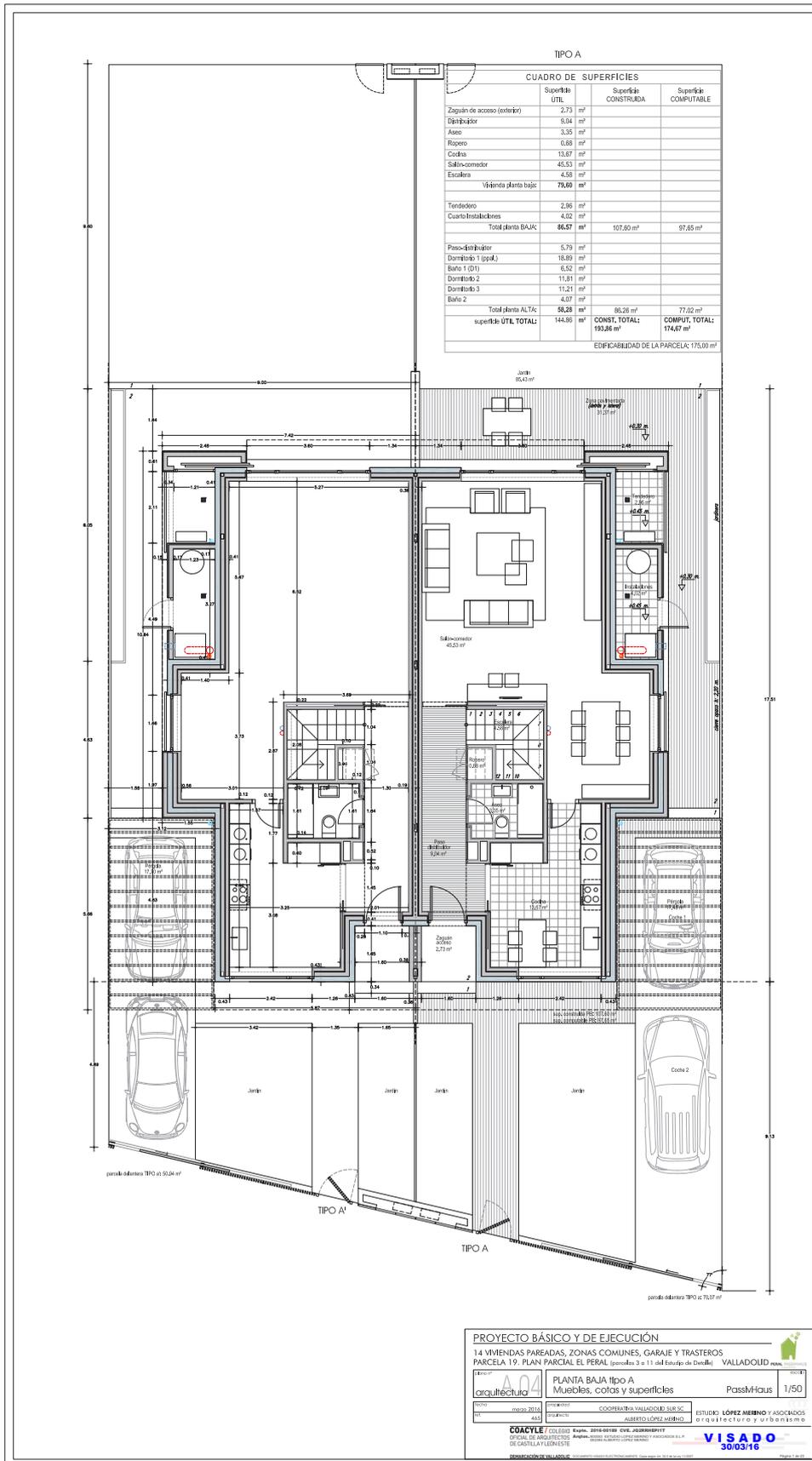


Figura 72. Planta baja. Fuente: Estudio López Merino

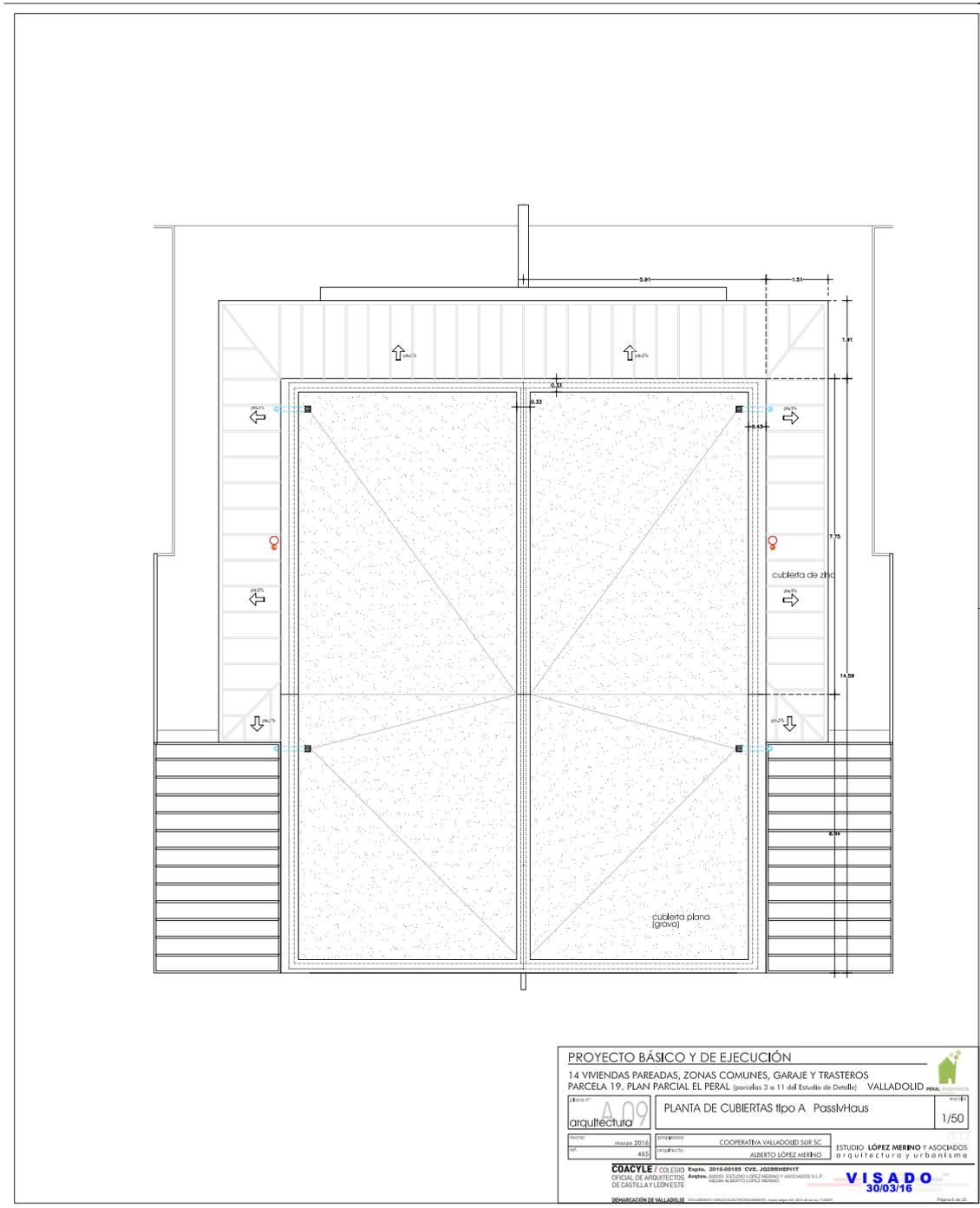


Figura 74. Planta cubierta. Fuente: Estudio López Merino



Figura 75. Alzados principal, lateral y al jardín. Fuente: Estudio López Merino

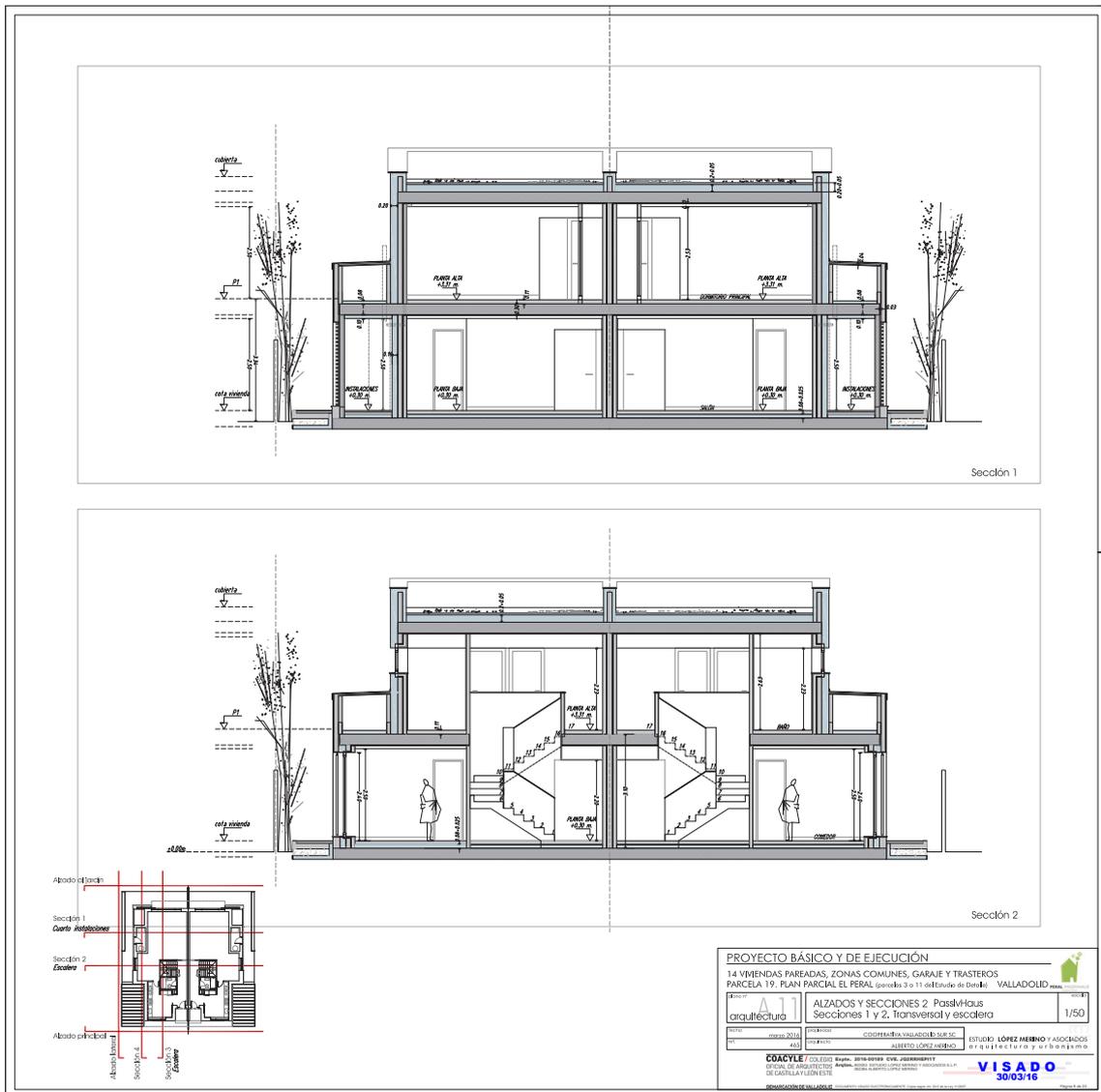


Figura 76. Secciones transversales. Fuente: Estudio López Merino

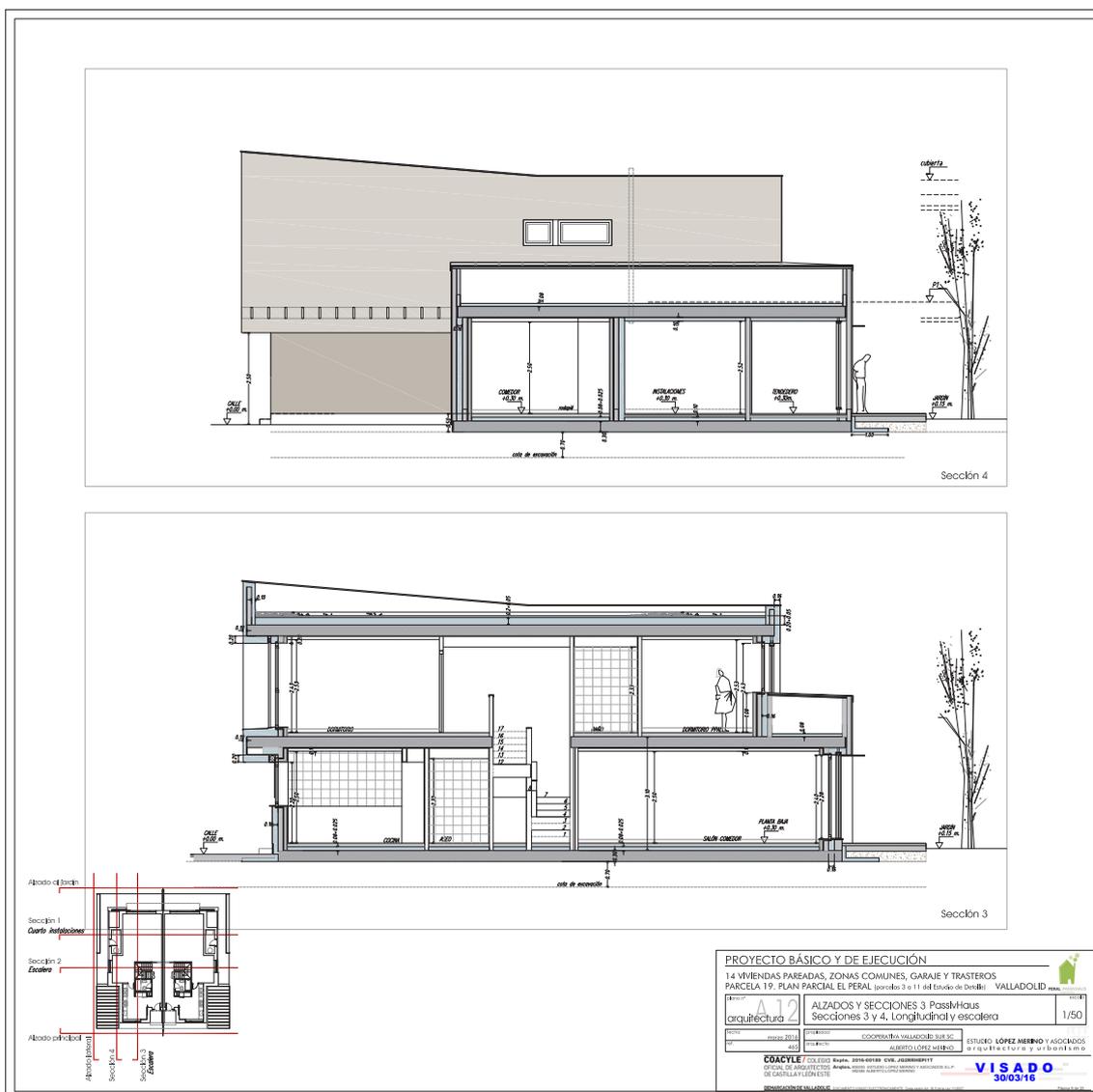
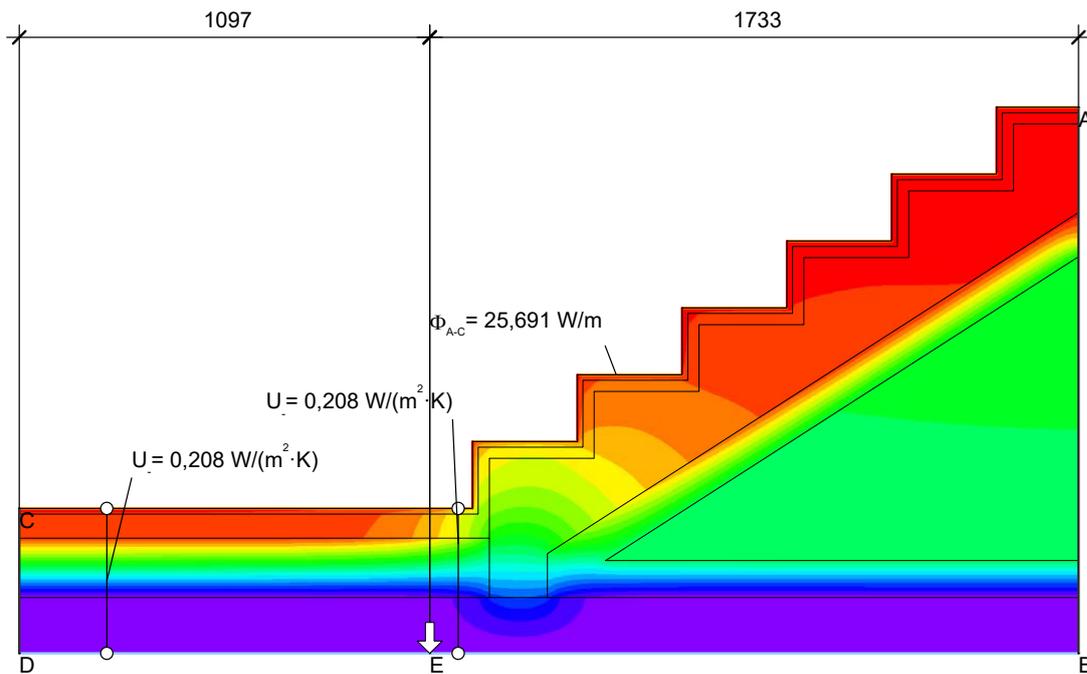
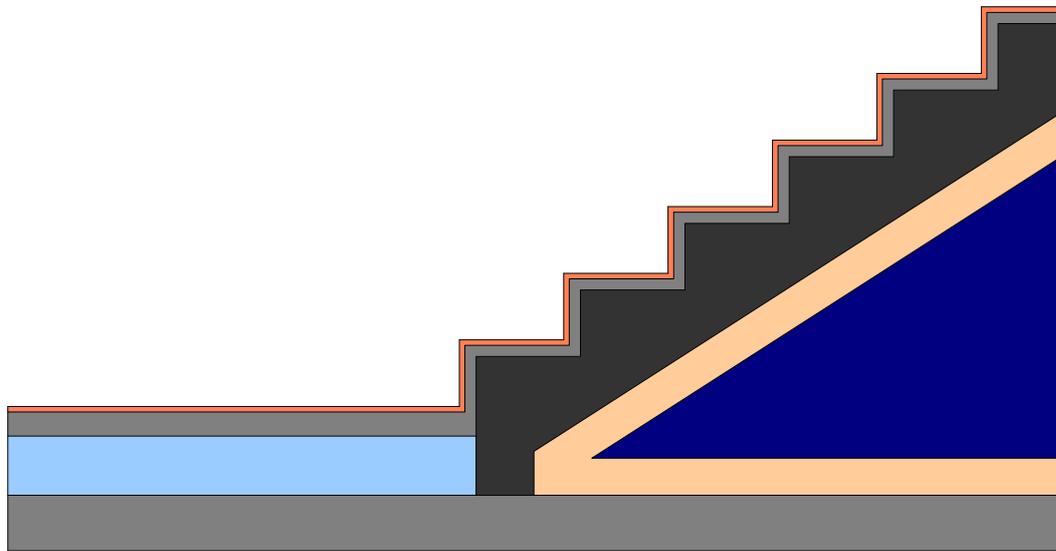


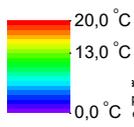
Figura 77. Secciones longitudinales. Fuente: Estudio López Merino

ESTUDIO DE PUENTES TÉRMICOS



$$\psi_{A-E-C} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{25,691}{20,000} - 0,208 \cdot 1,733 - 0,208 \cdot 1,097 =$$

0,697 W/(m·K)



- Lana mineral trasdosado
- ps
- escalera
- Pavimento PB
- Solera hormigón
- Solera mortero de cemento

λ [W/(m·K)]

- 0,035
- 0,036
- 4,290
- 2,300
- 0,170
- 2,300
- 1,300

Boundary Condition q[W/m²] θ [°C] R[(m²·K)/W]

- Adiabático 0,000
- Exterior, terreno 0,000 1,000e-10
- Interior, FH 20,000 0,130
- Interior, FV abajo 20,000 0,170

Figura 78. Estudio de puentes térmicos. Arranque escalera. Fuente: Estudio López Merino

ESTUDIO Y COMPARATIVA DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES BAJO EL ESTÁNDAR PASSIVHAUS

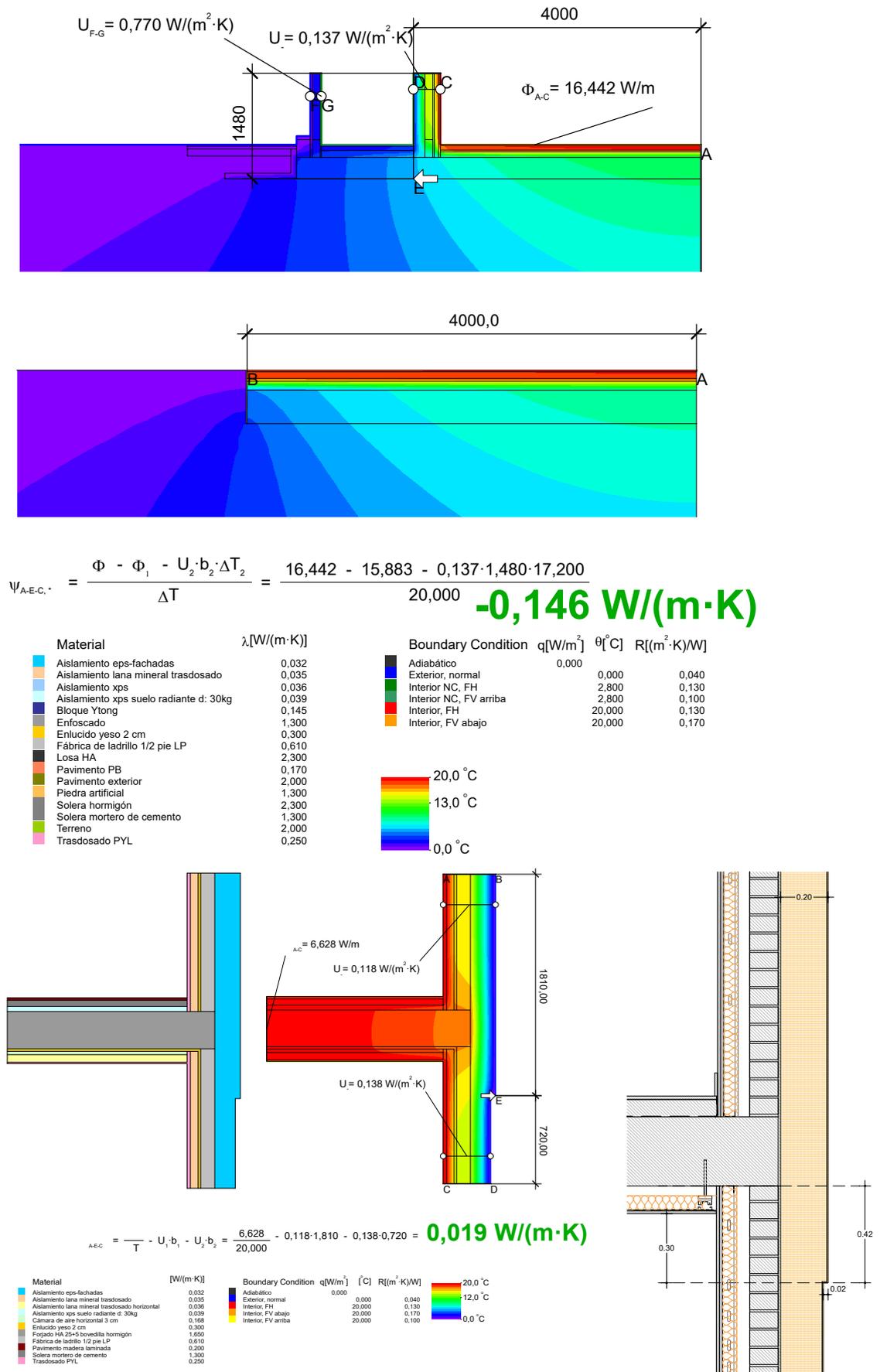


Figura 79 y 80. Estudio de puentes térmicos. Encuentro fachada-loza (arriba). Encuentro fachada lateral-forjado (abajo). Fuente: Estudio López Merino

ESTUDIO Y COMPARATIVA DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES BAJO EL ESTÁNDAR PASSIVHAUS



Figura 81. Estudio de puentes térmicos. Fachada-cubierta zinc. Fuente: Estudio López Merino

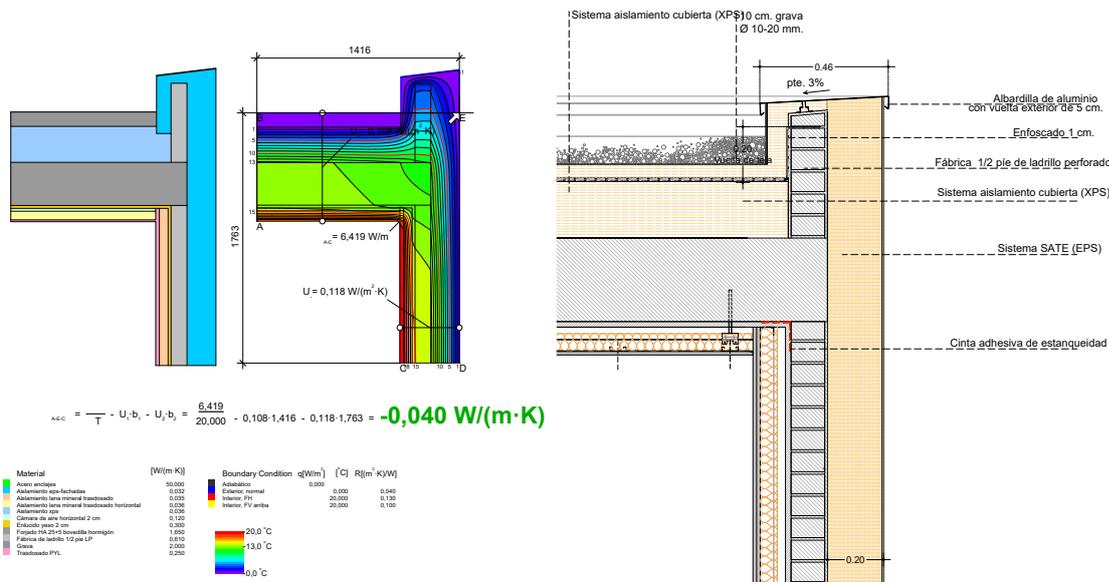


Figura 82. Estudio de puentes térmicos. Fachada-cubierta. Fuente: Estudio López Merino

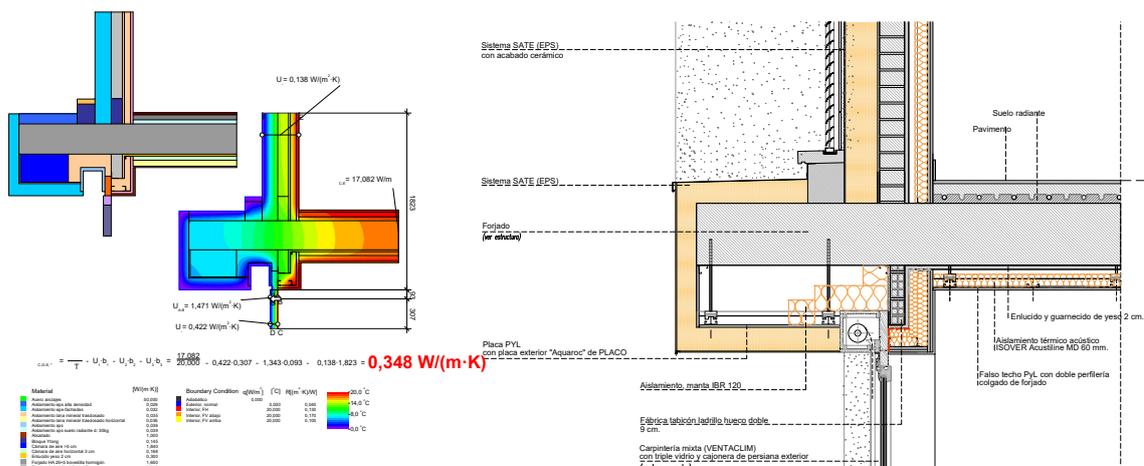


Figura 83. Estudio de puentes térmicos. Persiana. Fuente: Estudio López Merino

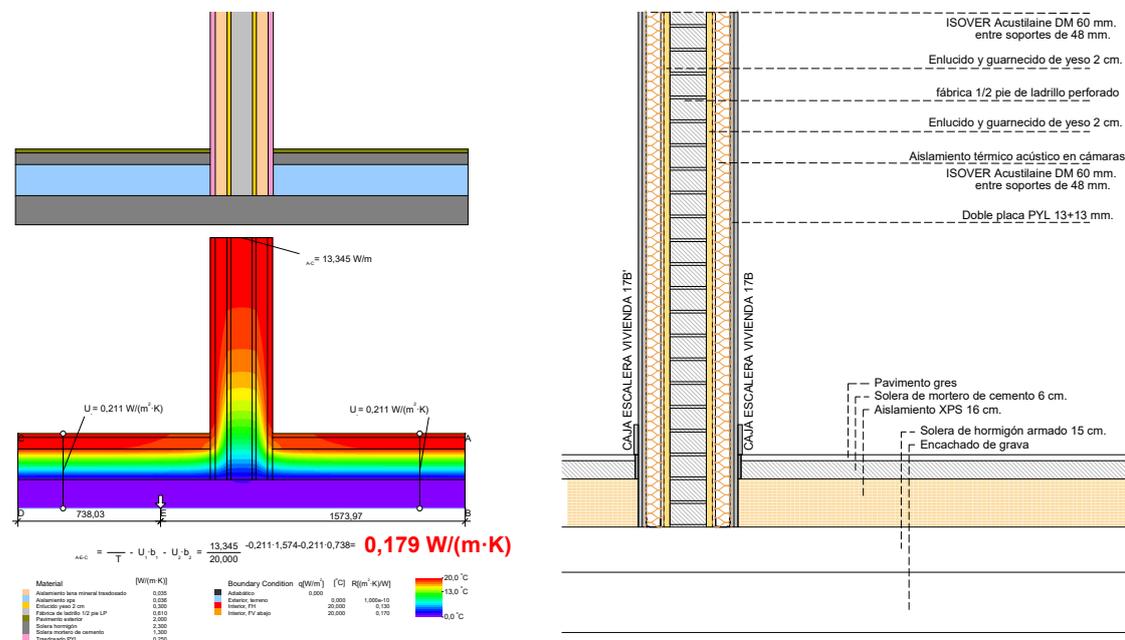
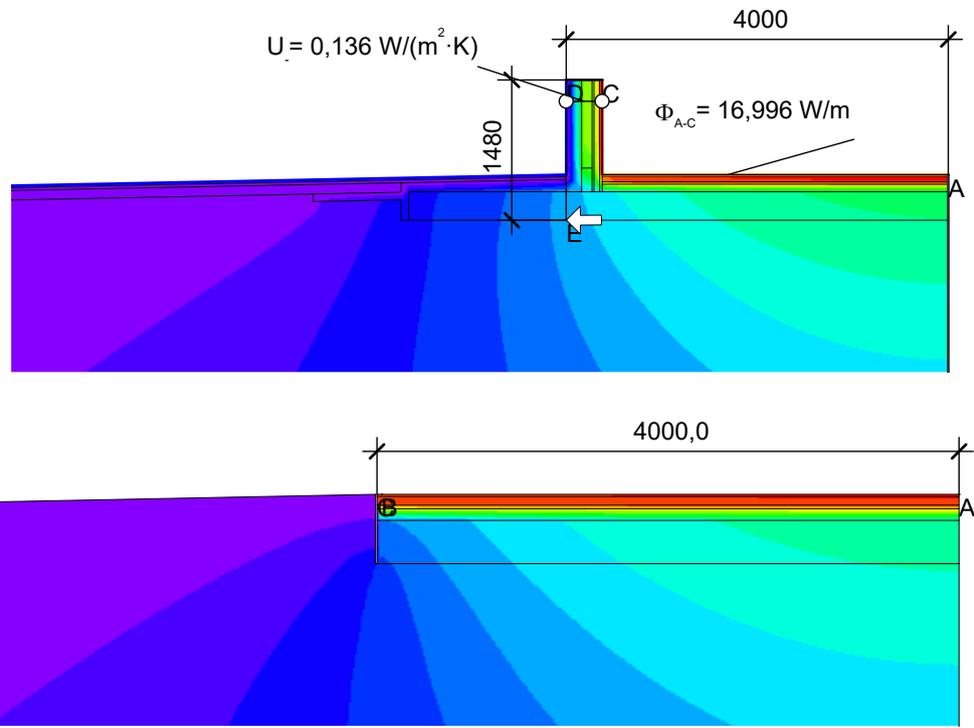


Figura 84. Estudio de puentes térmicos. Medianera. Fuente: Estudio López Merino



$$\Psi_{A-E-C,*} = \frac{\Phi}{\Delta T} - \frac{\Phi_1}{\Delta T} - U_2 \cdot b_2 = \frac{16,996}{20,000} - \frac{15,901}{20,000} - 0,136 \cdot 1,480 = -0,147 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$$

Material	λ [W/(m·K)]	Boundary Condition	q [W/m ²]	θ [°C]	R [(m ² ·K)/W]
Aislamiento eps-fachadas	0,032	Adiabático	0,000		
Aislamiento lana mineral trasdosado	0,035	Exterior, normal	0,000	0,040	
Aislamiento xps	0,036	Interior, FH	20,000	0,130	
Aislamiento xps suelo radiante d: 30kg	0,039	Interior, FV abajo	20,000	0,170	
Bloque Ytong	0,145				
Cámara de aire horizontal 2 cm	0,120				
Fábrica de ladrillo 1/2 pie LP	0,610				
Losa HA	2,300				
Pavimento PB	0,170				
Pavimento exterior	2,000				
Solera hormigón	2,300				
Solera mortero de cemento	1,300				
Terreno	2,000				
Trasdosado PYL	0,250				

Figura 85. Estudio de puentes térmicos. Fachada-losa-zaguán. Fuente: Estudio López Merino

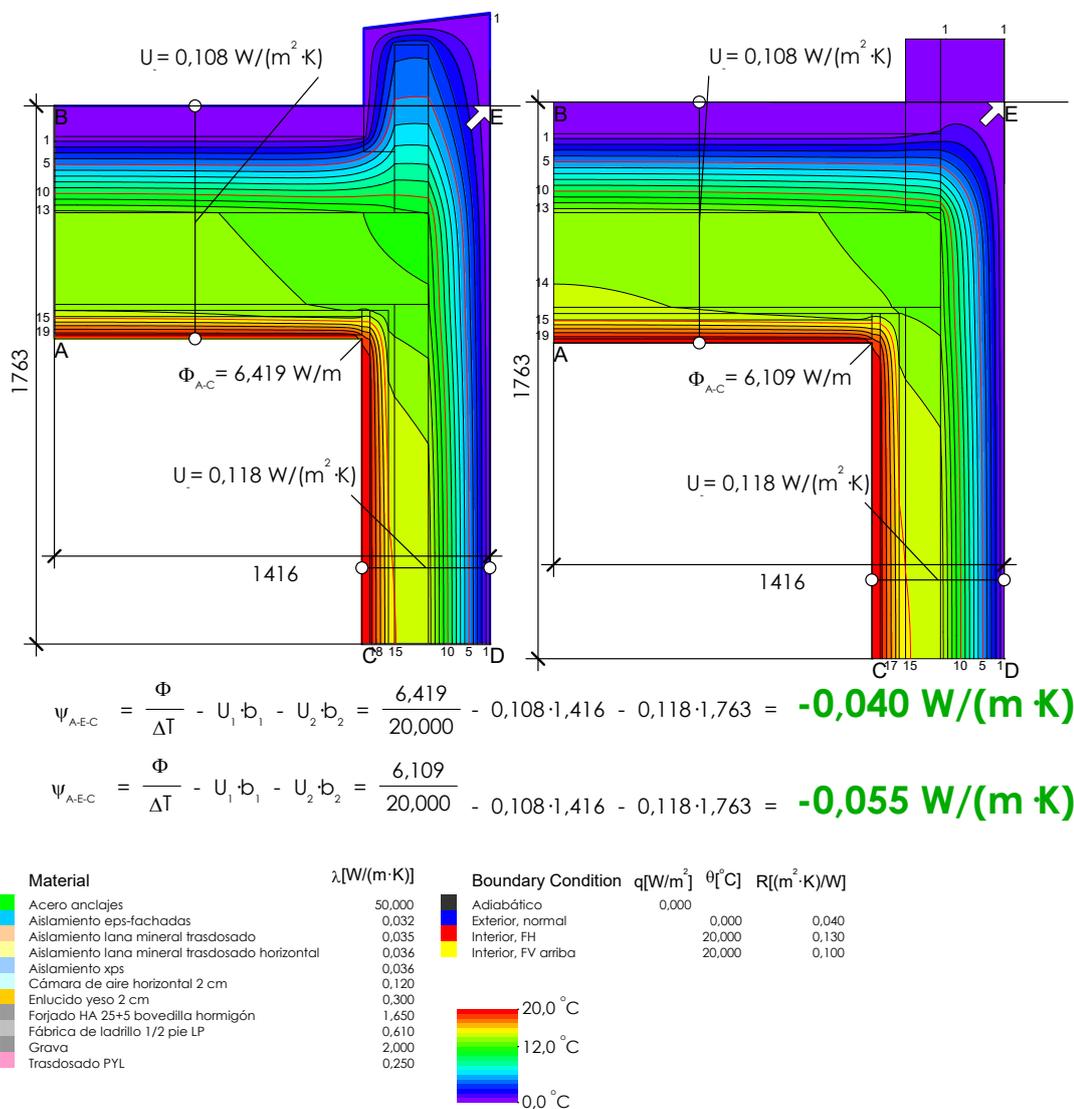


Figura 86. Estudio de puentes térmicos. Fachada-cubierta (comparación).
Fuente: Estudio López Merino

DEMANDA DE CALEFACCIÓN

13kWh/(m2a) < 15kWh/(m2a)

DEMANDA DE ENERGÍA PRIMARIA

75kWh/(m2a) < 120kWh/(m2a)

ESTANQUEIDAD

0,3 l/h < 0,6 l/h

Todos los valores en cuanto a demanda de calefacción y de energía primaria, y estanqueidad quedan por debajo de los máximos establecidos, por lo tanto la vivienda recibe la certificación Passivhaus.

Tipo de construcción: estructura de hormigón armado..

Materiales: revocos de cal en la fachada, acabado cerámico en el exterior.

Energías renovables: no se instala ningún tipo de energía solar térmica, ya que se justifican las emisiones de CO₂ anual menores con el sistema de bomba de calor aerotérmica que con paneles solares.

Calefacción: suelo radiante, el sistema de producción será un sistema individualizado, mediante bomba de calor aerotérmica, aroTHERM VWL 55/2 , con producción ACS mediante un interacumulador de 200 litros.

Ventilación: sistema ZEHNDER ComfoAir Q350 HRV.

Sombreamiento: celosías correderas de aluminio de lamas orientables..

Otros:



Figura 87. Casa Moda. Fuente: Estudio aiRe, Xavier Tragant

CASA MODA VIVIENDA PASSIVHAUS

El tercer caso de estudio es la Casa Moda, por Xavier Tragant.. Se trata de una vivienda unifamiliar para 4 miembros construida siguiendo los criterios del estándar Passivhaus.

La forma de la parcela es prácticamente rectangular y consta de 416,26 m², de los cuales serán ocupados 115,47m² (27% de la parcela siendo el máximo nivel de ocupación el 30%). La parcela delimita al oeste con la Avenida del Jo, al norte y sur con dos parcelas sin contruir y al este con otra vivienda unifamiliar.

La vivienda en planta baja es de forma rectangular, se retranquea en la zona de la entrada para generar una zona cubierta en el exterior, y se añade un cubo macado en la esquina noroeste donde se ubica el garaje. El volumen superior se posa sobre el inferior sobresaliendo en la zona de la entrada para general una zona cubierta.

La planta baja cuenta con 139,32 m² (teniendo en cuenta la zona de entrada) y la primera con 111,37 m².

A la planta baja se puede acceder desde el interior del garaje o desde el exterior, las dos puertas de entrada dan al vestíbulo. Esta planta se divide en dos partes; una mas compacta o zona de servicio (armarios, cocina, aseo y núcleo de escaleras) y otra más diáfana en la que se encuentran el estar y el comedor.

Dentro de la zona de armarios y almacenaje se ubicará la maquinaria del sistema de ventilación con recuperador de calor.

A través de la escalera se accede a la planta superior, (la barandilla de la escalera, al tener una gran amplitud el pasillo, se convierte en una biblioteca). En esta planta se encuentran la habitación principal con baño propio, dos habitaciones para los niños, un estudio que puede quedar abierto y comunica con la zona de biblioteca, y otro baño.

CUADRO DE SUPERFICIES VIVIENDA

	Superficies útils (m2)	Superficies útils (m2)	Superficies construïdes (m2)
Planta baixa		117,15	132,66
Ús habitatge		117,15	
Accés i passadís	11,80		
Armari instal·lacions	1,32		
Bany	2,59		
Cuina	15,02		
Menjador	12,66		
Sala d'estar	29,21		
Escala	2,64		
Garatge	35,41		
Ús porxo			
Porxo entrada (50%)	12,99		
	6,50		
Planta primera		78,85	107,54
Ús habitatge		78,85	
Escala	1,10		
Passadís	9,69		
Habitació i estudi	19,28		
Estudi	8,47		
Habitació	8,52		
Habitació	8,53		
Planxa	7,82		
Bany	4,95		
Bany	4,97		
Pati jardí (100%)	3,02		
Pati /terrasa (100%)	2,50		
*Patis tancats per tres façanes			
Superficie total		196,00	240,20

Casa Pasiva Comprobación



Edificio: Casa - Montse & David
Calle: Avinguda del Jo, núm 11
CP / Ciudad: 08180 Moià
Provincia/País: Barcelona ES-España
Tipo de edificio: Habitatge unifamiliar
Datos climáticos: ud--06-ES0002c-Barcelona
Zona climática: 4: Cálido-templado Altitud de la localización: 702 m

Propietario / cliente: Montse Nuñez Lozano & David Montero Alonso
Calle: C/Remei, 56
CP / Ciudad: 08180 Moià
Provincia/País: Barcelona ES-España

Instalaciones: Progetic
Calle: C/Ramon Turro 100-104, 3-3
CP / Ciudad: 08005 Barcelona
Provincia/País: Barcelona ES-España

Certificación: Energiehaus Arquitectos SLP
Calle: C/Ramon Turro 100-104, 3-3
CP / Ciudad: 08005 Barcelona
Provincia/País: Barcelona ES-España

Arquitectura: Xavier Tragant Mestres de la Torre
Calle: C/Major Num. 56
CP / Ciudad: 08183 Castellcir
Provincia/País: Barcelona ES-España

Consultoría: Oliver Style - Progetic
Calle: C/Ramon Turro 100-104, 3-3
CP / Ciudad: 08005 Barcelona
Provincia/País: Barcelona ES-España

Año construcción:	2017	Temp. interior invierno [°C]:	20,0	Temp. interior verano [°C]:	25,0
Nr. de viviendas	1	Ganancias internas de calor (GIC): caso calefacción [W/m²]:	2,5	GIC caso refrigeración [W/m²]:	4,8
Nr. de personas:	2,9	Capacidad específica [Wh/K por m² de SRE]:	60	Refrigeración mecánica:	

Valores específicos referenciados a la superficie de referencia energética

Criterio	Superficie de referencia energética m²	Valor	Relación	Criterios alternativos		¿Cumplido? ²
				Criterio	alternativos	
Calefacción	Demanda de calefacción kWh/(m²a)	12,2	≤	15	-	Sí
	Carga de calefacción W/m²	16,8	≤	-	10	Sí
Refrigeración	Demanda refrigera. & deshum. kWh/(m²a)	-	≤	-	-	-
	Carga de refrigeración W/m²	-	≤	-	-	-
	Frecuencia de sobrecalentamiento (> 25 °C) %	9,6	≤	10	-	Sí
	Frecuencia excesivamente alta humedad (> 12 g/kg) %	17	≤	20	-	Sí
Hermeticidad	Resultado ensayo presión n ₅₀ 1/h	0,6	≤	0,6	-	Sí
Energía Primaria no renovable (EP)	Demanda EP kWh/(m²a)	108	≤	-	-	-
Energía Primaria Renovable (PER)	Demanda PER kWh/(m²a)	43	≤	60	60	Sí
	Generación de Energía Renovable kWh/(m²a)	0	≥	-	-	Sí

² Celda vacía: Falta dato; '-': No requerimiento

Confirmando que los valores aquí presentados han sido determinados siguiendo la metodología de PHPP y están basados en los valores característicos del edificio. Los cálculos de PHPP están adjuntos a esta comprobación.

¿Casa Pasiva Classic? Sí

Firma: _____

Función: 1-Diseñador Nombre: Xavier Apellido: Tragant Mestres de la Torre
Fecha emisión: 03/05/17 Ciudad: Barcelona
C/ Major núm 56 08181

Project data imported from designPH 1.1.5 Código desplegado PHPP9: 287918314_131115_PEPES_es09

ESTRUCTURA

-Cimentación:

Se trata de cimentación directa con zapatas corridas de hormigón armado. En toda la planta baja se realizará una solera sobre un engachado de grava, geotextil, lámina e polietileno y aislamiento térmico con doble placa de XPS con alta resistencia a la compresión. En el perímetro de la solera y en la base de los muros de carga se aislará con vidrio celular “foamglass”. De esta manera se cumplirá con las exigencias de aislamiento térmico e impermeabilidad exigido.

-Estructura portante:

La estructura vertical está compuesta por entramado ligero de madera. La estabilidad de el entramado estructural se realiza mediante la utilización de tableros estructurales de madera tipo OSB4 nature.

-Estructura horizontal:

La estructura horizontal de planta es un forjado unidireccional con vigas de madera.

CUBIERTAS

La cubierta será plana con pendiente del 0%, acabada con grava, colocada sobre una lámina geotextil para no perforarla. Bajo se colocará aislamiento térmico de poliestireno extruido de 5cm para proteger las diferentes barreras impermeables. Bajo de estas habrá una cámara ventilada y una lámina transpirable tipo Tybex y un aislamiento de 2cm de espesor.

Los patios de planta primera se tratarán de dos formas diferentes. Uno de ellos con acabado de pavimento flotante, tipo tarima de madera de alerce o similar. El otro será una cubierta vegetal.

La cubierta del garaje será una cubierta vegetal. Sobre la estructura de madera se colocará un aislamiento DHF o similar y unos rastreles de madera a los que se fijará el osb y será la cámara ventilada de la cubierta. Sobre el osb una manta protectora y un sistema de drenaje de abs reciclado con una lámina impermeable de epdm y tierra para las plantas.

DISTRIBUCIONES INTERIORES

-Tabiquería:

Son de construcción en seco, con entramado ligero de madera acabados con placa de fibra de yeso tipo fermacell, con aislamiento acústico en el interior de fibra de madera. Las placas de fermacell tendrán diferente espesor y tipología en función de su ubicación (cuartos húmedos, vivienda, medianera...)

-Carpinterías:

Carpintería interior de DM lacado

PAVIMENTOS, REVESTIMIENTOS Y FALSOS TECHOS

-Revestimientos exteriores:

Las fachadas irán aisladas por el exterior con el sistema SATE con aislamiento con placa rígida de fibra de madera diffutherm o similar, colocadas por la parte exterior de la fachada y revestidas con mortero en base a silicatos, muy flexibles, altamente transpirables y impermeables, con un acabado fratasado. La base del cierre es una estructura con entramado de madera ligero, con un sistema de capas y membranas que garantizan su estanqueidad.

-Revestimientos interiores:

- Placa de fibra de yeso tipo fermacell, pintado con pintura vegetal tipo livos, a excepción de baños y cocinas.

- Revestimiento vertical hidrófugo tipo 'fermacell H20' o similar pintura vegetal tipo livos, en paramentos verticales hasta el techo de baños y cocinas. Se garantizará que en los baños, las zonas de ducha tendrán sus paredes impermeabilizadas hasta una altura de 2,10m mediante un alicatado cerámico o similar. En cuanto a la cocina, sobre los mobiliario se colocará un silestone, que también se aplicará en la pared en una franja de unos 60cm de altura.

- En la cocina el acabado de las zonas impermeables se resuelve con un silestone o alicatado; la superficie de cualquier elemento situado a menos de 30 cm de los límites del espacio de almacenamiento inmediato

de residuos es impermeable y fácilmente lavable.

Las compartimentaciones interiores horizontales se componen de vigas de madera, con paneles de OSB4 nature en la parte superior e inferior de la viga, sobre el que se colocará el enrastrelado del pavimento de madera de acabado. Para el aislamiento acústico del techo se colocará una membrana de aislamiento de fibras textiles PKB2 y se realizará una capa de compresión. Se aprovechará la cámara entre el pavimento de acabado y el forjado para el paso de instalaciones. Los pavimentos interiores de la vivienda serán de madera natural colocado sobre tarima. en planta baja, en la zona de la cocina, la entrada, la zona de armarios y el baño, el pavimento será de gres.

-Falsos techos:

Se colocará falso techo de yeso en los baños y algunas zonas concretas por el paso de instalaciones.

CARPINTERÍAS

La carpintería exterior será de madera laminada con rotura de puente térmico y triple acristalamiento con doble cámara de aire. Las aberturas en sur tendrán como protección solar persianas con lamas apilables y orientables.

INSTALACIONES

-Instalacion de Fontanería

La instalación de fontanería dará servicio a la vivienda. El suministro será directo de la red pública con contador situado en la valla de la parcela. La vivienda dispondrá de agua fría y caliente que alimentará los siguiente equipos: lavabo, ducha e inodoro de los baños de planta baja y primera; y fregadero de la cocina. Se dejará una toma de agua fría y otra de caliente para la alimentación de la lavadora y lavavajillas para que estos equipamientos puedan ser bitérmicos

- $Q \geq 0,10l / s \rightarrow$ lavamanos, inodoro
- $q \geq 0,15l / s \rightarrow$ lavavajillas, grifo aislada
- $q \geq 0,20l / s \rightarrow$ ducha, bañera <1,40m,
- fregadero y lavadora doméstica, lavadero, vertedero
- $q \geq 0,30l / s \rightarrow$ bañera $\geq 1,40m$

- Grifos, en general $\rightarrow P \geq 100kPa$
- Calentadores $\rightarrow P \geq 150kPa$
- Cualquier punto de consumo $\rightarrow P \leq 500kPa$

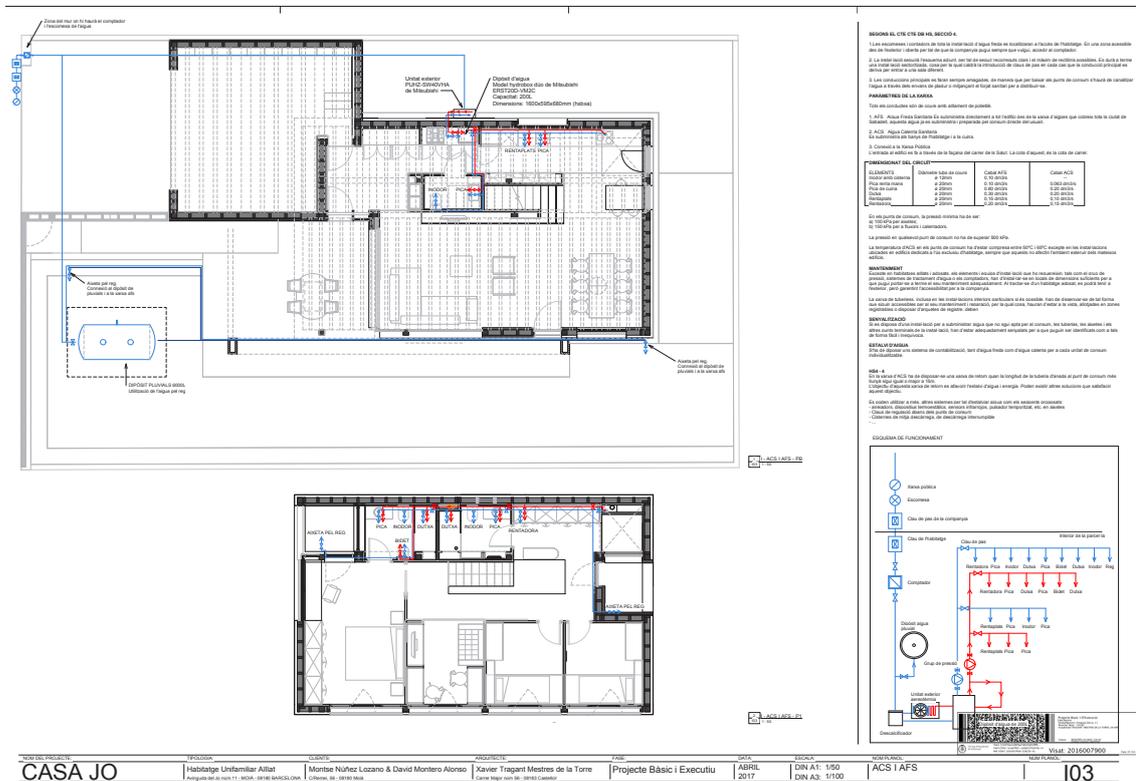


Figura 88. Esquema instalación de fontanería. Fuente: Estudio aiRe, Xavier Tragant

-Instalación de Calefacción

El proyecto prevé que la vivienda disponga de calefacción por medio de una estufa de pellets ubicada en la planta baja, y un equipo de aerotermia para la calefacción, refrigeración y producción de agua caliente sanitaria.

La instalación para calefacción / refrigeración prevista, teniendo en cuenta el tratamiento de la vivienda como Passivhaus, será mediante una batería de post-tratamiento para el calor / frío. Se utiliza la misma instalación de los conductos para la renovación del aire interior, concretamente, los conductos de impulsión del aire. Se coloca una batería de post tratamiento, calentando o enfriando ese aire que se impulsa en el interior con el fin de climatizar la vivienda, sistema Zehnder, batería agua-aire comfofond L. También se contempla la instalación de un equipo de aerotermia para la calefacción y refrigeración del agua para la vivienda, y unos radiadores-toalleros de Zehnder para los baños.

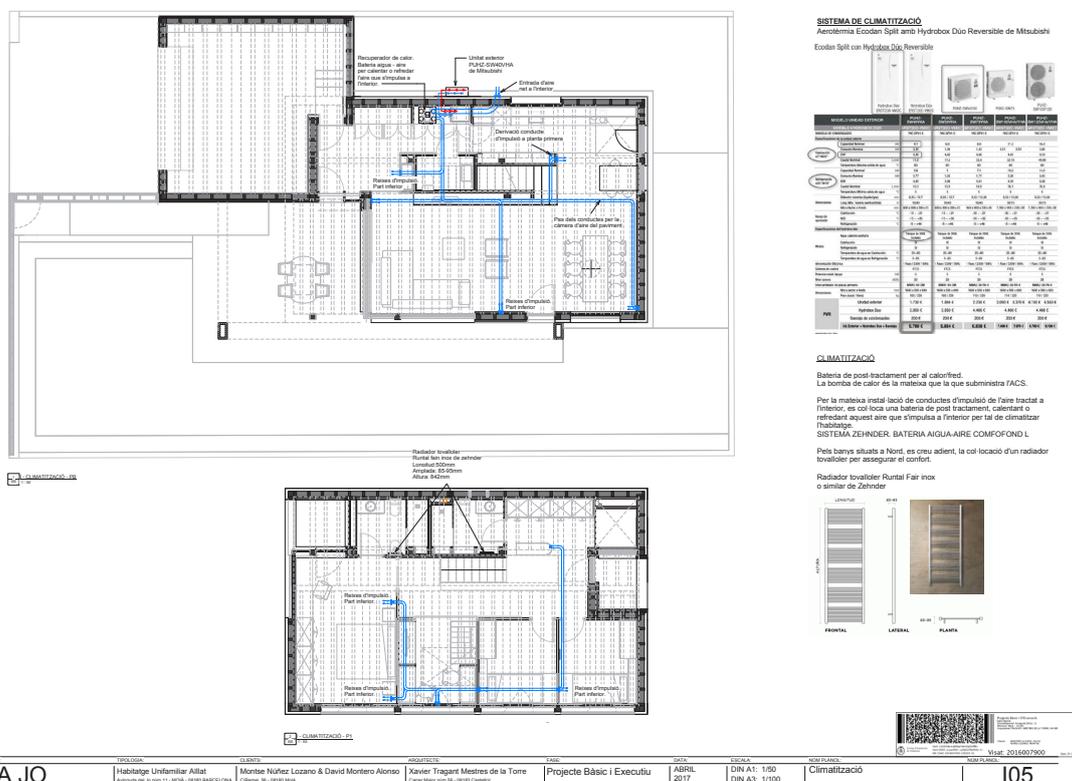


Figura 89. Esquema instalación de calefacción. Fuente: Estudio aiRe, Xavier Tragant

-Instalación de Gas Natural

No está prevista la instalación de gas.

-Instalación Eléctrica

La instalación de electricidad dará servicio a la vivienda, el garaje y los espacio exteriores privados de la parcela. El suministro es directo de la red pública con potencia suficiente, en Baja Tensión, sin necesidad de disponer de centro de transformación y con contador empotrado en la valla de la parcela. El contador se ubicará en un armario, en zona de fácil y libre acceso y con un espacio libre de 1,50 m delante

La vivienda dispondrá de suministro eléctrico (con una tensión en su interior de 230 voltios en alimentación monofásica y 230/400 voltios en alimentación trifásica), garantizando la seguridad de las personas y de los bienes, y asegurando el normal funcionamiento de otras instalaciones y servicios.

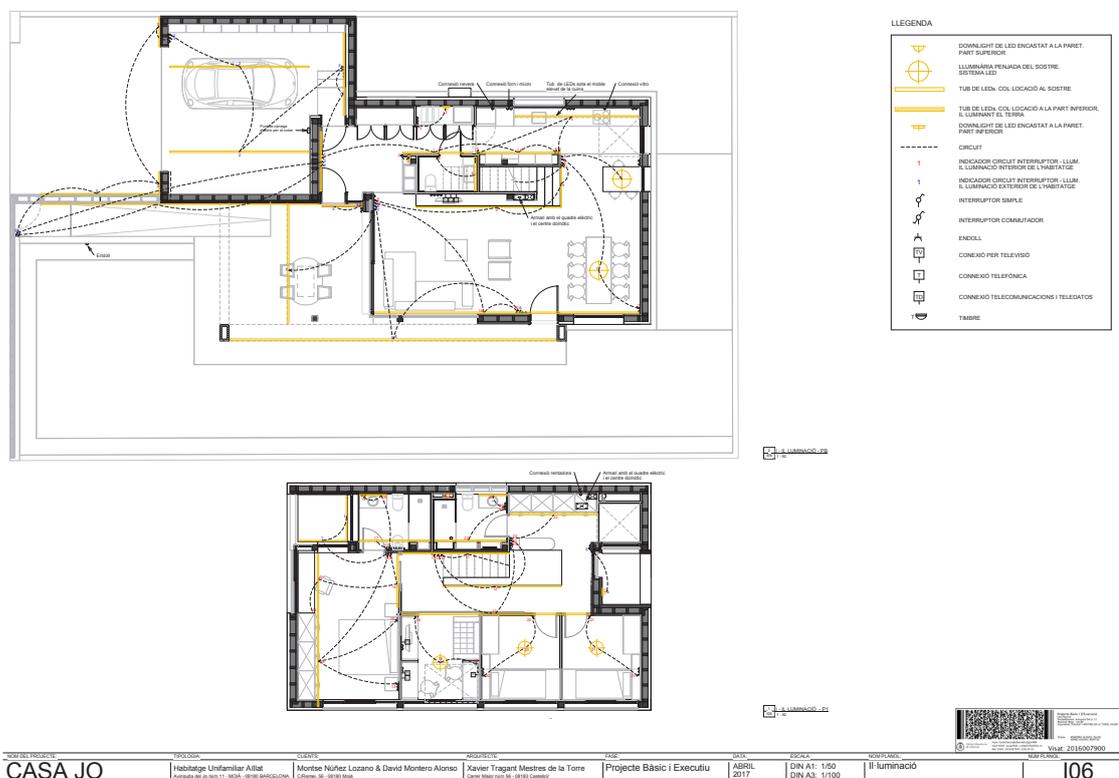


Figura 90. Esquema instalació de electricitat. Fuente: Estudio aiRe, Xavier Tragant

-Instalación de Saneamiento

La instalación de evacuación de aguas recoge de forma separativa las aguas residuales y las pluviales de la vivienda, conduciéndolas a la red separativa municipal y evitando la entrada de los gases de la instalación a los locales con la colocación de tapones hidráulicos. Se dispone de sistema de ventilación que permite la evacuación de los gases y garantiza el correcto funcionamiento de los cierres hidráulicos.

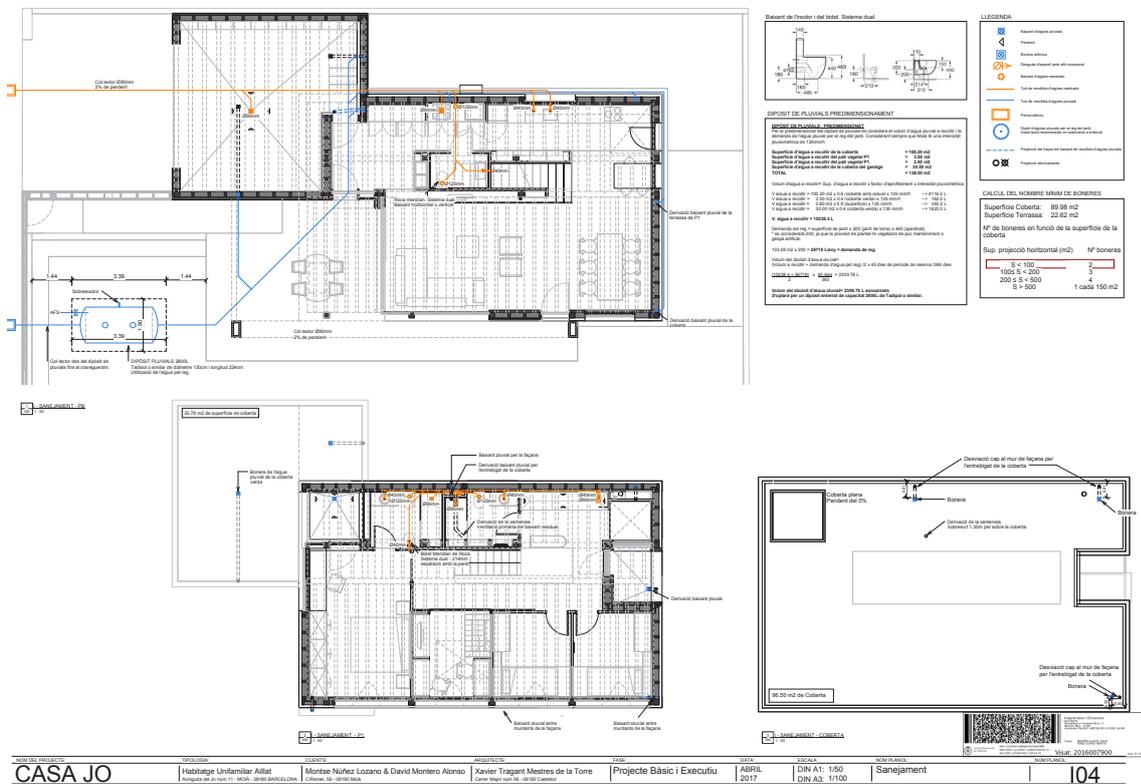


Figura 91. Esquema instalación de saneamiento. Fuente: Estudio aiRe, Xavier Tragant

-Instalacion de Telecomunicaciones

La vivienda dispondrá de los servicios de Telefonía básica (TB) y de Televisión terrestre y Radiodifusión terrestre - analógica y digital- (RTV). En cuanto a la televisión y radiodifusión sonora por satélite (RTV-SAT), la instalación deberá permitir la distribución de señales, pero no se colocará ninguna antena parabólica.

-Instalación Contra incendios

Se comprobará que el edificio esté protegido con un hidrante de incendio, para el uso de los bomberos, situado en la vía pública a menos de 100 metros de la fachada accesible.

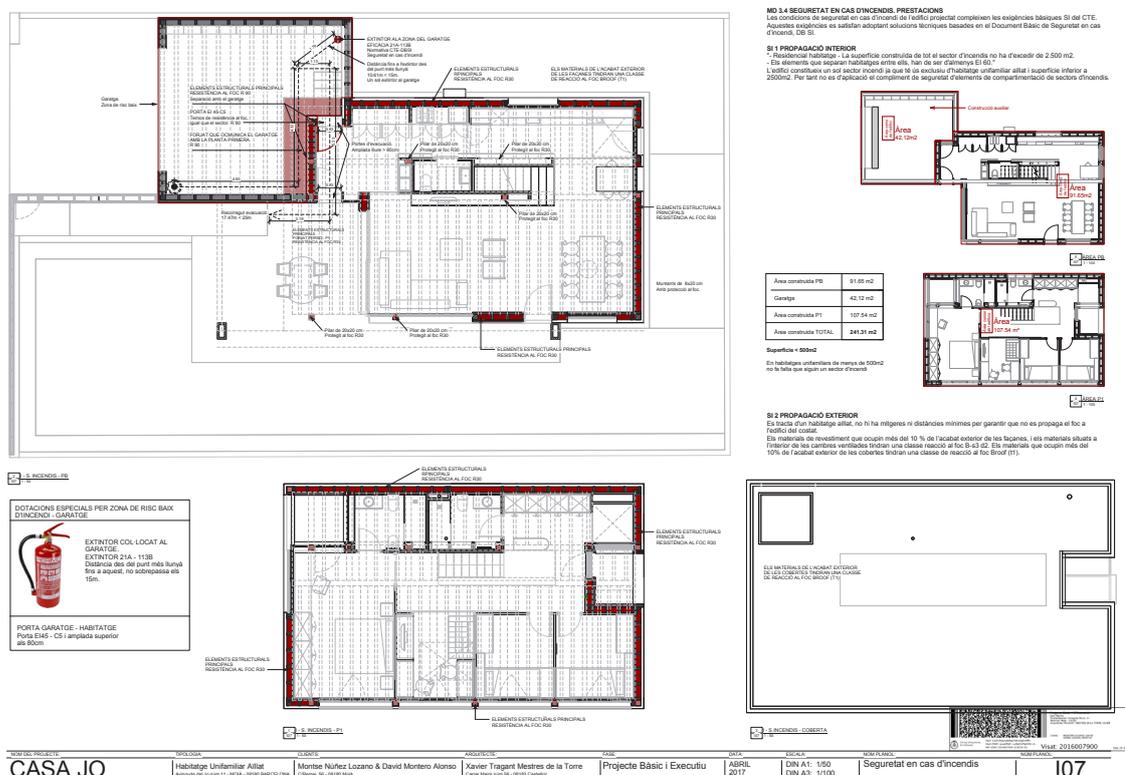


Figura 92. Esquema instalación contra incendios. Fuente: Estudio aiRe, Xavier Tragant

-Instalación de Ventilación

La vivienda dispondrá de un sistema de ventilación mecánico con renovación de aire interior y recuperación de calor. La extracción de los vahos de cocción de la cocina se realizarán por medio de una campana de recirculación, con filtrado de los vahos y expulsión del aire ya filtrado de nuevo al piso. Se reforzará la renovación del aire en la zona de la cocina con la instalación de conductos de extracción complementarios en esta zona. La extracción de los aires viciados de los baños y la renovación de aire también se hará por medio de este sistema. La vivienda dispondrá de un sistema de ventilación mecánica que proporcionará los caudales de aire que se indican a continuación. Garantizará la circulación del aire desde los locales secos hasta la extracción por los locales húmedos. La sala y las habitaciones tendrán aberturas de admisión de aire exterior y la cocina y los baños, aberturas de extracción del aire viciado.

Caudal mínimo de ventilación de la vivienda:

- Dormitorios → 5 l / s persona
- Sala → 3 l / s persona

Extracción del aire viciado hasta la cubierta:

- Baños _ 15 l / s local
- Cocina _ 2 l / s m²
- 8 l / s local (si hay aparatos de combustión)

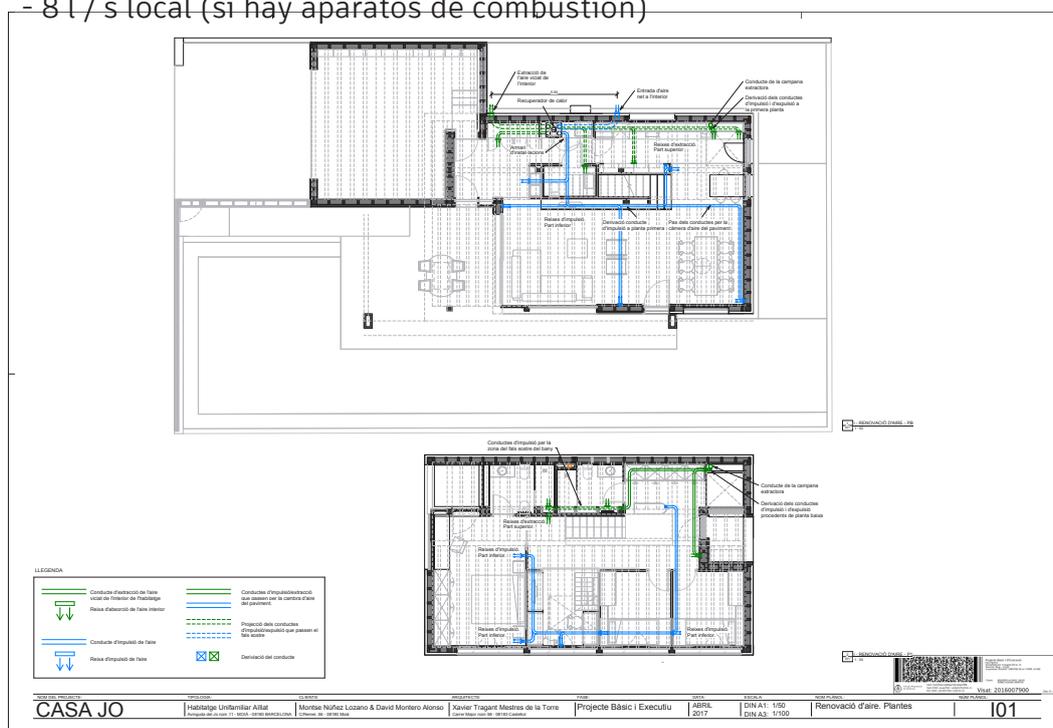


Figura 93. Esquema instalación de ventilación. Fuente: Estudio aiRe, Xavier Tragant

PLANIMETRÍA DE LA VIVIENDA

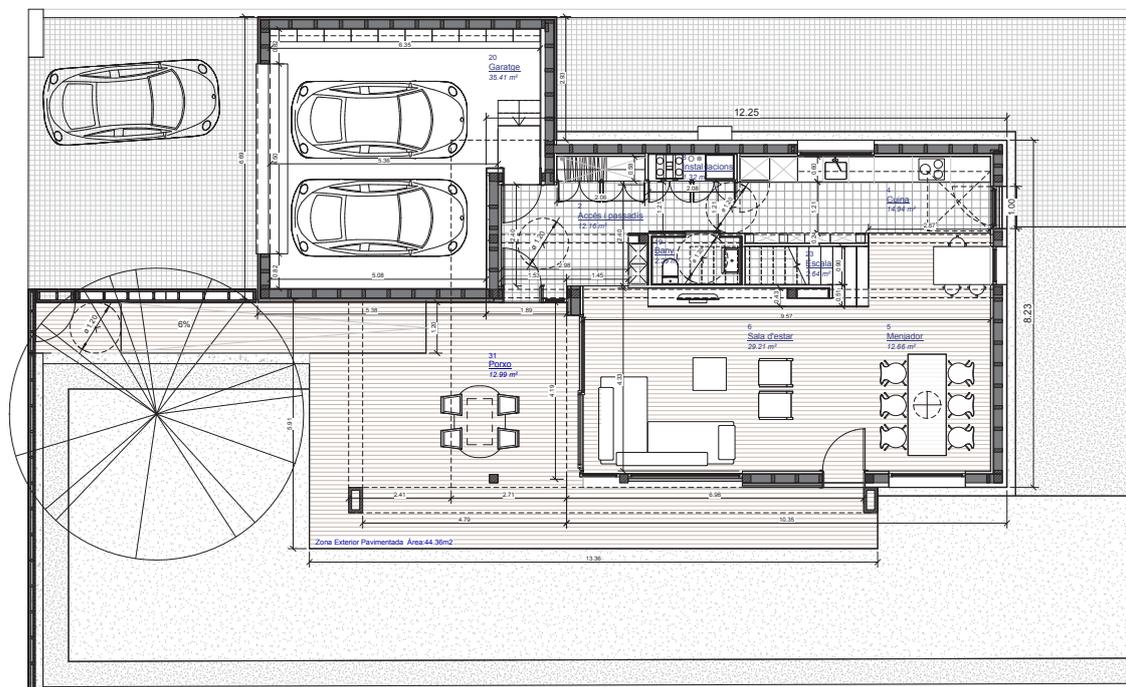


Figura 94. Planta baja. Fuente: Estudio aiRe, Xavier Tragant

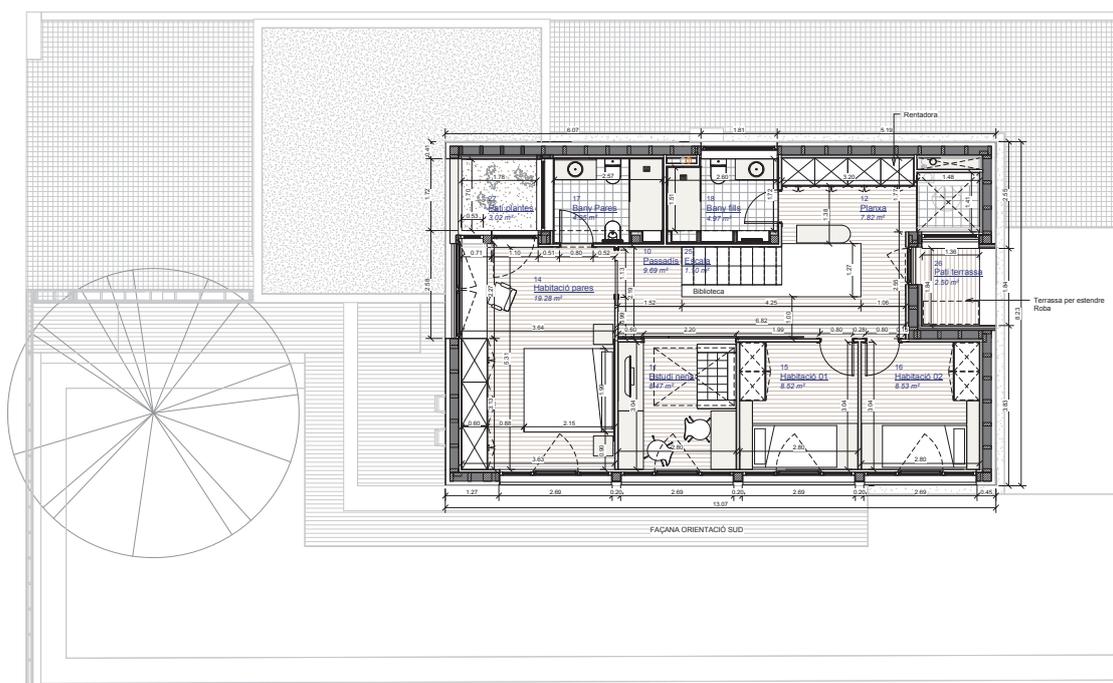


Figura 95. Planta primera. Fuente: Estudio aiRe, Xavier Tragant

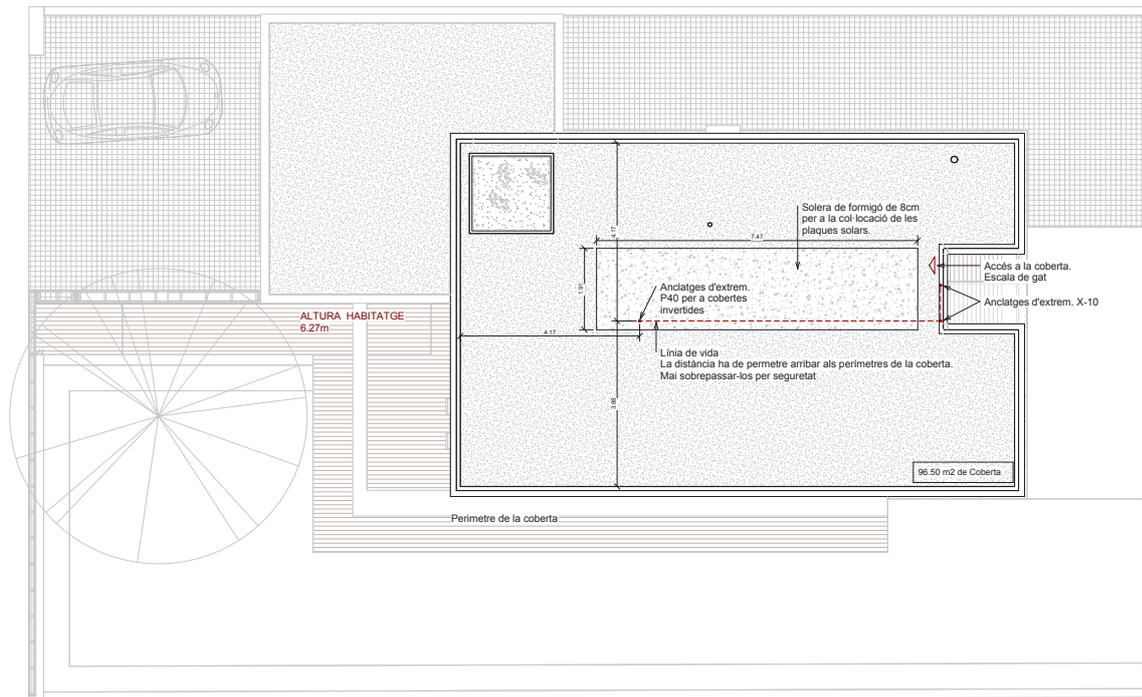


Figura 96. Planta cubierta. Fuente: Estudio aiRe, Xavier Tragant

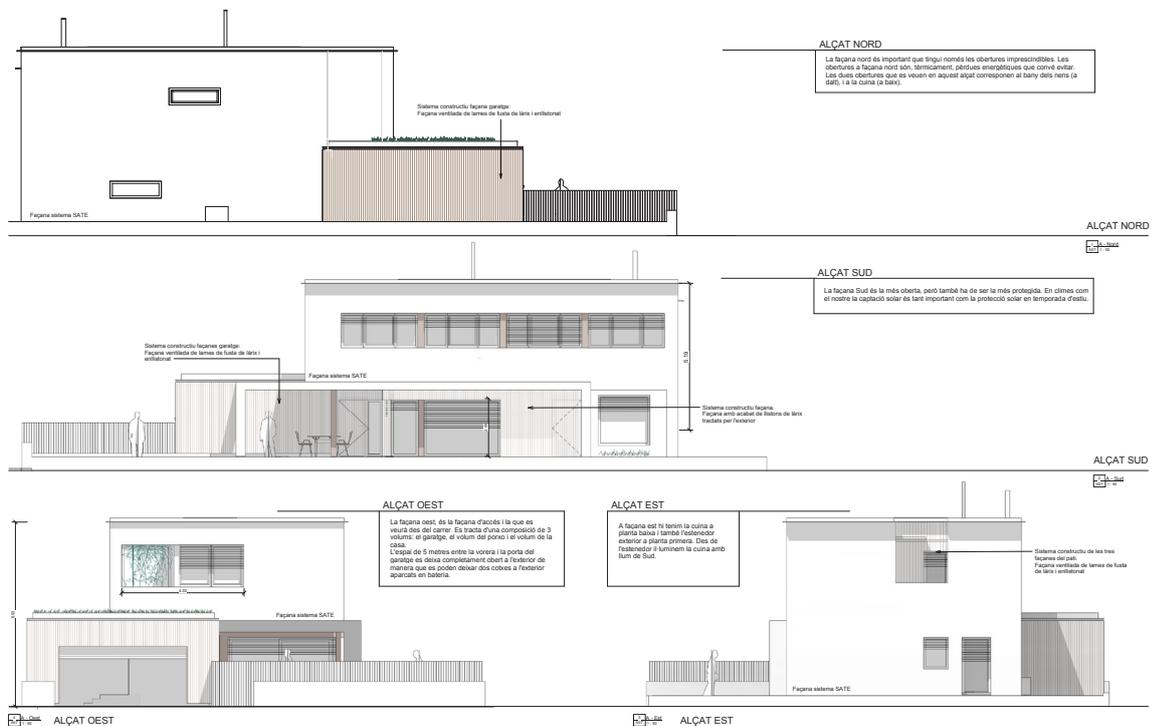


Figura 97. Alzados. Fuente: Estudio aiRe, Xavier Tragant

ESTUDIO Y COMPARATIVA DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES BAJO EL ESTÁNDAR PASSIVHAUS

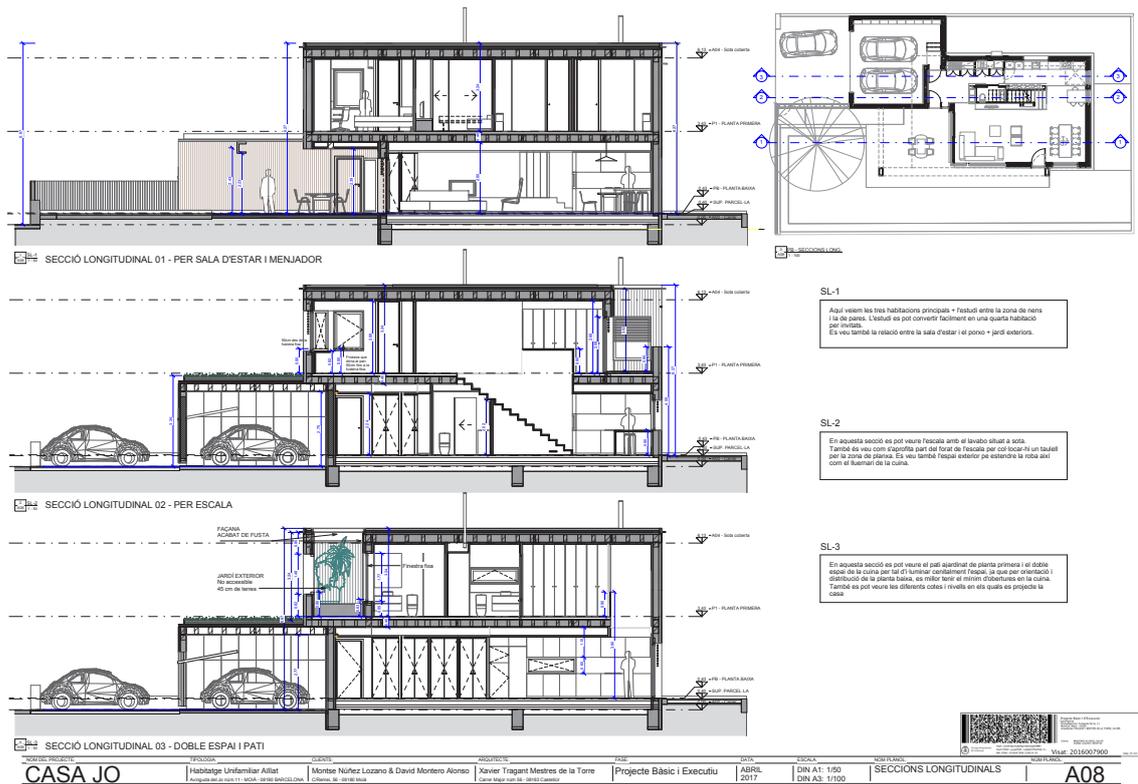


Figura 98. Secciones longitudinales. Fuente: Estudio aiRe, Xavier Tragant

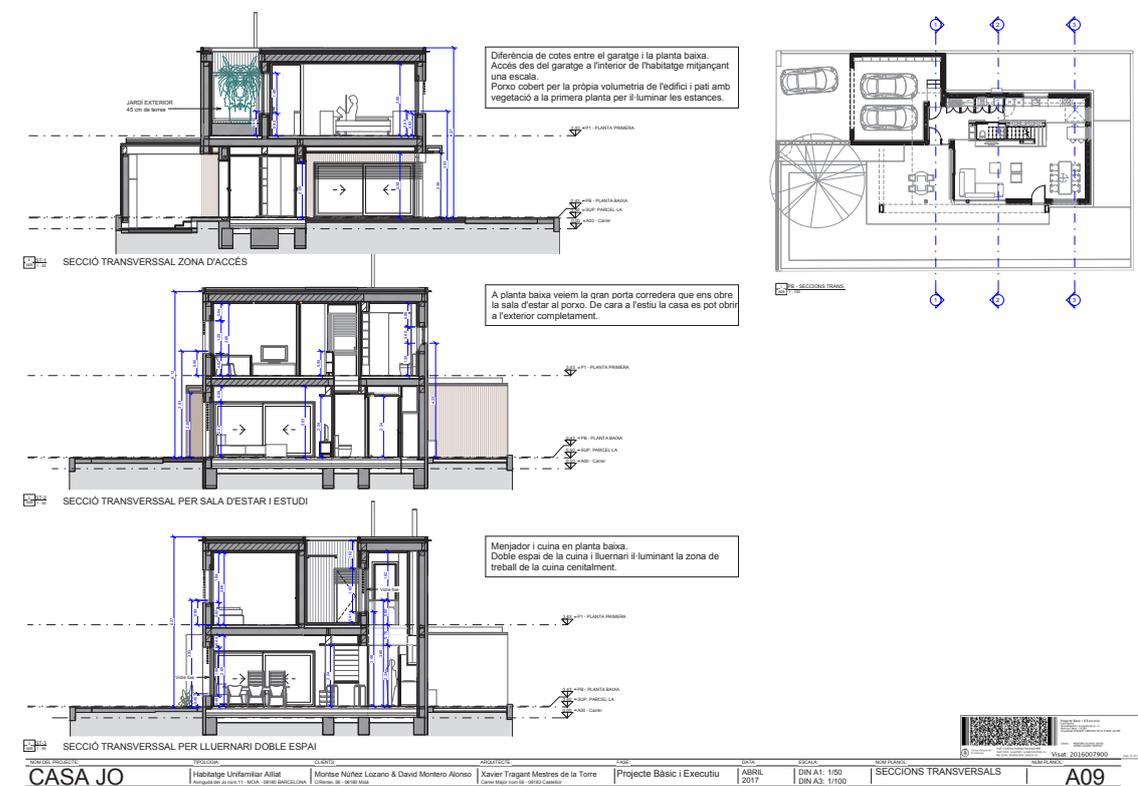
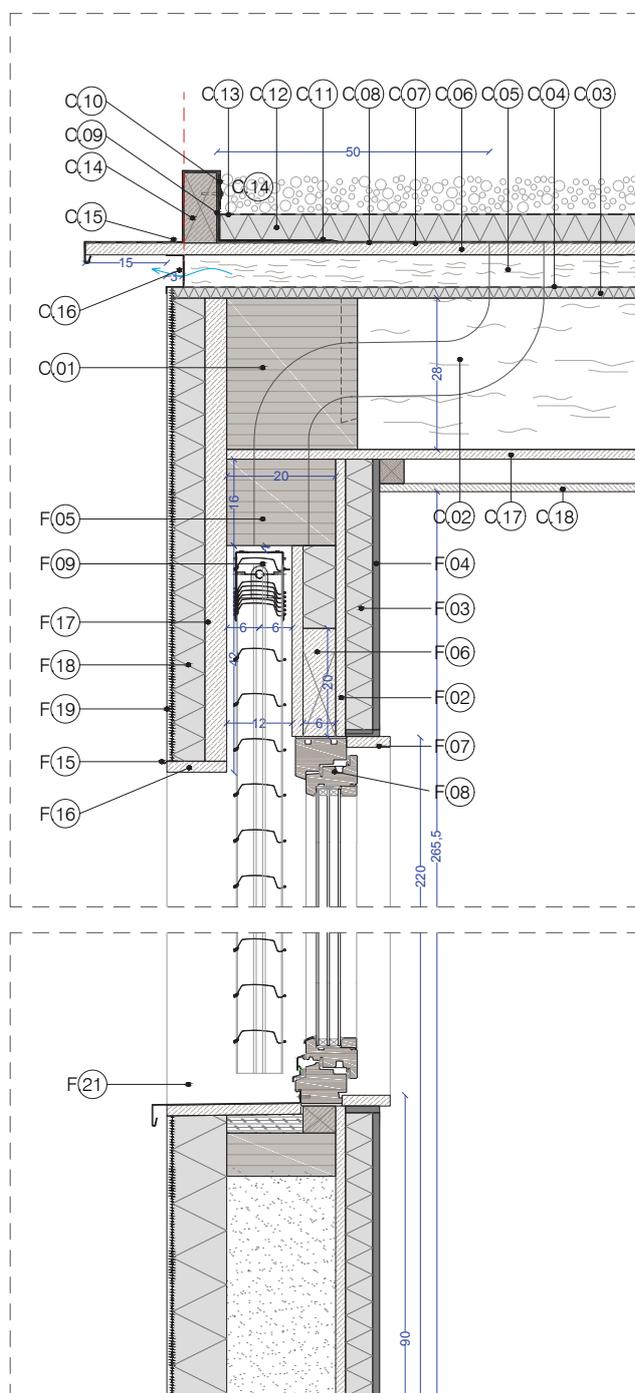


Figura 99. Secciones transversales. Fuente: Estudio aiRe, Xavier Tragant

DETALLES CONSTRUCTIVOS.



FAÇANA - F

- F01. Llistó base de fusta laminada. 200x80mm
- F02. OSB. Panell de virutes de fusta d'e:18mm
- F03. Llana de roca d'e:50mm λ : 0.034 W/mK
- F04. Placa de fermacell e:12.5mm. Acabat blanc
- F05. Biga de fusta d'avet laminada. Secció indicada
- F06. Dintell de fusta. Amplada 6cm i altura indicada
- F07. Tapajunts de fusta e: 20mm i 80 d'amplada
- F08. Marc de fusta la finestra amb goma expansiva i aïllament tèrmic incorporat al marc fixe i triple vidre 5 | 4 | 6mm amb cambres d'aire de 16mm
- F09. Caixa de persiana Model metalunic de Griesser. Amplada lliure mín. 12cm i altura indicada. Guia lateral per al desplaçament de la persiana.
- F10. Panell rigid virutes de fusta d'e: 40 mm
- F11. Pavatex/DHF e:20mm Panell de fibres de fusta
- F12. Membrana impermeable i transpirable Tybex
- F13. Cambra d'aire ventilada. Rastrells de fusta de pi tractat per l'exterior. Secció 38x38mm
- F14. Llistó de fusta de làrix tractat per l'exterior d'e:20mm amb reixa de polietilè
- F15. Xapa plegada com a remat i goteró
- F16. Tapajunts de fusta e: 20mm i 110 d'amplada
- F17. Panell rigid virutes de fusta d'e:40mm
- F18. Aïllament tèrmic diffutherm o similar d'e: 6cm
- F19. Sistema Sate. Reboc d'e:10 mm amb malla
- F20. Aïllament tèrmic diffutherm o similar d'e: 10cm
- F21. Goteró. Llistó de fusta de làrix e:12mm per a la pendent al goteró. Xapa d'alumini plegada e:0.6mm
- F22. Llana de roca d'e:60mm λ : 0.034 W/mK
- F23. Llistó de fusta de pi de 60x60mm
- F24. Cambra d'aire. Llistons de 50x50mm
- F25. Xapa perforada d'alumini
- F26. Jardineria lineal per a l'exterior de poliester. Marca Perfyplast. Model Mini de 20x20 cm(bxh)
- F27. Reomplert de cel·lulosa entre els muntants
- F28. Peça de suro. Trencament del pont tèrmic
- F29. Aïllament tèrmic de fibres de fusta. e:60mm
- F30. Mur de formigó de contenció de terres. Gruix de 25 mm
- F31. Fusta. Panell marí estratificat d'e:20mm tractat per a l'exterior
- F32. Llistons de 10x50mm
- F33. Guia lateral per a la persiana
- F34. Tarugo de fusta de làrix de 20x50mm

Figura 100. Detalle constructivo fachada sur. Fuente: Estudio aiRe, Xavier Tragent

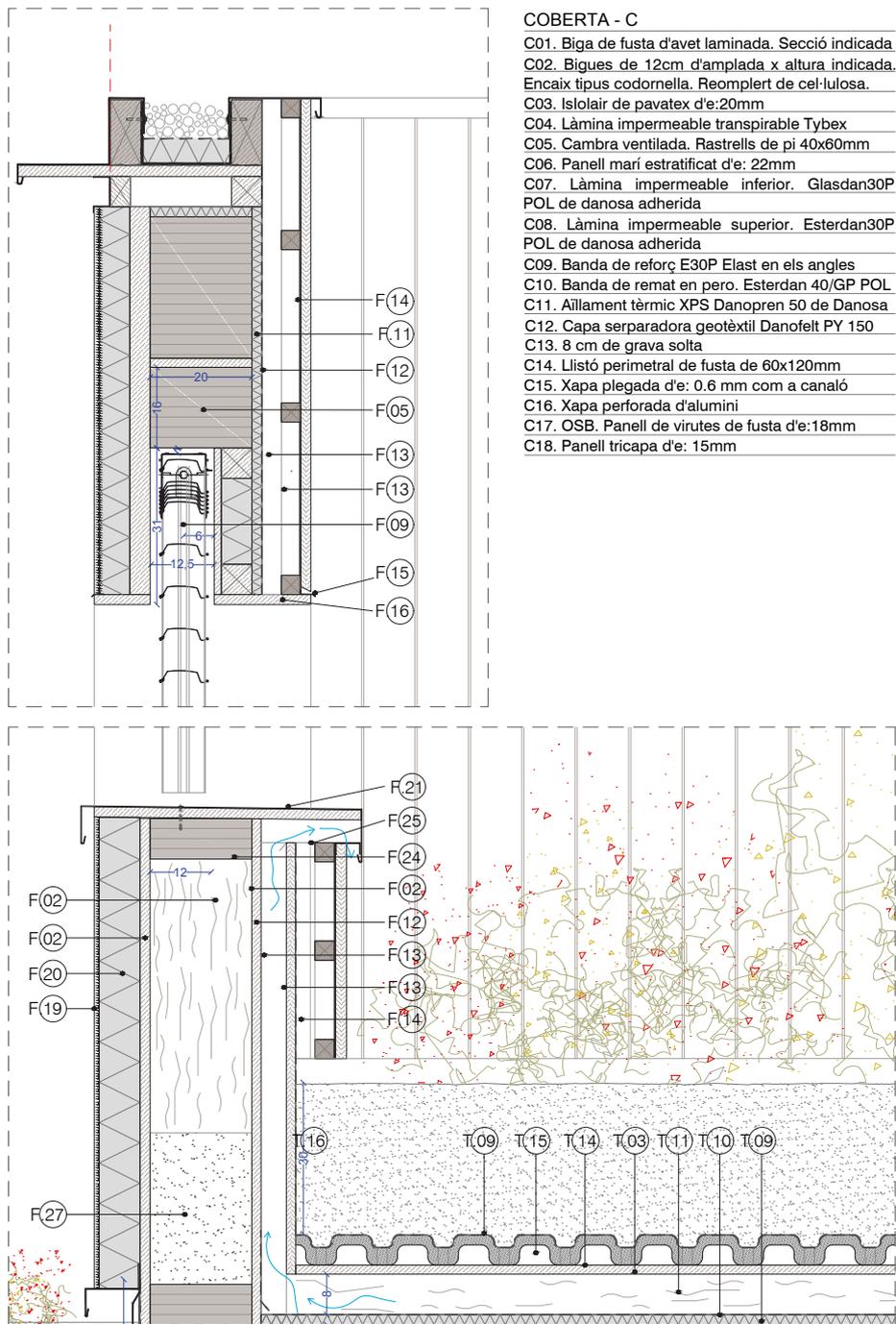
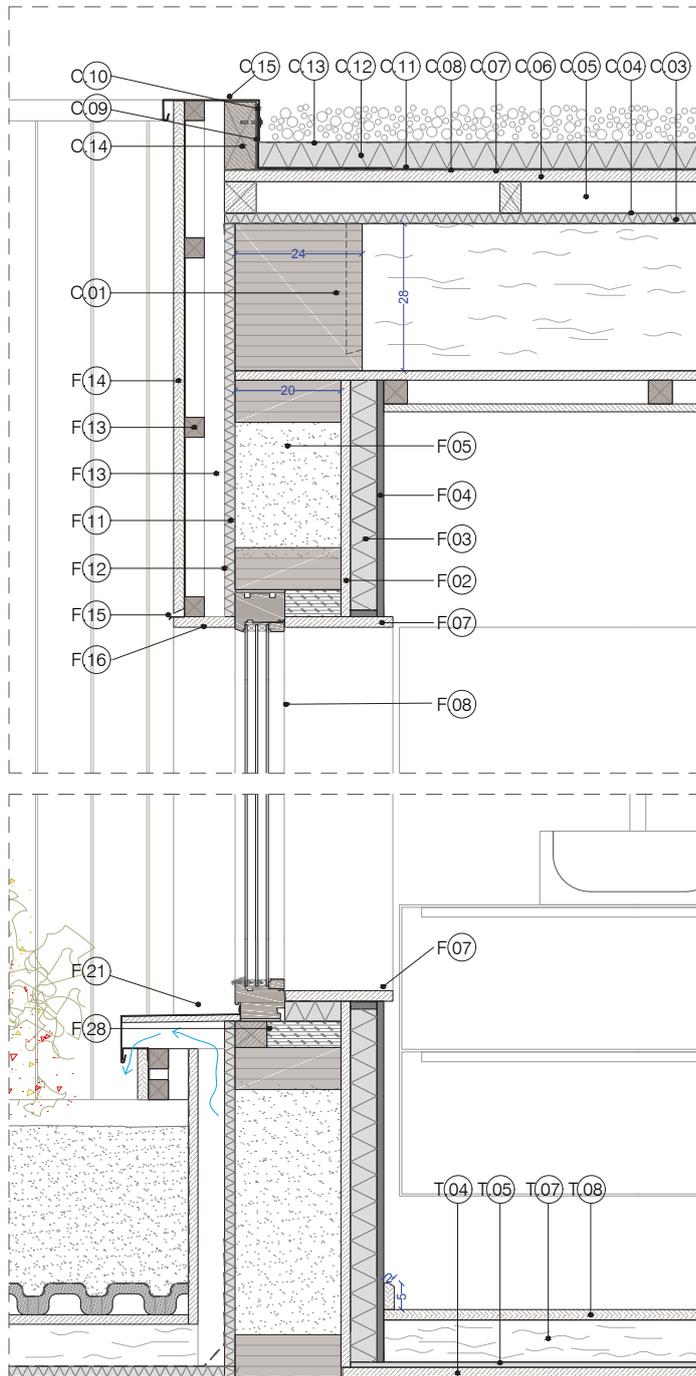


Figura 101. Detalle constructivo fachada oeste. Fuente: Estudio aiRe, Xavier Tragant



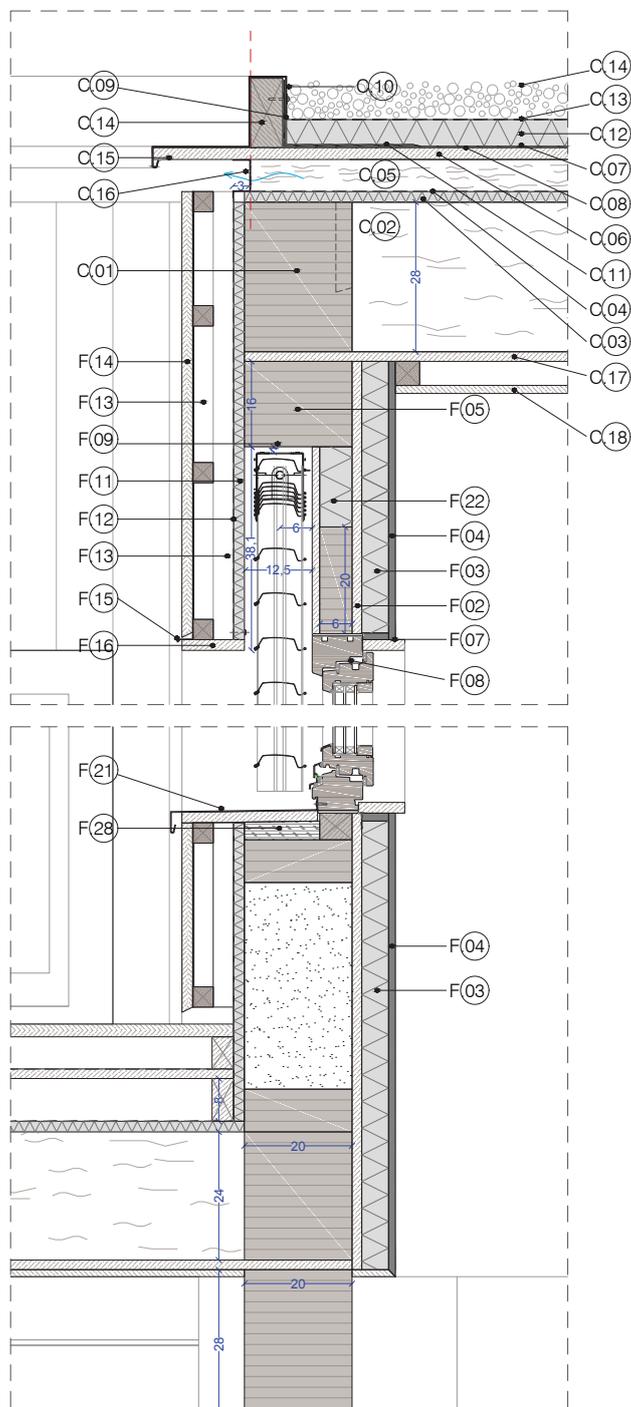
FAÇANA - F

- F01. Llistó base de fusta laminada. 200x80mm
- F02. OSB. Panell de virutes de fusta d'e:18mm
- F03. Llana de roca d'e:50mm λ : 0.034 W/mK
- F04. Placa de fermacell e:12.5mm. Acabat blanc
- F05. Biga de fusta d'avet laminada. Secció indicada
- F06. Dintell de fusta. Amplada 6cm i altura indicada
- F07. Tapajunts de fusta e: 20mm i 80 d'amplada
- F08. Marc de fusta la finestra amb goma expansiva i aïllament tèrmic incorporat al marc fixe i triple vidre 5 | 4 | 6mm amb cambres d'aire de 16mm
- F09. Caixa de persiana Model metalunic de Griesser. Amplada lliure mín. 12cm i altura indicada. Guia lateral per al desplaçament de la persiana.
- F10. Panell rigid virutes de fusta d'e: 40 mm
- F11. Pavatex/DHF e:20mm Panell de fibres de fusta
- F12. Membrana impermeable i transpirable Tybex
- F13. Cambra d'aire ventilada. Rastrells de fusta de pi tractat per l'exterior. Secció 38x38mm
- F14. Llistó de fusta de làrix tractat per l'exterior d'e:20mm amb reixa de poliètilè
- F15. Xapa plegada com a remat i goteró
- F16. Tapajunts de fusta e: 20mm i 110 d'amplada
- F17. Panell rigid virutes de fusta d'e:40mm
- F18. Aïllament tèrmic diffuserm o similar d'e: 6cm
- F19. Sistema Sate. Reboc d'e:10 mm amb malla
- F20. Aïllament tèrmic diffuserm o similar d'e: 10cm
- F21. Goteró. Llistó de fusta de làrix e:12mm per a la pendent al goteró. Xapa d'alumini plegada e:0.6mm
- F22. Llana de roca d'e:60mm λ : 0.034 W/mK
- F23. Llistó de fusta de pi de 60x60mm
- F24. Cambra d'aire. Llistons de 50x50mm
- F25. Xapa perforada d'alumini
- F26. Jardinera lineal per a l'exterior de poliester. Marca Perfyplast. Model Mini de 20x20 cm(bxh)
- F27. Reomplert de cel·lulosa entre els muntants
- F28. Peça de suro. Trencament del pont tèrmic

FORJAT - T

- T01. Jàssera de repartiment de fusta d'avet laminada. Secció indicada
- T02. Bigues de forjat pis de fusta d'avet laminada de secció 120x24 cm. Unió a la biga de 23x24 mitjançant encaix tipus codornella.
- T03. OSB. Panell de virutes de fusta d'e:18mm
- T04. Panell tricapa d'e: 13mm
- T05. Làmina fonoabsorbent d'e.10mmde suro
- T07. Rastrells de pi de 80x80mm amb llana de fusta
- T08. Parquet de fusta de roure secció 25x100mm
- T09. Aïllament tèrmic. Isolair de Pavatex d'e:20mm
- T10. Membrana transpirable Tybex
- T11. Cambra ventilada. Llistons de pi d'amplada 60 mm i altura variable per conformar la pendent.
- T12. Membrana impermeable. EPDM
- T13. Acabat final de la coberta. Llistons de làrix tractats per l'exterior d'e: 20mm
- T15. Manta protectora i netejant ISM 50 + Làmina antiarrels WSB 100PO
- T15. Drenatge ABS reciclat. Floradrain FD60, Zinco
- T16. Zinco terra de jardí
- T17. Xapa d'acer plegada

Figura 102. Detalle constructivo fachada oeste. Fuente: Estudio aiRe, Xavier Tragant



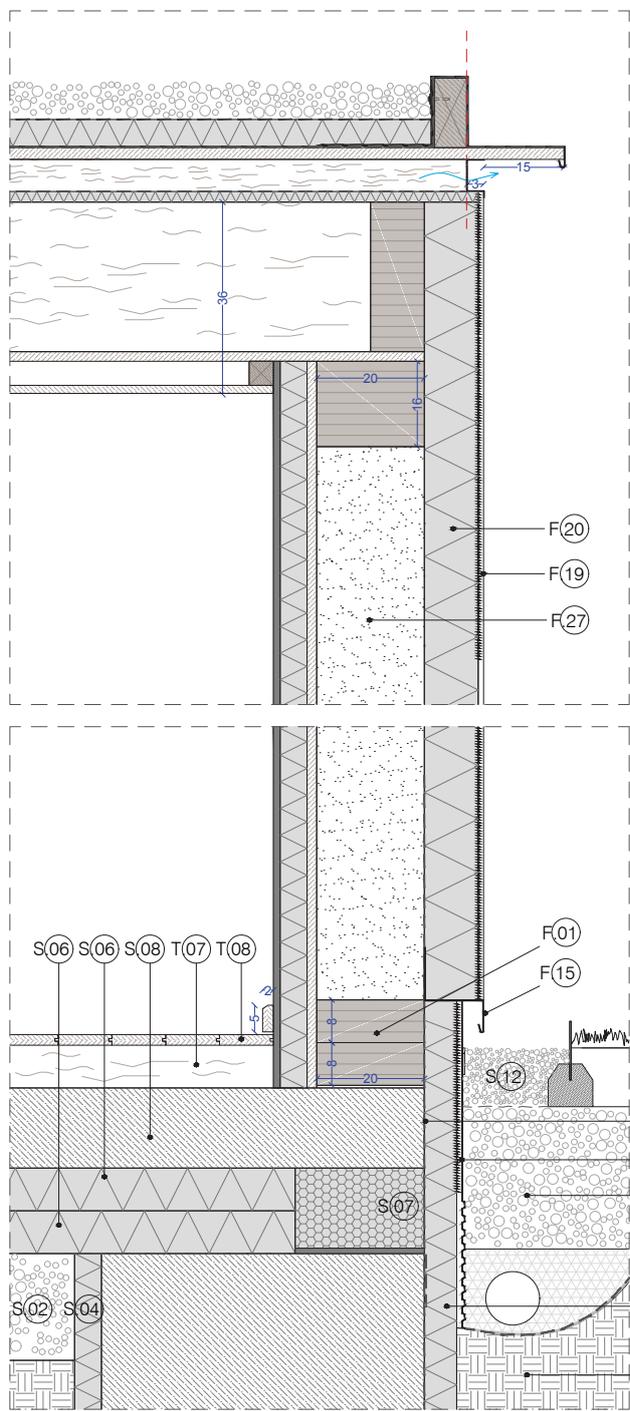
COBERTA - C

- C01. Biga de fusta d'avet laminada. Secció indicada
- C02. Bigues de 12cm d'amplada x altura indicada. Encaix tipus codornella. Reomplert de cel·lulosa.
- C03. Isolair de pavatex d'e:20mm
- C04. Làmina impermeable transpirable Tybex
- C05. Cambra ventilada. Rastrells de pi 40x60mm
- C06. Panell marí estratificat d'e: 22mm
- C07. Làmina impermeable inferior. Glasdan30P POL de danosa adherida
- C08. Làmina impermeable superior. Esterdan30P POL de danosa adherida
- C09. Banda de reforç E30P Elast en els angles
- C10. Banda de remat en pero. Esterdan 40/GP POL
- C11. Aïllament tèrmic XPS Danopren 50 de Danosa
- C12. Capa separadora geotèxtil Danofelt PY 150
- C13. 8 cm de grava solta
- C14. Llistó perimetral de fusta de 60x120mm
- C15. Xapa plegada d'e: 0.6 mm com a canaló
- C16. Xapa perforada d'alumini
- C17. OSB. Panell de virutes de fusta d'e:18mm
- C18. Panell tricapa d'e: 15mm

SOLERA - S

- S01. Terres compactades
- S02. Capa de graves e:20cm
- S03. Panell foamglass floor board t4+ o similar. e:40mm i dimensions 1200x600mm
- S04. Aïllament tèrmic rodejant la sabata de formigó. XPS - Polièstirè d'alta densitat
- S05. Sabata de formigó dimensions a definir
- S06. Aïllament tèrmic d'XPS d'e: 80 mm
- S07. Aïllament de vidre cel·lular. Bloc de Foamglass perinsul. Dimensions 115 de gruix i 240x450mm
- S08. Solera de formigó d'e: 15cm
- S09. Aïllament tèrmic en una cara de la sabata de formigó. XPS - Polièstirè d'alta densitat - d'e: 60mm
- S10. Morter cola, malla i panell de sòcol preparat per estar en contacte amb l'humitat del terreny.
- S11. Capa de graves i tub perimetral de drenatge i recollida d'aigües pluvials. Làmina drenant nodular de polietilè amb geotèxtil aderit interior/exterior.
- S12. Capa de graves drenant. Granulometria mitjana
- S13. Làmina impermeable d'EPDM

Figura 103. Detalle constructivo fachada norte. Fuente: Estudio aiRe, Xavier Tragant



FAÇANA - F

- F01. Llistó base de fusta laminada. 200x80mm
- F02. OSB. Panell de virutes de fusta d'e:18mm
- F03. Llana de roca d'e:50mm λ : 0.034 W/mK
- F04. Placa de fermacell e:12.5mm. Acabat blanc
- F05. Biga de fusta d'abet laminada. Secció indicada
- F06. Dintell de fusta. Amplada 6cm i altura indicada
- F07. Tapajunts de fusta e: 20mm i 80 d'amplada
- F08. Marc de fusta la finestra amb goma expansiva i aïllament tèrmic incorporat al marc fixe i triple vidre 5|4|6mm amb cambres d'aire de 16mm
- F09. Caixa de persiana Model metalunic de Griesser. Amplada lliure mín. 12cm i altura indicada. Guia lateral per al desplaçament de la persiana.
- F10. Panell rigid virutes de fusta d'e: 40 mm
- F11. Pavatex/DHF e:20mm Panell de fibres de fusta
- F12. Membrana impermeable i transpirable Tybex
- F13. Cambra d'aire ventilada. Rastrells de fusta de pi tractat per l'exterior. Secció 38x38mm
- F14. Llistó de fusta de làrix tractat per l'exterior d'e:20mm amb reixa de polietilè
- F15. Xapa plegada com a remat i goteró
- F16. Tapajunts de fusta e: 20mm i 110 d'amplada
- F17. Panell rigid virutes de fusta d'e:40mm
- F18. Aïllament tèrmic diffutherm o similar d'e: 6cm
- F19. Sistema Sate. Reboc d'e:10 mm amb malla
- F20. Aïllament tèrmic diffutherm o similar d'e: 10cm
- F21. Goteró. Llistó de fusta de làrix e:12mm per a la pendent al goteró. Xapa d'alumini plegada e:0.6mm
- F22. Llana de roca d'e:60mm λ : 0.034 W/mK
- F23. Llistó de fusta de pi de 60x60mm
- F24. Cambra d'aire. Llistons de 50x50mm
- F25. Xapa perforada d'alumini
- F26. Jardineria lineal per a l'exterior de poliester. Marca Perfyplast. Model Mini de 20x20 cm(bxh)
- F27. Reomplert de cel·lulosa entre els muntants
- F28. Peça de suro. Trencament del pont tèrmic

FORJAT - T

- T01. Jàssera de repartiment de fusta d'abet laminada. Secció indicada
- T02. Bigues de forjat pis de fusta d'abet laminada de secció 120x24 cm. Unió a la biga de 23x24 mitjançant encaix tipus codornella.
- T03. OSB. Panell de virutes de fusta d'e:18mm
- T04. Panell tricapa d'e: 13mm
- T05. Làmina fonoabsorvent d'e.10mmde suro
- T07. Rastrells de pi de 80x80mm amb llana de fusta
- T08. Parquet de fusta de roure secció 25x100mm
- T09. Aïllament tèrmic. Isolair de Pavatex d'e:20mm
- T10. Membrana transpirable Tybex
- T11. Cambra ventilada. Llistons de pi d'amplada 60 mm i altura variable per conformar la pendent.
- T12. Membrana impermeable. EPDM
- T13. Acabat final de la coberta. Llistons de làrix tractats per l'exterior d'e: 20mm
- T15. Manta protectora i netejant ISM 50 + Làmina antiarrels WSB 100PO
- T15. Drenatge ABS reciclat. Floradrain FD60, Zinco
- T16. Zinco terra de jardí
- T17. Xapa d'acer plegada

Figura 104. Detalle constructivo fachada norte. Fuente: Estudio aiRe, Xavier Tragant

DEMANDA DE CALEFACCIÓN

12,2kWh/(m2a) < 15kWh/(m2a)

DEMANDA DE ENERGÍA PRIMARIA

108kWh/(m2a) < 120kWh/(m2a)

ESTANQUEIDAD

0,6 l/h < 0,6 l/h

Todos los valores en cuanto a demanda de calefacción y de energía primaria, y estanqueidad quedan por debajo de los máximos establecidos, por lo tanto la vivienda recibe la certificación Passivhaus.

Tipo de construcción: estructura de entramados de madera con tableros estructurales tipo OSB4 nature.

Materiales: revoco de cal en la fachada, estructura con entramado de madera ligero, con un sistema de capas y membranas que garantizan su la estanqueidad.

Energías renovables: no se instala ningún tipo de energía solar térmica, ya que se justifican las emisiones de CO2 anual menores con el sistema de bomba de calor aerotermica que con paneles solares.

Calefacción: calefacción por medio de una estufa de pellets y un equipo de aerotermia para la calefacción, refrigeración y producción de agua caliente sanitaria, se incluyen radiadores-toalleros como apoyo en los baños.

Ventilación: sistema Zendher ComfoAir Q.

Sombreamiento: se soluciona mediante persianas, además, en planta baja se le suma la creación de un porche subierto que permite el sombreamiento del gran acristalamiento del salón en los meses más calurosos.

Otros:

HOJA COMPARATIVA

ENTREENCINAS

DATOS GENERALES	
Arquitecto	Duque y Zamora
Año construcción	2012
Tipología	Vivienda unifamiliar
Situación	Villanueva de Pría, Llanes
Altitud (m)	38
Superficie útil (m ²)	146,78
Dormitorios	3
Baños	3
CLIMA	
Tipo de clima	Oceánico/ Atlántico
Zona climática	C1
ESTRUCTURA	
Cimentación	Losa de hormigón
Estructura portante	Paneles madera contralaminada
Estructura horizontal	Paneles madera contralaminada
MATERIALES	
Tabiquería	PYL/ estructura madera
Carpinterías interiores	Madera
Revestimientos interiores	Panel fibra de yeso
Revestimientos exteriores	Piedra caliza/ madera termotratada/ mortero silicato de cal
Pavimentos	Porcelánico antideslizante/ bambú
Falsos techos	Panel fibra de yeso
VALOR-U (W/(m ² K))	
Valor-U muro exterior	0,213
Valor-U forjado contacto terreno	0,274
Valor-U forjado	0,246
Valor-U cubierta	0,172
SUPERFICIES (m ²)	
Muro exterior	157,86
Suelo contacto terreno	107,11
Cubierta	101,9
VENTANAS	
Marco	Madera
Acristalamiento	Guardian Clima Guard Premium 3+3-16- Bajo Emisivo 4+4 argón 90%
Superficie acristalada (m ²)	51,14
Sistema sombreado	
VENTILACIÓN	
Renovación de aire media (m ³ /h)	123
Aparato de ventilación	Zehnder Comfoair 350 VMC
Valor efectivo de recuperación de calor (%)	75,4
CALEFACCIÓN	
Demanda de calefacción mensual (kWh/(m ² a))	12
Carga de calefacción (W/m ²)	10,7
Sistema calefacción	Radiadores
REFRIGERACIÓN	
Demanda de refrigeración (kWh/(m ² a))	2
Aparato de refrigeración	A través del aire de impulsión/ en circulación
Carga de refrigeración (W/m ²)	4,3
ACS	
Demanda total específica del sistema (kWh/(m ² a))	41,4
DEMANDA DE ELECTRICIDAD	
Demanda de electricidad (kWh/(m ² a))	15,5
INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA	
	Si
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	
	Si
DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/(m ² a))	
Demanda de calefacción	12
DEMANDA DE ENERGÍA PRIMARIA (kWh/(m ² a))	
Demanda de energía primaria	102
ESTANQUEIDAD (1/h)	
Estanqueidad	0,4

EL PERAL	CASA MODA
López Merino	Xavier Tragant
2019	2017
Vivienda unifamiliar	Vivienda unifamiliar
Valladolid	Moià, Barcelona
686	702
144,19	196
3	3
3	3
Continental	Mediterraneo
D2	E1
Losa de hormigón armado	Solera de hormigón sobre zapatas corridas
Pórtico de hormigón armado	Entramado ligero de madera OSB4 Nature
Vigueta semirresistente pretensada, bovedilla de hormigón armado	Tablero estructural de madera OSB4 Nature
PYL/ estructura aluminio	Fermacell/ estructura madera
Madera lacada	DM lacado
Cartón yeso pintado/ gres cerámico	Fermacell pintado/ hidrófugo/ cerámico
Cerámico/ estuco flexible	Mortero fratasado/ entramado madera ligero
Gres porcelánico antidelizante/ madera laminada	Tarima de madera natural/ gres porcelánico
PYL	PYL
0,137	0,151
0,291	0,137
0,304	
0,107	0.099
173,81	219,62
80,93	90,74
86,23	116,39
Aluminio	Madera
SGG Planitherm Ultra N (4:/18/4/18/:4 Ar 90%)	Farhaus MF 94+Super spacer Tri-seal
22,16	57,32
Celosías aluminio correderas/ lamas orientables	Persianas
117	123
Zehnder ComfoAir Q350 HRV	Zehnder ComfoAir Q
82,2	80,6
5	12
6,4	16,8
Suelo radiante	Aeroterminia/ Estufa pellets/ Radiadores
6	5
A través del aire de impulsión/ en circulación	A través del aire de impulsión/ en circulación
13,9	5,6
28,2	40,1
36,5	21,9
No	No
No	No
13	12,2
75	108
0,3	0,6

CONCLUSIONES

El presente documento ha permitido realizar una primera toma de contacto con el trabajo de investigación en lo relativo a la eficiencia energética de los edificios y las diferentes estrategias pasivas de diseño existentes, consiguiendo ampliar los conocimientos conseguidos a lo largo de la carrera en lo que se refiere al estudio de acondicionamiento e instalaciones en edificios, centrándose en la certificación energética de la vivienda unifamiliar mediante la herramienta oficial del estándar Passivhaus.

Mediante los estudios realizados a las viviendas podemos observar como el estándar Passivhaus es una opción viable en España, pudiendo ser utilizado en cualquiera de los climas predominantes del país, aunque este, en principio, fuera creado teniendo en cuenta los climas de la Europa central. La poca energía suplementaria que requieren este tipo de edificios se puede cubrir con facilidad a partir de energías renovables, convirtiéndose en una construcción factible en cuanto a consumo energético y económico, dado que el mayor coste que puede suponer la vivienda se amortiza a medio plazo, debido al ahorro de energía que supone el hermetismo de la vivienda, que asegura el menor consumo para climatizarla, logrando mantener en su interior una temperatura constante, además de un confort acústico y de calidad del aire.

En España, el estándar Passivhaus, comenzó localizándose solamente en las grandes ciudades como Madrid y Barcelona, tratando pequeñas construcciones, como lo son las viviendas unifamiliares. Hoy en día, cada vez son más los arquitectos que construyen edificios pasivos, más eficientes y con menor consumo, independientemente de la ubicación y tamaño de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

-El khouli, Sebastian; John, Viola; Zeumer, Martin (2015): *Sustainable Construction Techniques*, Munich: Detail Green Books

-Hegger, Manfred; Fafflok, Caroline; Hegger, Johannes; Passig, Isabell (2016): *Aktiv Haus*, Austria: Birkhäuser

-D.K. Ching, Francis; M.Shapiro, Ian (2014): *Arquitectura ecológica, un manual ilustrado*, Barcelona: Gustavo Gili

-De Garrido, Luis (2017): *Manual de Arquitectura Ecológica Avanzada*, Buenos Aires: Diseño

-Guzowski, Mary (2010): *Energía Cero*, Barcelona, Blume

-Wassouf, Micheel (2014): *De la Casa Pasiva al Estándar Passivhaus*, Barcelona, Gustavo Gili

-Granados Menéndez, Helena (2006): *Principios y estrategias del diseño bioclimático en la arquitectura y el urbanismo. Eficiencia energética*, Madrid: Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España

-Neila gonzález, F. Javier (2004): *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*, Madrid: Munilla-Lería

-Gonzalo, Roberto; Vallentin, Rainer (2014): *Passive House Design*, Munich: Detail Green Books

P Á G I N A S

W E B

-Energie-Haus Arquitectos S.P.L, *Historía de la arquitectura pasiva*: <http://www.energiehaus.es/passivhaus/historia-la-arquitectura-pasiva/>

-*The world's first Passive House, Darmstadt-Kranichstein, Germany*,: https://passipedia.org/examples/residential_buildings/multi-family_buildings/central_europe/the_world_s_first_passive_house_darmstadt-kranichstein_germany

-Código Técnico de la Edificación, *DA DB-HE / 1, Zonificación climática en función de la radiación solar global media diaria anual*: http://www.apici.es/wp-download/legislacion/CTE/CTE%20Parte%202%20DB%20HE-DA%201%20Zonas-climaticas-solar_v01.pdf

-ECOFYS Germany GmbH, *Towards nearly zeroenergy buildings. Definition of common principles under the EPBD*: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/nzeb_full_report.pdf

-Ministerio de Fomento, *Plan Nacional destinado a aumentar el número de edificios de Consumo de Energía Casi Nulo en España*: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/spain_es_version.pdf

-IDAE, Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía, *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)*: <https://www.idae.es/tecnologias/eficiencia-energetica/edificacion/reglamento-de-instalaciones-termicas-de-los-edificios>

-Código Técnico de la Edificación, web: <http://cte-web.iccl.es/>

-Plataforma de Edificación Passivhaus, *Casa EntreEncinas*: <http://www.plataforma-pep.org/estandar/ejemplos-ph/3>

-Passivhaus Chile, *Casa Entreencinas*: http://passivhaus-chile.cl/#Casa_EntreEncinas

-Construcción "1, España, *Casa Pasiva Entreencinas*:
<https://www.construction21.org/espana/case-studies/es/casa-pasiva-entreencinas.html>

-Passivhaus-Datenbank, *Casa Entreencinas*: https://passivehouse-database.org/index.php#d_2413

-Atlas Nacional de España, *Clima*: <http://atlasnacional.ign.es/wane/Clima>

-Estudio Duque y Zamora: <http://estudioduqueyzamora.com/>

-Blog Casa Entreencinas: <http://casaentreencinas.blogspot.com/>

-EUR-Lex, *Eficiencia energética de los edificios*: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=LEGISSUM%3Aen0021>

-El Peral Passivhaus: <https://passivhaus.peral.info/>

-Los Jardines de El Peral: <https://losjardines.peral.info/>

-Plataforma de Edificación Passivhaus, *El Peral Passivhaus Classic*: <http://www.plataforma-pep.org/estandar/ejemplos-ph/83>

-Plataforma de Edificación Passivhaus, *Casa MODA*: <http://www.plataforma-pep.org/estandar/ejemplos-ph/100>

-Estudio aiRe, Xavier Tragant: <http://projecteaire.com/>

ANEXO. PHPP
VIVIENDA ENTREENCINAS

Passive House verification



Building:	Casa Entreencinas		
Street:	Parcela nº2, El Bosque		
Postcode/City:	Villanueva de Pría, Llanes, Asturias		
Country:	Spain		
Building Type:	Detached family house		
Climate:	Llanes (closest Meteostation) : Meteonorm		
Home Owner(s) / Client(s):	EntreEncinas Promociones Bioclimáticas SLU		
Street:	Avenida de la Argentina 132		
Postcode/City:	E-33213 / Gijón (Asturias)		
Architect:	DUQUEYZAMORA arquitectos		
Street:	C/ La Muralla nº9 - 3ªplanta, oficina 1		
Postcode/City:	33401 - Avilés (Asturias)		
Mechanical System:			
Street:			
Postcode/City:			
Year of Construction:	2012	Interior Temperature:	20,0 °C
Number of Dwelling Units:	1	Internal Heat Gains:	2,1 W/m²
Enclosed Volume V ₀ :	384,0		
Number of Occupants:	3,9		

Specific building demands with reference to the treated floor area		use: Monthly method	
	Treated floor area	Requirements	Fulfilled?*
Space heating	Annual heating demand	15 kWh/(m²a)	yes
	Heating load	10 W/m²	-
Space cooling	Overall specific space cooling demand	-	-
	Cooling load	-	-
	Frequency of overheating (> 25 °C)	-	-
Primary Energy	space heating and cooling, dehumidification, DHW, auxiliary household electricity.	120 kWh/(m²a)	yes
	DHW, space heating and auxiliary electricity	-	-
	Specific primary energy reduction through solar electricity	-	-
Airtightness	Pressurization test result n ₅₀	0,6 1/h	yes

EnerPHit (retrofit): according to component quality			
Building envelope average U-Values	Exterior insulation to ambient air	0,21 W/(m²K)	-
	Exterior insulation underground	0,24 W/(m²K)	-
	Interior insulation to ambient air	W/(m²K)	-
	Interior insulation underground	W/(m²K)	-
	Thermal bridges ΔU	-0,01 W/(m²K)	-
	Windows	1,28 W/(m²K)	-
Ventilation System	External doors	0,76 W/(m²K)	-
	Effective heat recovery efficiency	75 %	-

* empty field: data missing; '-': no requirement

Passive House?

yes

We confirm that the values given herein have been determined following the PHPP methodology and based on the characteristic values of the building. The PHPP calculations are attached to this application.

Name: Micheel
Surname: Wassouf
Company: Energiehaus scp.

Registration number PHPP: PHIDE_240712_24151771_en7
Issued on: Calculation 30.01.2013
Signature:

Passive House verification CLIMATE DATA

Standard/Regional Climate: Select here:

Select region here:

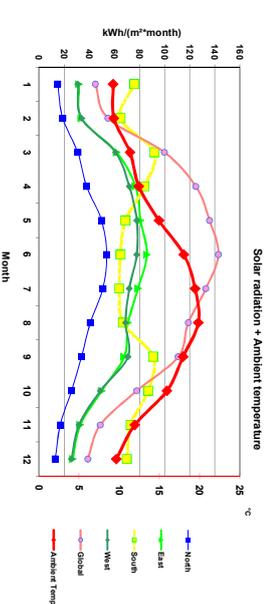
Select regional climate here:

Building:
 Use Regional Data? **Clear Enticements**
 Climate Building:
 Chosen Method for Heating Demand:
 Monthly Data:
 Annual Data:
 Use Annual Climate Data Set:
 Results:
 Annual Heating Demand:
 Heating Load:

Yes (Closest Meteorology) : Meteorism
 Monthly method
 Lines (Closest Meteorology) : Meteorism
 No
 11.6 (kWh/(m²a))
 10.7 (kWh/(m²a))

Transfer to Annual Method

Orientation	Value	Unit
H _t	142	da
G	37	kWh/(m²a)
North	67	kWh/(m²a)
East	171	kWh/(m²a)
South	321	kWh/(m²a)
West	168	kWh/(m²a)
Horizontal	264	kWh/(m²a)



Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Date	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Latitude	9.2	9.3	11.3	12.4	14.9	18.0	19.4	19.8	17.9	15.9	11.9	9.6
Longitude - East	4.8	4.8	11.3	12.4	14.9	18.0	19.4	19.8	17.9	15.9	11.9	9.6
Altitude m	4.8	4.8	11.3	12.4	14.9	18.0	19.4	19.8	17.9	15.9	11.9	9.6
Depth m	3.82	3.82	10.0	12.5	13.8	14.5	14.3	11.9	11.1	10.0	7.8	6.6
Shift of Average Temp	1.9	1.9	0.8	2.3	5.7	11.1	11.4	11.8	8.8	6.6	2.9	0.1
Ground Temp	15.2	14.8	14.9	15.4	16.1	18.2	18.9	19.3	19.2	18.8	16.7	14.8
Temperature:												
Phase Shift/Months	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Damping	-1.05	-1.05	34	64	69	65	64	67	91	49	32	26
Global	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
North	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
East	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
South	76	65	92	64	69	65	64	67	91	49	32	26
West	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
Global	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
North	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
East	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
South	76	65	92	64	69	65	64	67	91	49	32	26
West	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
Global	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
North	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
East	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
South	76	65	92	64	69	65	64	67	91	49	32	26
West	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
Global	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
North	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
East	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
South	76	65	92	64	69	65	64	67	91	49	32	26
West	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
Global	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
North	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
East	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
South	76	65	92	64	69	65	64	67	91	49	32	26
West	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
Global	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
North	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
East	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
South	76	65	92	64	69	65	64	67	91	49	32	26
West	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
Global	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
North	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
East	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
South	76	65	92	64	69	65	64	67	91	49	32	26
West	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
Global	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
North	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
East	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
South	76	65	92	64	69	65	64	67	91	49	32	26
West	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
Global	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
North	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
East	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
South	76	65	92	64	69	65	64	67	91	49	32	26
West	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
Global	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
North	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
East	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
South	76	65	92	64	69	65	64	67	91	49	32	26
West	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
Global	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
North	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
East	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
South	76	65	92	64	69	65	64	67	91	49	32	26
West	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
Global	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
North	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
East	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
South	76	65	92	64	69	65	64	67	91	49	32	26
West	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
Global	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
North	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
East	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
South	76	65	92	64	69	65	64	67	91	49	32	26
West	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
Global	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
North	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
East	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
South	76	65	92	64	69	65	64	67	91	49	32	26
West	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
Global	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
North	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
East	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
South	76	65	92	64	69	65	64	67	91	49	32	26
West	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
Global	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
North	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
East	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
South	76	65	92	64	69	65	64	67	91	49	32	26
West	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
Global	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
North	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
East	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
South	76	65	92	64	69	65	64	67	91	49	32	26
West	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
Global	45	55	100	125	138	145	143	119	111	78	49	31
North	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
East	41	43	81	95	103	107	107	91	81	57	32	21
South	76	65	92	64	69	65	64	67	91	49	32	26

U-VALUES OF BUILDING ELEMENTS

Building: Casa Entrecincinas

Wedge shaped building element layers and still air spaces -> Secondary calculation to the right

Assembly No. Building assembly description						Interior insulation?
1	Pared exterior madera/piedra/revoque - fachada ventilada (highly ventilated facade)					
		Heat transfer resistance [m ² K/W]		interior R _{si} : 0,13		
				exterior R _{se} : 0,13		
Area section 1	λ [W/(m·K)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(m·K)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(m·K)]	Thickness [mm]
1. Panel de fibra de celulosa y yeso.	0,000	no computa a nivel térmico				0
2. Cámara de aire	0,000	no computa a nivel térmico				0
3. Panel de madera KLH	0,130					94
4. Lámina reguladora del vapor sd=2,3 DaConnect	0,000	no computa a nivel térmico				0
5. 1°capa Aislamiento con paneles de corcho negro	0,040					80
6. 2°capa Aislamiento con paneles de corcho negro	0,040	Rastreles de madera	0,130			80
7. Lámina Solitex WA fachadas sd=0,01	0,000	no computa a nivel térmico				0
8.						
		Percentage of Sec. 2	Percentage of Sec. 3			Total
		10,8%				25,4 cm
				U-Value: 0,213		W/(m ² K)

Assembly No. Building assembly description						Interior insulation?
2	Cubierta inclinada - cubierta ventilada (highly ventilated roof)					
		Heat transfer resistance [m ² K/W]		interior R _{si} : 0,10		
				exterior R _{se} : 0,10		
Area section 1	λ [W/(m·K)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(m·K)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(m·K)]	Thickness [mm]
1. Panel de madera KLH	0,130					182
2. Lámina reguladora del vapor sd=2,3 DaConnect	0,000	no computa a nivel térmico				0
3. 1°capa Aislamiento con paneles de corcho negro	0,040					80
4. 2°capa Aislamiento con paneles de corcho negro	0,040	Rastreles de madera	0,130			80
5. GUTEX Multiplex-top	0,044					22
6. Lámina Solitex WA fachadas sd=0,01	0,000	no computa a nivel térmico				0
7. Teja cerámica sobre rastreles de madera	0,000	no computa a nivel térmico				0
8.						
		Percentage of Sec. 2	Percentage of Sec. 3			Total
		10,8%				36,4 cm
				U-Value: 0,172		W/(m ² K)

Assembly No. Building assembly description						Interior insulation?
3	Cimentación					
		Heat transfer resistance [m ² K/W]		interior R _{si} : 0,17		
				exterior R _{se} : 0,00		
Area section 1	λ [W/(m·K)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(m·K)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(m·K)]	Thickness [mm]
1. Pavimento de Bambú	0,170					15
2. Lámina bajo Pavimento de corcho	0,040					5
3. Mortero de cal (50%) y cemento (50%) - 1500kg/m ³	0,800					60
4. Aislamiento de corcho negro	0,040					60
5. Losa de Hormigón	2,300					250
6. Aislamiento perimetral y bajo losa de FoamGlass Floor Board F	0,050					100
7.						
8.						
		Percentage of Sec. 2	Percentage of Sec. 3			Total
						49,0 cm
				U-Value: 0,246		W/(m ² K)

Assembly No. Building assembly description						Interior insulation?
4	Pared contra terreno					
		Heat transfer resistance [m ² K/W]		interior R _{si} : 0,13		
				exterior R _{se} : 0,00		
Area section 1	λ [W/(m·K)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(m·K)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(m·K)]	Thickness [mm]
1. Aislamiento tipo Poliestireno extrusionado	0,035					50
2. Aislamiento tipo Foam Glass	0,050					100
3. Pared de hormigón	2,300					200
4. Trasdosoado con cámara de aire y placa de fermacell	0,000	no computa a nivel térmico				52
5.						
6.						
7.						
8.						
		Percentage of Sec. 2	Percentage of Sec. 3			Total
						40,2 cm
				U-Value: 0,274		W/(m ² K)

Assembly No. Building assembly description						Interior insulation?
5	Forjado galería					
		Heat transfer resistance [m ² K/W]		interior R _{si} : 0,10		
				exterior R _{se} : 0,04		
Area section 1	λ [W/(m·K)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(m·K)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(m·K)]	Thickness [mm]
1. Piedra caliza	0,130					20
2. Encachado de mortero de cal	0,600					60
3. Aislamiento tipo de corcho granulado	0,050					160
4. Madera KLH	0,130					140
5.						
6.						
7.						
8.						
		Percentage of Sec. 2	Percentage of Sec. 3			Total
						38,0 cm
				U-Value: 0,214		W/(m ² K)

Assembly No. Building assembly description						Interior insulation?
6	Puerta de entrada					
		Heat transfer resistance [m ² K/W]		interior R _{si} : 0,13		

U-VALUES OF BUILDING ELEMENTS

Building: Casa Entrecinco

Wedge shaped building element layers and still air spaces -> Secondary calculation to the right

exterior R_{se} : 0,04

Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
1. Madera dura	0,200					15
2. Aislamiento de corcho	0,050					50
3. Madera dura	0,200					15
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						

Percentage of Sec. 2: Percentage of Sec. 3: Total: 8,0 cm

U-Value: 0,758 W/(m²K)

Assembly No. Building assembly description
7 Cubierta ajardinada Interior insulation?

Heat transfer resistance [m²K/W] interior R_{si} : 0,10 exterior R_{se} : 0,04

Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
1. Cubierta ecológica extensiva Zinco	0,000	no computa a nivel térmico				0
2. Impermeabilización EPDM	0,000	no computa a nivel térmico				0
3. GUTEX Multiplex-top	0,044					22
4. Aislamiento tipo de corcho granulado	0,050	Rastreles de madera	0,130			140
5. Madera KLH	0,130					140
6.						
7.						
8.						

Percentage of Sec. 2: 7,2% Percentage of Sec. 3: Total: 30,2 cm

U-Value: 0,234 W/(m²K)

Assembly No. Building assembly description
8 Pared de hormigón cuando no está en contacto con el terreno Interior insulation?

Heat transfer resistance [m²K/W] interior R_{si} : 0,13 exterior R_{se} : 0,13

Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
1. Panel de fibra de celulosa y yeso.	0,320					13
2. Muro de hormigón armado	2,300					200
3. Lámina reguladora del vapor sd=2,3 DaConnect	0,000	no computa a nivel térmico				0
4. Aislamiento de corcho negro	0,040					80
5. Aislamiento de corcho negro	0,040	Rastreles de madera	0,130			80
6. Lámina Solitex WA fachadas sd=0,01	0,000	no computa a nivel térmico				0
7.						
8.						

Percentage of Sec. 2: 10,8% Percentage of Sec. 3: Total: 37,3 cm

U-Value: 0,245 W/(m²K)

Passive House verification

REDUCTION FACTOR SOLAR RADIATION, WINDOW U-VALUE

Building: Casa Entreenoimas

Annual heating demand:

12

kWh/(m²a)

Climate: Tilanes (closest Meteorstation) : MeteorNorm

Window area orientation	Global radiation (cardinal points)	Shading	Dirt	Non-perpendicular radiation	Glazing fraction	g-Value	Reduction factor for solar radiation	Window area	Window U-Value	Glazing area	Average global radiation
	kWh/(m²a)							m²	W/m²K	m²	kWh/(m²a)
North	maximum:	0,75	0,95	0,85	0,512	0,57	0,24	3,52	1,40	1,8	91
East	171	0,59	0,95	0,85	0,839	0,59	0,33	8,56	1,25	7,2	171
South	321	0,77	0,95	0,85	0,736	0,53	0,46	26,26	1,26	19,3	319
West	166	0,53	0,95	0,85	0,711	0,59	0,30	12,80	1,30	9,1	147
Horizontal	254	1,00	0,95	0,85	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	264
Total or Average Value for All Windows.						0,56	0,38	51,14	1,28	37,4	

Quantity	Description	Deviation from north	Angle of inclination from the horizontal	Orientation	Window rough openings		In Area in the Areas worksheet	Installed		Glazing		Frame		g-Value	U-Value	
					Width	Height		Nr.	Select glazing from the WinType worksheet	Nr.	Select window from the WinType worksheet	Nr.	Perpen-dicular Radiation		W/m²K	W/m²K
1	F01-norste (V1) fix	90	90	East	0,800	1,800	184mm	3	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	2	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	2	0,59	1,10	1,30	
1	F02-norste (V2)	35	90	North	0,800	0,800	184mm	1	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	1	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	1	0,57	1,10	1,30	
1	F03-norste (V2) fix	35	90	North	0,800	0,800	184mm	1	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	1	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	1	0,57	1,10	1,30	
1	F04-sud (V8) fix	204	90	South	1,500	1,500	184mm sud	8	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	3	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	2	0,53	1,10	1,30	
1	F04b-sud (V8)	204	90	South	0,900	1,500	184mm sud	8	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	3	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	2	0,53	1,10	1,30	
1	F05-sud (V7)	180	90	South	0,785	2,460	184mm sud	7	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	3	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	1	0,53	1,10	1,30	
1	F06a-sud (V6)	180	90	South	1,000	2,460	184mm	7	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	3	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	1	0,53	1,10	1,30	
1	F06b-sud (V6) fix	180	90	South	2,000	2,460	184mm	7	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	3	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	2	0,59	1,10	1,30	
1	F06c-ouest (V5) fix	280	90	West	0,750	2,460	184mm	10	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	2	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	2	0,59	1,10	1,30	
1	F07-ouest (V4)	280	90	West	0,900	2,110	184mm	11	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	2	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	1	0,59	1,10	1,30	
1	F08-ouest (V3)	280	90	West	0,700	1,180	184mm	11	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	2	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	1	0,57	1,10	1,30	
0	cancelled	280	90	West	0,820	2,110	184mm	11	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	1	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	1	0,57	1,10	1,30	
1	F09b-ouest (PE2) arriba	280	90	West	0,400	1,100	184mm	11	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	1	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	1	0,57	1,10	1,30	
1	F09c-ouest (PE2) abajo fix	280	90	West	0,400	1,010	184mm	11	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	1	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	2	0,57	1,10	1,30	
1	F11-norte (V11)	0	90	North	0,700	0,800	184mm	15	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	1	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	1	0,57	1,10	1,30	
1	F12a-norte (V12)	0	90	North	0,700	0,800	184mm	15	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	1	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	1	0,57	1,10	1,30	
1	F12b-norte (V12) fix	0	90	North	0,700	0,800	184mm	15	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	1	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	2	0,57	1,10	1,30	
1	F13a-este (V16) fix	90	90	East	1,600	1,730	184mm	4	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	2	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	2	0,59	1,10	1,30	
0	cancelled	90	90	East	0,800	2,000	184mm	4	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	1	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	1	0,57	1,10	1,30	
1	F14-este (V15) fix	90	90	East	1,800	2,420	184mm	4	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	2	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	2	0,59	1,10	1,30	
0	cancelled	90	90	East	1,290	0,400	184mm	4	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	1	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	1	0,57	1,10	1,30	
1	F17a-sud (V17) parte superior	172	90	South	1,180	0,460	184mm	5	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	1	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	1	0,57	1,10	1,30	
1	F17b-sud (V17) parte superior	172	90	South	1,180	0,460	184mm	5	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	1	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	1	0,57	1,10	1,30	
1	F17c-sud (V17) parte superior	172	90	South	1,800	0,460	184mm	5	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	1	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	2	0,57	1,10	1,30	
1	F18-ouest (V9) fix	280	90	West	1,800	2,620	184mm	11	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	2	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	2	0,59	1,10	1,30	
1	F19-ouest (V10)	280	90	West	0,700	1,100	184mm	11	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	1	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	2	0,57	1,10	1,30	
1	F17d-sud (V17) fix	172	90	South	2,360	2,500	184mm	5	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	3	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	2	0,53	1,10	1,30	
1	F17e-sud (V17) oscloparalela	172	90	South	1,800	2,500	184mm	5	Window One (cardinal) 15:38 (g-value: 0,49) 90%	3	Win Wood (frame) 15:38 (U-value: 1,10) 90%	3	0,53	1,10	1,30	

Passive House verification

VENTILATION DATA

Building:

Treated floor area A_{TFA}	m ²	<input type="text" value="135"/>	(Areas worksheet)
Room height h	m	<input type="text" value="2,5"/>	(Annual Heating Demand worksheet)
Room ventilation volume ($A_{TFA} \cdot h$) = V_V	m ³	<input type="text" value="338"/>	(Annual Heating Demand worksheet)

Type of ventilation system

- Balanced PH ventilation *Please Check*
- Pure extract air

Infiltration air change rate

Wind protection coefficients e and f		
Coefficient e for screening class	Several sides exposed	One side exposed
No screening	0,10	0,03
Moderate screening	0,07	0,02
High screening	0,04	0,01
Coefficient f	15	20

		for Annual Demand:	for Heating Load:		
Wind protection coefficient, e		<input type="text" value="0,07"/>	<input type="text" value="0,18"/>		
Wind protection coefficient, f		<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="15"/>	Net Air Volume for Press. Test V_{n50}	Air permeability q_{50}
Air Change Rate at Press. Test n_{50}	1/h	<input type="text" value="0,39"/>	<input type="text" value="0,39"/>	<input type="text" value="374"/> m ³	<input type="text" value="0,30"/> m ³ /(hm ²)
		for Annual Demand:	for Heating Load:		
Excess extract air	1/h	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>		
Infiltration air change rate $n_{V,Res}$	1/h	<input type="text" value="0,030"/>	<input type="text" value="0,075"/>		

Selection of ventilation data input - Results

The PHPP offers two methods for dimensioning the air quantities and choosing the ventilation unit. Fresh air or extract air quantities for residential buildings and parameters for ventilation can be determined using the standard planning option in the 'Ventilation' sheet. The 'Additional Vent' sheet has been created for more complex ventilation systems and allows up to 10 diff. Furthermore, air quantities can be determined on a room-by-room or zone-by-zone basis. Please select your design method here.

Ventilation unit / Heat recovery efficiency design

- Sheet Ventilation (Standard design) *(Sheet Ventilation see below)*
- Sheet Extended ventilation *(Sheet Additional Vent)*
(Multiple ventilation units, non-residential buildings)

Mean Air exchange m ³ /h	Mean Air Change Rate (Extract air system) 1/h	Extract air excess 1/h	Effective heat recovery efficiency Unit [-]	Specific power input Wh/m ³	Heat recovery efficiency SHX
<input type="text" value="123"/>	<input type="text" value="0,36"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="75,4%"/>	<input type="text" value="0,29"/>	<input type="text" value="0,0%"/>

SHX efficiency

η_{SHX}

Passive House verification

SPECIFIC ANNUAL HEATING DEMAND

Climate: **Llanes (closest Meteostation) : Meteonorm**
 Building: **Casa Entreencinas**

Interior Temperature: **20,0** °C
 Building Type/Use: **Detached family house**
 Treated Floor Area A_{TFA}: **135,1** m²

Building Element	Temperature Zone	Area m ²	U-Value W/(m ² K)	Temp. Factor f _t	G _t kWh/a	kWh/a	per m ² Treated Floor Area
Exterior Wall - Ambient	A	157,9	0,213	1,00	36,6	1231	9,11
Exterior Wall - Ground	B	32,4	0,274	0,42	36,6	137	1,01
Roof/Ceiling - Ambient	A	101,9	0,195	1,00	36,6	725	5,37
Floor slab / basement ceiling	B	107,1	0,246	0,42	36,6	405	3,00
	A			1,00			
	A			1,00			
Wall/roof to Gallery	X	34,0	0,214	1,00	36,6	266	1,97
Windows	A	51,1	1,280	1,00	36,6	2392	17,71
Exterior Door	A	4,5	0,758	1,00	36,6	126	0,93
Exterior TB (length/m)	A	65,4	-0,039	1,00	36,6	-93	-0,69
Perimeter TB (length/m)	P	34,4	-0,021	0,42	36,6	-11	-0,08
Ground TB (length/m)	B			0,42			
Total of All Building Envelope Areas		489,0					

Transmission Heat Losses Q_T

Total **5177** kWh/(m²a) **38,3**

Ventilation System:

Effective Heat Recovery Efficiency of Heat Recovery η_{eff} **75%**
 Efficiency of Subsoil Heat Exchanger η_{SHX} **0%**

Effective Air Volume, V_V

$$A_{TFA} \text{ m}^2 \times \text{Clear Room Height m} = \text{m}^3$$

135,1 * 2,50 = 337,7

η_{eff} **75%**

η_{SHX} **0%**

n_{V,system} 1/h

Φ_{HR}

n_{V,Res} 1/h

$$\text{Energetically Effective Air Exchange } n_v = (1 - \Phi_{HR}) \times n_{V,system} + n_{V,Res}$$

0,364 * (1 - 0,75) + 0,030 = 0,120

V_V m³

n_V 1/h

C_{Air} Wh/(m²K)

G_t kWh/a

Ventilation Heat Losses Q_V

$$V_V \text{ m}^3 \times n_V \text{ 1/h} \times C_{Air} \text{ Wh/(m}^2\text{K)} \times G_t \text{ kWh/a} = \text{kWh/a}$$

338 * 0,120 * 0,33 * 36,6 = 488 kWh/(m²a) **3,6**

Total Heat Losses Q_L

$$Q_T \text{ kWh/a} + Q_V \text{ kWh/a} \times \text{Reduction Factor Night/Weekend Saving} = \text{kWh/a}$$

(5177 + 488) * 1,0 = 5665 kWh/(m²a) **41,9**

Orientation of the Area

Reduction Factor See Windows Sheet

g-Value (perp. radiation)

Area m²

Radiation HP kWh/(m²a)

kWh/a

1. North	0,24	0,57	3,52	91	44
2. East	0,33	0,59	8,56	171	287
3. South	0,46	0,53	26,26	319	2054
4. West	0,30	0,59	12,80	147	333
5. Horizontal	0,00	0,00	0,00	264	0

Available Solar Heat Gains Q_S

Total **2718** kWh/(m²a) **20,1**

Internal Heat Gains Q_I

$$\text{kh/d} \times \text{Length Heat. Period d/a} \times \text{Spec. Power } q_i \text{ W/m}^2 \times A_{TFA} \text{ m}^2 = \text{kWh/a}$$

0,024 * 142 * 2,10 * 135,1 = 969 kWh/(m²a) **7,2**

$$\text{Free Heat } Q_F = Q_S + Q_I = \text{kWh/a}$$

3687 kWh/(m²a) **27,3**

$$\text{Ratio of Free Heat to Losses } Q_F / Q_L = \text{0,65}$$

Utilisation Factor Heat Gains η_G

$$(1 - (Q_F / Q_L)^5) / (1 - (Q_F / Q_L)^6) = \text{96%}$$

Heat Gains Q_G

$$\eta_G \times Q_F = \text{kWh/a}$$

3524 kWh/(m²a) **26,1**

Annual Heating Demand QH

$$Q_L - Q_G = \text{kWh/a}$$

2141 kWh/(m²a) **16**

Limiting Value **15** kWh/(m²a)

Requirement met? **no** (Yes/No)

Passive House verification

SPECIFIC ANNUAL HEATING DEMAND MONTHLY METHOD

(This page displays the sums of the monthly method over the heating period)

Climate: **Llanes (closest Meteostation) : Meteororm** Interior Temperature: **20** °C
 Building: **Casa Entreencinas** Building Type/Use: **Detached family house**
 Spec. Capacity: **132** Wh/(m²K) (Enter in "Summer" worksheet.) Treated Floor Area A_{TFA}: **135,1** m²

Building Element	Temperature Zone	Area m²	U-Value W/(m²K)	Month. Red. Fac.	G _i kWh/a	per m² Treated Floor Area
Exterior Wall - Ambient	A	157,9	0,213	1,00	50	1677
Exterior Wall - Ground	B	32,4	0,274	1,00	23	208
Roof/Ceiling - Ambient	A	101,9	0,195	1,00	50	988
Floor slab / basement ceiling	B	107,1	0,246	1,00	23	615
	A			1,00		
	A			1,00		
Wall/roof to Gallery	X	34,0	0,214	1,00	50	362
Windows	A	51,1	1,280	1,00	50	3259
Exterior Door	A	4,5	0,758	1,00	50	171
Exterior TB (length/m)	A	65,4	-0,039	1,00	50	-127
Perimeter TB (length/m)	P	34,4	-0,021	1,00	23	-17
Ground TB (length/m)	B			1,00		

Transmission Heat Losses Q_T Total **7137** kWh/a **52,8** kWh/(m²a)

Effective Air Volume V_{RAX} **135** m³ * Clear Room Height **2,50** m = **338** m³

Effective Air Change Rate Ambient n_{v,a} **0,364** 1/h * (1 - **0%**) * (1 - **0,75**) + n_{v,Res} **0,030** 1/h = **0,120** 1/h
 Effective Air Change Rate Ground n_{v,g} **0,364** 1/h * (1 - **0%**) * (1 - **0,75**) = **0,000** 1/h

Ventilation Losses Ambient Q_V V_{RAX} **338** m³ * n_{v,amb} **0,120** 1/h * c_{air} **0,33** Wh/(m³K) * G_i **50** kWh/a = **665** kWh/a **4,9** kWh/(m²a)
Ventilation Losses Ground Q_{V,g} V_{RAX} **338** m³ * n_{v,g} **0,000** 1/h * c_{air} **0,33** Wh/(m³K) * G_i **28** kWh/a = **0** kWh/a **0,0** kWh/(m²a)

Ventilation Heat Losses Q_V Total **665** kWh/a **4,9** kWh/(m²a)

Total Heat Losses Q_L (**7137** + **665**) * Reduction Factor Night/Weekend Saving **1,0** = **7802** kWh/a **57,8** kWh/(m²a)

Orientation of the Area	Reduction Factor See Windows worksheet	g-Value (perp. radiation)	Area m²	Global Radiation kWh/(m²a)	Q _S kWh/a
North	0,24	0,57	3,5	221	108
East	0,33	0,59	8,6	396	666
South	0,46	0,53	26,3	613	3950
West	0,30	0,59	12,8	348	790
Horizontal	0,00	0,00	0,0	627	0
Sum Opaque Areas					647

Available Solar Heat Gains Q_S Total **6161** kWh/a **45,6** kWh/(m²a)

Internal Heat Gains Q_I kWh/d **0,024** * Length Heat. Period **243** d/a * Spec. Power q_i **2,1** W/m² * A_{TFA} **135,1** m² = **1654** kWh/a **12,2** kWh/(m²a)

Free Heat Q_F Q_S + Q_I = **7816** kWh/a **57,9** kWh/(m²a)

Ratio Free Heat to Losses Q_F / Q_L = **1,00**

Utilisation Factor Heat Gains η_G = **80%**

Heat Gains Q_G η_G * Q_F = **6237** kWh/a **46,2** kWh/(m²a)

Annual Heating Demand Q_H Q_L - Q_G = **1565** kWh/a **12** kWh/(m²a)

Limiting Value **15** kWh/(m²a) Requirement met? **yes** (Yes/No)

Passive House verification

SPECIFIC SPACE HEATING LOAD

Building: **Casa Entrecinas**
 Climate (HL): **Llanes (closest Meteostation) : Meteonorm**

Building Type/Use: **Detached family house**
 Treated Floor Area A_{TFA} : **135,1** m² Interior Temperature: **20** °C

Design Temperature		Radiation:										
Weather Condition 1:	°C	North	East	South	West	Horizontal	W/m ²					
4,5	°C	20	40	95	39	57	W/m ²					
Weather Condition 2:	°C	14	18	36	19	31	W/m ²					
Ground Design Temp.	°C	14,8										

Building Element	Temperature Zone	Area m ²	U-Value W/(m ² K)	Factor Always 1 (except "X")	TempDiff 1 K	TempDiff 2 K	P _T 1 W	P _T 2 W
1. Exterior Wall - Ambient	A	157,9	0,213	1,00	15,5	11,3	520	379
2. Exterior Wall - Ground	B	32,4	0,274	1,00	5,2	5,2	46	46
3. Roof/Ceiling - Ambient	A	101,9	0,195	1,00	15,5	11,3	307	223
4. Floor slab / basement ceiling	B	107,1	0,246	1,00	5,2	5,2	136	136
5.	A			1,00	15,5	11,3		
6.	A			1,00	15,5	11,3		
7. Wall/roof to Gallery	X	34,0	0,214	1,00	15,5	11,3	112	82
8. Windows	A	51,1	1,280	1,00	15,5	11,3	1011	737
9. Exterior Door	A	4,5	0,758	1,00	15,5	11,3	53	39
10. Exterior TB (length/m)	A	65,4	-0,039	1,00	15,5	11,3	-39	-29
11. Perimeter TB (length/m)	P	34,4	-0,021	1,00	5,2	5,2	-4	-4
12. Ground TB (length/m)	B			1,00	5,2	5,2		
13. House/DU Partition Wall	I			1,00	3,0	3,0		

Transmission Heat Losses P_T

Total = **2142** or **1608**

Ventilation System:

Effective Air Volume, V_v = $A_{TFA} \cdot \text{Clear Room Height}$
 $135,1 \text{ m}^2 \cdot 2,50 \text{ m} = 338 \text{ m}^3$

Efficiency of Heat Recovery of the Heat Exchanger η_{HR} = **75%** Heat Recovery Efficiency SHX = **0%** Efficiency SHX = **0%** or **0%**

Energy Effective Air Exchange n_v = $n_{v,Res} + n_{v,system} \cdot (1 - \eta_{HR})$
 $0,075 + 0,364 \cdot (1 - 0,75) = 0,165$ or $0,165$

Ventilation Heating Load P_V

$V_L \cdot n_L \cdot c_{Air} \cdot \text{TempDiff}$
 $337,7 \text{ m}^3 \cdot 0,165 \text{ 1/h} \cdot 0,33 \text{ Wh/(m}^3\text{K)} \cdot 15,5 \text{ K} = 284 \text{ W}$ or 207 W

Total Heating Load P_L

$P_L = P_T + P_V = 2142 + 284 = 2426$ or $1608 + 207 = 1815$

Orientation the Area	Area m ²	g-Value (perp. radiation)	Reduction Factor (see Windows worksheet)	Radiation 1 W/m ²	Radiation 2 W/m ²	P _S 1 W	P _S 2 W
1. North	3,5	0,6	0,2	20	14	10	7
2. East	8,6	0,6	0,3	40	18	67	30
3. South	26,3	0,5	0,5	94	36	606	230
4. West	12,8	0,6	0,3	33	17	75	39
5. Horizontal	0,0	0,0	0,4	57	31	0	0

Solar heating power P_S

Total = **758** or **306**

Internal heating power P_I

Spec. Power W/m² = **1,6** * $A_{TFA} = 135 \text{ m}^2 = 216 \text{ W}$ or **216**

Heating power (gains) P_G

$P_G = P_S + P_I = 758 + 216 = 975$ or $306 + 216 = 522$

$P_L - P_G = 2426 - 975 = 1452$ or $1815 - 522 = 1293$

Heating Load P_H

1452 W

Specific Heating Load P_H / A_{TFA}

10,7 W/m²

Input Max. Supply Air Temperature = **50** °C
 Max. Supply Air Temperature $\vartheta_{Supply,Max}$ = **50** °C
 Supply Air Temperature Without Heating = **16,2** °C
 $\vartheta_{Supply,Min}$ = **17,2** °C

For Comparison: Heating Load Transportable by Supply Air. P_{Supply Air,Max}

= **1373** W specific: **10,2** W/m²

Supply Air Heating Sufficient? **No**

Passive House verification

SPECIFIC USEFUL COOLING DEMAND MONTHLY METHOD

Climate: **Llanes (closest Meteostation) : Meteororm**
 Building: **Casa Entreencinas**

Interior Temperature: **25** °C
 Building Type/Use: **Detached family house**
 Treated Floor Area A_{TR,A}: **135** m²

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year	
Heating Degree Hours - E	12,0	10,8	10,5	9,3	7,8	5,3	4,4	4,1	5,3	7,0	9,7	11,7	98	kKh
Heating Degree Hours - C	7,3	6,8	7,5	6,9	6,6	4,9	4,5	4,3	4,2	4,6	6,0	6,8	70	kKh
Losses - Exterior	1871	1676	1629	1452	1207	820	682	635	831	1091	1503	1822	15220	kWh
Losses - Ground	256	240	265	244	233	172	160	150	147	164	210	238	2479	kWh
Losses Summer Ventilatic	333	306	472	528	712	541	465	437	548	711	496	359	5909	kWh
Sum Spec. Heat Losses	18,2	16,5	17,5	16,5	15,9	11,3	9,7	9,0	11,3	14,6	16,3	17,9	174,8	kWh/m ²
Solar Load North	9	11	18	23	30	32	30	24	20	15	10	7	230	kWh
Solar Load East	73	78	142	176	185	197	181	163	156	114	76	62	1603	kWh
Solar Load South	374	320	455	417	344	326	320	334	450	429	359	344	4473	kWh
Solar Load West	80	92	170	206	231	233	214	202	200	134	84	65	1909	kWh
Solar Load Horiz.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Solar Load Opaque	52	58	102	122	130	135	126	115	112	82	55	46	1135	kWh
Internal Heat Gains	211	191	211	204	211	204	211	211	204	211	204	211	2485	kWh
Sum Spec. Loads Solar +	5,9	5,6	8,1	8,5	8,4	8,3	8,0	7,8	8,5	7,3	5,8	5,4	87,6	kWh/m ²
Utilisation Factor Losses	32%	34%	46%	51%	52%	71%	76%	80%	72%	50%	36%	30%	49%	
Useful Cooling Energy De	0	0	3	6	7	40	88	75	44	4	0	0	268	kWh
Spec. Cooling Demand	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	2,0	kWh/m ²



Passive House verification

COOLING LOAD

Building: **Casa Entrecinas** Building Type/Use: **Detached family hou** Interior Temperature: **25** °C
 Spec. Capacity: **132** Wh/(m²K) (Enter in "Summer" worksheet.) Treated Floor Area A_{TFA}: **135,1** m²
 Climate (Cooling Load): **Llanes (closest Meteostation) : Meteornorm**

Ambient Air Sky Ground Radiation: North East South West Horizontal
 Design Temperature: **22,0** °C **11,4** °C **19,3** °C **73** **132** **92** **99** **193** W/m²

Building Elements	Temperature Zone	Area m²	U-Value W/(m²K)	Factor Always 1 (except "X")	TempDiff K	W
1. Exterior Wall - Ambient	A	157,9	0,213	1,00	-3,0	-100
2. Exterior Wall - Ground	B	32,4	0,274	1,00	-5,7	-51
3. Roof/Ceiling - Ambient	A	101,9	0,195	1,00	-3,0	-59
4. Floor slab / basement c	B	107,1	0,246	1,00	-5,7	-151
5.	A			1,00	-3,0	
6.	A			1,00	-3,0	
7. Wall/roof to Gallery	X	34,0	0,214	1,00	-3,0	-22
8. Windows	A	51,1	1,280	1,00	-3,0	-193
9. Exterior Door	A	4,5	0,758	1,00	-3,0	-10
10. Exterior TB (length/m)	A	65,4	-0,039	1,00	-3,0	8
11. Perimeter TB (length/m)	P	34,4	-0,021	1,00	-5,7	4
12. Ground TB (length/m)	B			1,00	-5,7	
13. House/DU Partition Wall	I			1,00	3,0	
14. Radiation Correction		L _{ambient} W/K -6,4	TempDiff K -3,0	L _{Sky} W/K 6,2	TempDiff K -13,6	-66

Transmission Heat Losses P_T Total = **-640**

Ventilation System:

Effective Air Volume, V _v	A _{TFA} m²	Clear Room Height m	m³
135,1	135,1	2,50	338

Exterior	Vent. Transm. W/K	TempDiff K	W
Exterior	29,3	-3,0	-87
Ground	0,0	-5,7	0

Additional Summer Ventilation:

Window Night Ventilation, Manual Corresponding Air Change Rate **0,52** 1/h
 Mechanical, Automatically Controlled Ventilation Minimum Indoor Temperature **22,0** °C

Heat Removal Cooling Design Day (from Cooling worksheet)

Window Ventilation	Automatic Night Ventilation	kWh/d	W
-9,7	0,0	0,024	-402
		0,024	0

Ventilation Heat Load P_V Total = **-489**

Orientation of the Area	Area m²	g-Value (perp. radiation)	Reduction Factor	Radiation W/m²	P _S W
1. North	3,5	0,6	0,28	81	45
2. East	8,6	0,6	0,46	132	302
3. South	26,3	0,5	0,35	93	462
4. West	12,8	0,6	0,41	97	294
5. Horizontal	0,0	0,0	0,40	193	0
6. Sum Opaque Areas					183

Heat Gain - Solar Heat Load, P_S Total = **1287**

Internal Heat Load P_I Spec. Power W/m² **3,1** A_{TFA} m² **135** = **419** W

Cooling Load P_C P_T + P_V + P_S + P_I = **577** W

Specific Maximum Cooling Load P_C / A_{EB} = **4,3** W/m²

Minimal supply air temperature **8** °C Supply air temperature without cooling³ Supply,Min **22,0** °C

Cooling capacity that is transportable through the supply air P_{SupplyAir,Max} = **0** W
 specific = **0,0** W/m²

Air conditioning over the supply air possible? **no**

Daily Temperature Swing due to Solar Load **1286,9** W Time **24** h/d / (Spec. Capacity **132** Wh/(m²K) * A_{TFA} m² **135**) = **1,7** K

Passive House verification

HEAT DISTRIBUTION AND DHW SYSTEM

Building: Casa Entreencinas

Interior Temperature:	20	°C
Building Type/Use:	Detached family house	
Treated Floor Area A_{TFA} :	135	m ²
Occupancy:	3,9	Pers
Number of Residences:	1	
Annual Heating Demand $q_{Heating}$:	1565	kWh/a
Length of Heating Period:	142	d
Average heating load $Pave$:	0,5	kW
Marginal Utilisability of Additional Heat Gains:	80%	

Space Heat Distribution

Length of Distribution Pipes	L_H (Project)				m
Heat Loss Coefficient per m Pipe	Ψ (Project)				W/(mK)
Temperature of the Room Through Which the Pipes I	ϑ_x Mechanical Room				°C
Design Flow Temperature	ϑ_{dist} Flow, Design Value				°C
Design System heating load	$P_{heating}$ (exist./calc.)				kW
Flow Temperature Control (check)					
Design Return Temperature	ϑ_R	$= 0,714 \cdot (\vartheta_{dist} - 20) + 20$			°C
Annual Heat Emission per m of Plumbing	q^{*HL}	$= \Psi \cdot (\vartheta_m - \vartheta_x) \cdot t_{heating} \cdot 0,024$			Total 1,2,3 kWh/(m·a)
Possible Utilization Factor of Released Heat	η_G				-
Annual Losses	Q_{HL}	$= L_H \cdot q^{*HL} \cdot (1 - \eta_G)$			kWh/a
Specif. Losses	q_{HL}	$= \Sigma Q_{HL} / A_{TFA}$			kWh/(m ² a)
*Performance ratio of heat distribution	$e_{a,HL}$	$= (\varphi_H + q_{HL}) / \varphi_H$			

Parts			Total	m
Warm Region	Cold Region			
1	2	3		
10,00				
0,420				
20				
60,0				
1,5				
48,6				
49				
80%				
100	0	0	100	
				0,7
				106%

DHW: Standard Useful Heat

DHW Consumption per Person and Day (60 °C)	V_{DHW} (Project or Average Value 25 Litres/P/d)				Litre/Person/d
Average Cold Water Temperature of the Supply	ϑ_{DW} Temperature of Drinking Water (10°)				°C
DHW Non-Electric Wash and Dish	(Electricity worksheet)				kWh/a
Useful Heat - DHW	Q_{DHW}				kWh/a
Specif. Useful Heat - DHW	q_{DHW}	$= Q_{DHW} / A_{TFA}$			kWh/(m ² a)

25,0					Litre/Person/d
15,2					°C
1,30					kWh/a
1960					kWh/a
					14,5

DHW Distribution and Storage

Length of Circulation Pipes (Flow + Return)	L_{HS} (Project)				m
Heat Loss Coefficient per m Pipe	Ψ (Project)				W/mK
Temperature of the Room Through Which the Pipes I	ϑ_x Mechanical Room				°C
Design Flow Temperature	ϑ_{dist} Flow, Design Value				°C
Daily circulation period of operation.	t_{dCirc} (Project)				h/d
Design Return Temperature	ϑ_R	$= 0,875 \cdot (\vartheta_{dist} - 20) + 20$			°C
Circulation period of operation per year	t_{Circ}	$= 365 \cdot t_{dCirc}$			h/a
Annual Heat Released per m of Pipe	q^{*Z}	$= \Psi \cdot (\vartheta_m - \vartheta_x) \cdot t_{Circ}$			kWh/m/a
Possible Utilization Factor of Released Heat	η_{GDHW}	$= t_{heating} / 365d \cdot \eta_G$			-
Annual Heat Loss from Circulation Lines	Q_Z	$= L_{HS} \cdot q^{*Z} \cdot (1 - \eta_{GDHW})$			kWh/a
Total Length of Individual Pipes	L_U (Project)				m
Exterior Pipe Diameter	d_{U_Pipe} (Project)				m
Heat loss per tap opening	$q_{Individual}$	$= (\varphi_{DHW} \cdot V_{DHW} + \varphi_{DHW} \cdot V_{DHW}) \cdot (\vartheta_{DHW} - \vartheta_x)$			kWh/tap opening
Amount of tap openings per year	n_{Tap}	$= n_{Pers} \cdot 3 \cdot 365 / n_{LU}$			Tap openings per year
Annual Heat Loss	Q_U	$= n_{Tap} \cdot q_{Individual}$			kWh/a
Possible Utilization Factor of Released Heat	$\eta_{G,U}$	$= t_{heating} / 8760 \cdot \eta_G$			-
Annual Heat Loss of Individual Pipes	Q_U	$= Q_U \cdot (1 - \eta_{G,U})$			kWh/a
Average Heat Released From Storage	P_S				W
Possible Utilization Factor of Released Heat	$\eta_{G,S}$	$= t_{heating} / 8760 \cdot \eta_G$			
Annual Heat Losses from Storage	Q_S	$= P_S \cdot 8.760 \text{ kh} \cdot (1 - \eta_{G,S})$			kWh/a
Total Heat Losses of the DHW System	Q_{WL}	$= Q_Z + Q_U + Q_S$			kWh/a
Specif. Losses of the DHW System	q_{WL}	$= Q_{WL} / A_{TFA}$			kWh/(m ² a)
Performance ratio DHW-distribution + storage	$e_{a,WL}$	$= (q_{TWW} + q_{WV}) / q_{TWW}$			
Total Heating Demand of DHW system	Q_{gDHW}	$= Q_{DHW} + Q_{WL}$			kWh/a
Total Spec. Heating Demand of DHW System	q_{gDHW}	$= Q_{gDHW} / A_{TFA}$			kWh/(m ² a)

Parts			Total	m
Warm Region	Cold Region			
1	2	3		
0,000				
0,420				
20				
60,0				
18,0				
55				
6570				
103				
31%				
0			0	
				0
				3005
				104,00
				31%
				628
				628
				3634
				285,4%
				5594
				41,4

Building:

Casa Entrecorinas

Passive House verification ELECTRICITY DEMAND

Application	Column Nr.	1	2	3	# Households	HH	Persons	HH	Solar Fraction of DHW Laundry&Dish	Marginal Performance Ratio DHW	Marginal Performance Ratio Heating	Prim. Energy Factors:	Electricity	Natural Gas	Energy Carrier for Space Heating/DHW:	Non-Electric Demand (kWh/a)	Primary Energy-Demand (kWh/a)
					1	1	3,9	P	1,9%	100%	11,8%		2,6	1,1	2,6	2,6	
					Living Area		135	m ²									
					Annual Heating Demand		12	kWh/(m ² a)									
					Norm Demand												
Dishwashing	1	1	0	0,80													
DHW Connection																	
Clothes washing	1	1	0,78														
Cold Water Connection																	
Clothes drying with:	1	0															
Clothesline																	
Energy consumed by evaporation																	
Refrigerating	0	0															
Freezing	0	0															
or combined unit	1	1	0,41														
Cooking with:	1	1	0,20														
Electricity																	
Lighting	1	1	11														
Consumer electronics	1	1	80														
Small appliances, etc.	1	1	50														
Total aux. electricity																	
Other:																	
Microwave Balay	1	1	64														
Ofen Bosch	1	1	127														
Total																	
Specific Demand																	
Recommended Maximum Value																	

Application	Useful Energy (kWh/a)	Electric Fraction	Non-Electric Fraction	Electricity Demand (kWh/a)	Additional Demand	Marginal Performance Ratio	Solar Fraction	Non-Electric Demand (kWh/a)	Primary Energy-Demand (kWh/a)
Dishwashing	201	50%	50%	100					261
DHW Connection									274
Clothes washing	172	100%	0%	172					446
Cold Water Connection									0
Clothes drying with:	0	0%	0%	0					0
Clothesline	0	100%	0%	0					0
Energy consumed by evaporation									0
Refrigerating	0	100%	0%	0					0
Freezing	365	100%	0%	365					0
or combined unit	149	100%	0%	149					387
Cooking with:	386	100%	0%	386					1003
Electricity									0
Lighting	123	100%	0%	123					320
Consumer electronics	170	100%	0%	170					442
Small appliances, etc.	193	100%	0%	193					502
Total aux. electricity	613			613					1593
Other:									
Microwave Balay	64			64					166
Ofen Bosch	127			127					330
Total	2197			2097				105	5725
Specific Demand				15,5				0,8	42,4
Recommended Maximum Value				18					50

Passive House verification

SOLAR HOT WATER GENERATION

Building:

Building Type/Use:
 Treated Floor Area A_{TFA}: m²

Solar Fraction with DHW demand including washing and dish-washing

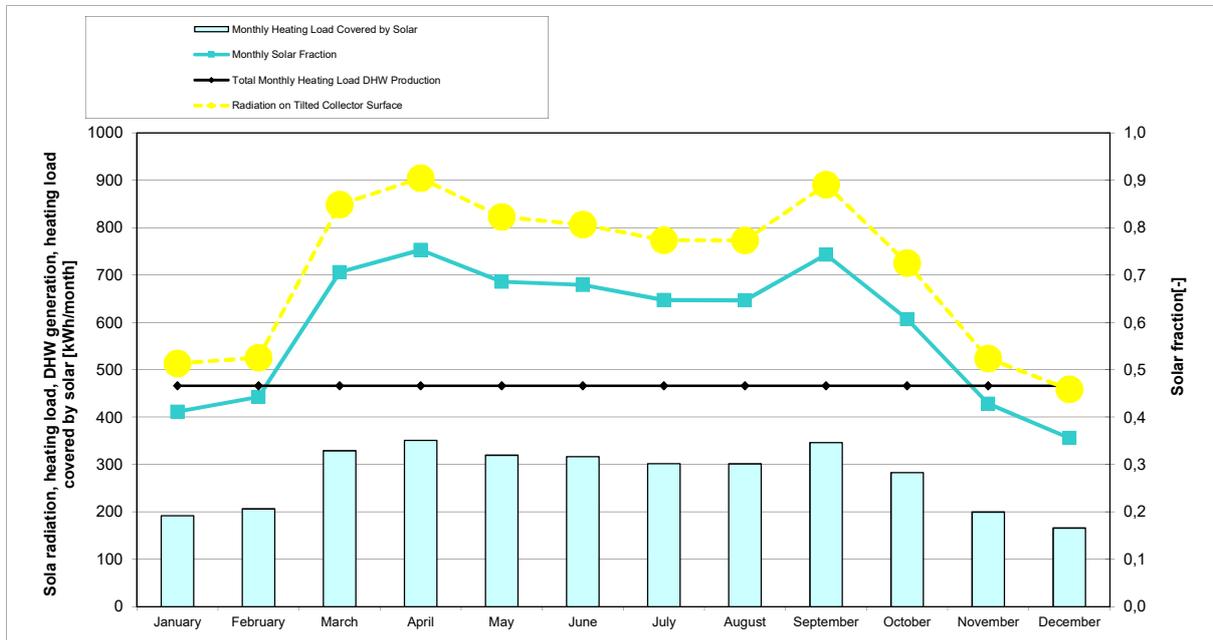
Heating Demand DHW	q _{DHW}	<input type="text" value="5594"/>	kWh/a	from DHW+Distribution worksheet
Latitude:		<input type="text" value="43,4"/>	°	from Climate Data worksheet
Selection of collector from list (see below):		<input type="text" value="7"/>		Selection: <input type="text" value="Improved Flat Plate Collector"/>
Solar Collector Area		<input type="text" value="6,90"/>	m ²	
Deviation from North		<input type="text" value="180"/>	°	
Angle of Inclination from the Horizontal		<input type="text" value="45"/>	°	
Height of the Collector Field		<input type="text" value="1"/>	m	
Height of Horizon	h _{Hori}	<input type="text"/>	m	
Horizontal Distance	Δ _{Hori}	<input type="text"/>	m	
Additional Reduction Factor Shading	r _{other}	<input type="text" value="95%"/>	%	Tree on west side (broadleaf)
Occupancy		<input type="text" value="3,9"/>	Persons	
Specific Collector Area		<input type="text" value="1,8"/>	m ² /Pers	

Estimated Solar Fraction of DHW Production

Solar Contribution to Useful Heat kWh/a kWh/(m²a)

Secondary Calculation of Storage Losses

Selection of DHW storage from list (see below):		<input type="text" value="1"/>	Selection: <input type="text" value="500L"/>
Total Storage Volume		<input type="text" value="500"/>	litre
Volume Standby Part (above)		<input type="text" value="150"/>	litre
Volume Solar Part (below)		<input type="text" value="350"/>	litre
Specific Heat Losses Storage (total)		<input type="text" value="2,5"/>	W/K
Typical Temperature DHW		<input type="text" value="60"/>	°C
Room Temperature		<input type="text" value="20"/>	°C
Storage Heat Losses (Standby Part Only)		<input type="text" value="40"/>	W
Total Storage Heat Losses		<input type="text" value="100"/>	W



ANEXO. PHPP EL PERAL PASSIVHAUS

Planificación Passivhaus:

DATOS CLIMÁTICOS

Edificio:

Peral, Passivhaus

Clima de referencia

[ES] - Valladolid, Valladolid D2

Datos mensuales:

[ES] - Valladolid, Valladolid D2

Datos anuales:

Utilizar Datos climat. anuales

no

Resultados:

Demanda de calefacción

5,3 kWh/(m²a)

Carga de calefacción

6,4 W/m² kWh/(m²a)

Energía primaria

Transferencia método anual (Calef. anual)

CalD ₁₈	179	día
Q ₁	58	kWh/a
Norte	125	kWh/(m²a)
Este	282	kWh/(m²a)
Sur	558	kWh/(m²a)
Oeste	283	kWh/(m²a)
Horizontal	472	kWh/(m²a)

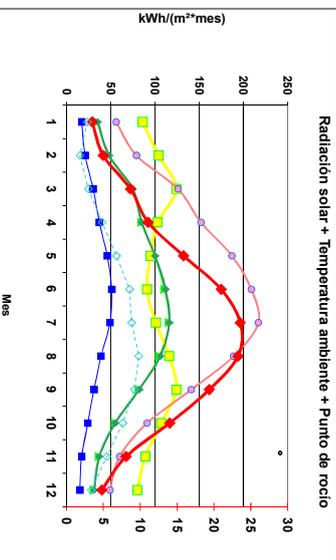
Región: **España**

Conjunto de datos climáticos: **[ES] - Valladolid, Valladolid D2**

Estación meteorológica (altitud): **816,7** m

Ubicación del edificio (altitud): **686** m

Parámetros para el cálculo de las temperaturas del terreno en el PHPP.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Carga de calefacción		Carga de refrigeración
Cambio mensual de fases	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Sit. met. 1	Sit. met. 2	Sit. met. 1
Amortiguación	Temp. ext	Latitud °	Longitud °	Altitud (m)	Fluctuation diaria temperatura en verano (K)	Datos radiación:	kWh/(m²mes)	Radiación: W/m²		Radiación: kWh/(m²mes)		Radiación: kWh/(m²mes)		Radiación: kWh/(m²mes)	
0,60	3,5	41,6	8,7	15,9	23,6	8,1	4,8	1,1	20	4,5	29,7	91			91
-0,31	17	21	30	37	49	17	15	31	44	13	195	188			188
	Norte	48	74	85	101	37	31	31	80	14	185	188			185
	Este	104	124	103	116	89	31	49	123	14	348	348			348
	Sur	35	75	85	112	37	31	31	80	14	185	188			185
	Oeste	48	79	126	152	89	49	60	141	7,6	12,8	12,8			12,8
	Global	56	79	126	152	89	49	60	141	7,6	12,8	12,8			12,8
	Punto de Rocío	2,8	1,8	2,9	4,8	8,5	3,4	3,4	8,5	3,4	8,9	8,9			8,9
	Global	-6,5	-5,5	-4,2	-1,6	7,8	-3,3	-3,3	8,5	3,4	8,9	8,9			8,9
	Temperatura del cielo	13,0	13,0	13,0	13,7	20,2	16,7	15,2	13,0	13,0	20,3	20,3			20,3
	Temperatura terreno	13,8	13,0	13,0	13,7	18,1	19,4	19,5	19,5	19,5	16,7	15,2			15,2



Planificación Passivhaus: VALOR - U ELEMENTOS CONSTRUCTIV

Edificio: **Peral Passivhaus**

Capas en forma de cuña (aislamiento con pendiente)
 Capas de aire sin ventilar y áticos no calefactados

-> Cálculo auxiliar a la derecha

Nr. elem. cons.	Denominación de elemento constructivo						¿Aislamiento interior?
1	Fachada						<input type="checkbox"/>
Resistencia térmica superficial [m²K/W]		interior R _{si}	0,13				
		exterior R _{se}	0,04				
	Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(mK)]	Espesor [mm]
1.	EPS	0,032					160
2.	Enfoscado mortero hidró	1,300					15
3.	1/2 pie ladrillo perfor	0,610					120
4.	Enlucido yeso	0,300					20
5.	Cámara de aire	0,500					20
6.	Lana mineral	0,035					60
7.	Doble placa yeso lamina	0,250					26
8.							
Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 3		Total	
100%						42,1	cm
Suplemento al valor-U		W/(m²K)		Valor-U:		0,137	W/(m²K)

Nr. elem. cons.	Denominación de elemento constructivo						¿Aislamiento interior?
2	Forjado						<input type="checkbox"/>
Resistencia térmica superficial [m²K/W]		interior R _{si}	0,10				
		exterior R _{se}	0,04				
	Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(mK)]	Espesor [mm]
1.	Madera laminada	0,200					12
2.	Solera (mortero)	1,300					50
3.	EPS (suelo radiante)	0,039					25
4.	Forjado bvedilla de hor	1,650					300
5.	Enlucido de yeso	0,300					20
6.	Cámara de aire	0,050					20
7.	Lana mineral	0,035					60
8.	Placa de yeso (falso te	0,250					13
Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 3		Total	
100%						50,0	cm
Suplemento al valor-U		W/(m²K)		Valor-U:		0,304	W/(m²K)

Nr. elem. cons.	Denominación de elemento constructivo						¿Aislamiento interior?
3	Suelo contacto con terreno						<input type="checkbox"/>
Resistencia térmica superficial [m²K/W]		interior R _{si}	0,17				
		exterior R _{se}	0,17				
	Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(mK)]	Espesor [mm]
1.	Madera laminada	0,200					12
2.	Solera (mortero)	1,300					50
3.	EPS (suelo radiante)	0,039					25
4.	XPS	0,036					80
5.	Losa de hormigón	2,300					300
6.							
7.							
8.							
Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 2		Total	
100%						46,7	cm
Suplemento al valor-U		W/(m²K)		Valor-U:		0,291	W/(m²K)

Nr. elem. cons.	Denominación de elemento constructivo						¿Aislamiento interior?
4	Medianera						<input type="checkbox"/>

Planificación Passivhaus: **VALOR - U ELEMENTOS CONSTRUCTIV**

Resistencia térmica superficial [m²K/W]		interior R _{si} : 0,13						
		exterior R _{se} : 0,13						
Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(mK)]	Espesor [mm]		
1. Doble placa yeso lamina	0,250					26		
2. Lana mineral	0,035					60		
3. Enlucido de yeso	0,300					20		
4. 1/2 pie ladrillo perfor	0,610					120		
5. Enlucido de yeso	0,300					20		
6. Lana mineral	0,035					60		
7. Doble placa yeso lamina	0,250					26		
8.								
Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 3		Total		
100%						33,2 cm		
Suplemento al valor-U		W/(m²K)		Valor-U: 0,237		W/(m²K)		

Nr. elem. cons.	Denominación de elemento constructivo					¿Aislamiento interior?		
5	Cubierta plana					<input type="checkbox"/>		
Resistencia térmica superficial [m²K/W]		interior R _{si} :		exterior R _{se} :				
Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(mK)]	Espesor [mm]		
1. Grava	2,000	Placa de yeso (falso techo)				100		
2. XPS	0,036					50		
3. Lámina impermeable PVC								
4. XPS	0,036					200		
5. Forjado bovedilla hormi	1,650					300		
6. Enlucido de yeso	0,300					20		
7. Cámara de aire	0,050					20		
8. Lana mineral	0,035					60		
Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 3		Total		
100%						75,0 cm		
Suplemento al valor-U		W/(m²K)		Valor-U: 0,107		W/(m²K)		

Nr. elem. cons.	Denominación de elemento constructivo					¿Aislamiento interior?		
6						<input type="checkbox"/>		
Resistencia térmica superficial [m²K/W]		interior R _{si} :		exterior R _{se} :				
Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(mK)]	Espesor [mm]		
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								
8.								
Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 3		Total		
100%								
Suplemento al valor-U		W/(m²K)		Valor-U: <input type="text"/>		W/(m²K)		

Nr. elem. cons.	Denominación de elemento constructivo					¿Aislamiento interior?		
7						<input type="checkbox"/>		
Resistencia térmica superficial [m²K/W]		interior R _{si} :		exterior R _{se} :				
Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(mK)]	Espesor [mm]		
1.								
2.								

Edificio: **Percepi Passivhaus**

Demanda de calefacción:

5

kWh/(m²a)

Gradso-hora de calefacción

Clima:		[ESI] - Valladolid, Valladolid D2	
Orientación de la superficie de la ventana	Radiación global (puntos cardinales)	Sombras	Suavidad
máx.:	kWh/(m ² a)	0,75	0,95
Norte	125	0,71	0,95
Este	282	1,00	0,95
Sur	558	0,94	0,95
Oeste	283	0,83	0,95
Horizontal	472	1,00	0,95
Total ó valor promedio de todas las ventanas			
		0,90	0,95

Valor g	Factor de reducción para radiación solar	Superficie de ventana	Valor-U de ventana	Superficie de acristalamiento	Radiación global promedio
0,50	0,38	5,64	0,66	3,75	125
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	282
0,50	0,56	9,96	0,63	7,35	558
0,50	0,46	6,56	0,65	4,52	283
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	472
Total ó valor promedio de todas las ventanas		22,16	0,64	15,61	

Ir a lista de acristalamientos

Ir a lista de marcos de ventana

Perdidas por transmisión		Ganancias de calor por radiación solar	
kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
217	0	134	0
365	0	1566	0
248	0	426	0
0	0	0	0
830		2117	

Cantidad	Determinación	Desviación con respecto al norte	Ángulo de inclinación respecto a la horizontal	Orientación	Medidas hueco de albatilera		Instalado en	Acristalamiento	Marco	Valor g	Valores-U	Borde de vidrio	Situación de instalación				Superficie de ventana	Superficie de acristalamiento	Resultados			
					Anchura	Altura							Selección a partir de hoja 'Superficies'	Selección a partir de hoja 'Componentes'	Selección a partir de hoja 'Componentes'	Radiación perpendicular			Acristalamiento	Marco (pro-medio)	W/(mK) (pro-medio)	Izquierda
1	Norte planta baja	0	90	Notte	2,400	1,200	Orden COMO EN LISTA	Orden COMO EN LISTA	Orden COMO EN LISTA	0,50	0,53	0,049	1	0	1	1	2,9	1,90	0,66	66%	111	66
1	Norte primer piso	0	90	Notte	1,200	2,300	1-Marco exterior norte	4i77g83 SaintGobain Glass Germany - 5 Triad PU estándar en madera	4i77g83 SaintGobain Glass Germany - 5 Triad PU estándar en madera	0,50	0,53	0,049	1	0	1	1	2,8	1,85	0,66	67%	106	68
1	Oeste planta baja	270	90	Oeste	1,650	2,300	2-Marco exterior oeste	4i77g83 SaintGobain Glass Germany - 5 Triad PU estándar en madera	4i77g83 SaintGobain Glass Germany - 5 Triad PU estándar en madera	0,50	0,53	0,049	1	0	1	1	2,8	1,85	0,66	67%	106	156
1	Oeste primer piso	270	90	Oeste	2,400	0,700	2-Marco exterior oeste	4i77g83 SaintGobain Glass Germany - 5 Triad PU estándar en madera	4i77g83 SaintGobain Glass Germany - 5 Triad PU estándar en madera	0,50	0,53	0,049	1	0	1	1	3,8	2,67	0,64	70%	141	271
1	Sur planta baja	180	90	Sur	3,600	2,300	3-Marco exterior sur	4i77g83 SaintGobain Glass Germany - 5 Triad PU estándar en madera	4i77g83 SaintGobain Glass Germany - 5 Triad PU estándar en madera	0,50	0,53	0,049	1	1	1	1	1,7	0,83	0,72	49%	71	163
1	Sur primer piso	180	90	Sur	3,500	1,350	3-Marco exterior sur	4i77g83 SaintGobain Glass Germany - 5 Triad PU estándar en madera	4i77g83 SaintGobain Glass Germany - 5 Triad PU estándar en madera	0,50	0,53	0,049	1	0	1	1	8,3	6,52	0,61	79%	294	1393

Edificio:

Superficie de referencia energética A _{SRE}	m ²	156	(Hoja 'Superficies')
Altura de la habitación h	m	2,50	
Volumen de aire interior ventilación (A _{SRE} th) = V	m ³	390	(Hoja 'Calefacción anual')

Tipo de sistema de ventilación

- Ventilación equilibrada tipo Passivhaus *Marque con una cruz*
- Sólo aire de extracción

Tasa de renovación de aire por infiltración

Coeficientes de protección al viento e y f		
Coeficiente e de clase de protección de viento	Varios lados expuestos al viento	Sólo un lado expuesto al viento
	Sin protección de viento	0,10
Protección de viento moderada	0,07	0,02
Protección de viento alta	0,04	0,01
Coeficiente f	15	20

Coeficiente de protección de viento e	P/ demanda anual		P/ periodo calefacción:		Volumen de aire neto para el ensayo de presión V _{n50}	Permeabilidad del aire q ₅₀
	1/h	0,22	0,22	480 m ³		
		0,07	0,18			
Coeficiente de protección de viento f		15	15			
Tasa renovación aire ensayo presión n ₅₀	1/h	0,22	0,22			0,29 m ³ /(h·m ²)
Exceso de aire de extracción	1/h	0,00	0,00			
Tasa renovación aire por infiltración n _{V,Infiltración}	1/h	0,019	0,047			

Selección de los datos de la ventilación - Resultados

El PHPP ofrece dos métodos posibles para la Planificación de los caudales de aire y la elección del aparato de ventilación. Con la Planificación estándar se puede calcular las renovaciones de aire para edificios residenciales y un aparato de ventilación como máximo. En la hoja 'Ventilación ad' se pueden considerar hasta 10 aparatos de ventilación. Los caudales de aire se pueden calcular por habitación o por zonas. Favor de seleccionar aquí el método de diseño.

Aparato de ventilación / Eficiencia de recuperación de calor	Renovación de aire media	Tasa de renovación de aire media	Exceso de aire de extracción	Valor de eficiencia de RC efectiva de ventilación	Potencia específica	Valor de eficiencia de RC efectiva del ITA
	m ³ /h	1/h	1/h	[-]	Wh/m ³	
<input checked="" type="checkbox"/> Diseño estándar <i>(Hoja 'Ventilación', ver abajo)</i>	117	0,30	0,00	82,2%	0,40	49,7%
<input type="checkbox"/> Aparatos de ventilación múltiples, NR <i>(Hoja 'Vent-Adicional')</i>						

Eficiencia del intercambiador tierra-aire (ITA) η*ITA

DATOS ESTÁNDAR PARA VENTILACIÓN EQUILBRADA

Dimensionado de la ventilación para sistemas con un solo aparato

Ocupación	m ² /pers.	35			
Cantidad de personas	P	4,5			
Aire de impulsión por persona	m ³ /(P*h)	30			
Demanda de aire de impulsión	m ³ /h	134			
Habitaciones de extracción de aire			Cocina	Baño	Baño (sólo ducha)
Cantidad			1	1	1
Demanda de extracción de aire por habitación	m ³ /h		60	40	20
Demanda total de aire de extracción	m ³ /h		140		
Caudal de aire de diseño (máx.)	m ³ /h		152		

Cálculo de la renovación de aire media

Tipos de operación	Horas diarias de funcionamiento h/d	Factores referenciados a Máximo	Caudal de aire		Renovación de aire	
			m ³ /h	1/h	m ³ /h	1/h
Máximo		1,00	152	0,39		
estándar	24,0	0,77	117	0,30		
Ventilación base		0,54	82	0,21		
min.		0,40	61	0,16		
Valor medio			117	0,30	Renovación de aire media (1/h)	

Selección de aparato de ventilación con recuperación de calor

<input type="checkbox"/>	Aparato en el interior de la envolvente térmica				
<input checked="" type="checkbox"/>	Aparato en el exterior de la envolvente térmica				
Selección del aparato de ventilación		Orden: COMO EN LISTA			
		01ud Aparato de recuperación de calor			
		Ir a lista de aparatos de ventilación			
		Eficiencia de RC efectiva Aparato η_{HR}	Introducción de potencia específica [Wh/m ³]	Rango de aplicación [m ³ /h]	Protección a la congelación necesaria
		0,83	0,40	n. a.	n. a.
					Ruido del aparato < 35dB(A)
					n. a.

Conductancia del ducto de aire de impulsión Ψ	W/(mK)	0,171	Cálculo, ver abajo
Longitud del ducto de aire de impulsión	m	1,1	
Conductancia del ducto de aire de extracción Ψ	W/(mK)	0,239	Cálculo, ver abajo
Longitud del ducto de aire de extracción	m	1,5	
Temp. del cuarto de instalaciones	°C	11	
(Sólo introducir si el aparato está ubicado en el exterior de la envolvente térmica)			
		Temperatura interior (°C)	20
		Temp. ext. media periodo calef. (°C)	7,5
		Temp. media superficie terreno (°C)	14,2

Valor efectivo de recuperación de calor $\eta_{HR,ef}$	82,2%	Ef. recuperación energía (humedad) η_{ERV}	
--	-------	---	--

Eficiencia del Recuperador del intercambiador geotérmico

Eficiencia del intercambiador tierra-aire (ITA)	η_{ITA}	93%
Eficiencia de recuperación de calor del ITA	η_{ITA}	50%

Cálculo secundario

Valor- Ψ del conducto de aire de admisión o de impulsión

Diámetro interior:	100	mm
Espesor del aislamiento:	150	mm
¿Reflectante? ¡indicarlo con una 'X'!		
<input checked="" type="checkbox"/>	Sí	
<input type="checkbox"/>	No	
Conductividad térmica	0,040	W/(mK)
Caudal de aire nominal	117	m ³ /h
$\Delta\theta$	9	K
Diámetro exterior del tubo	0,100	m
Diámetro exterior	0,400	m
α -interior	19,02	W/(m ² K)
α -Superficie	5,09	W/(m ² K)
Valor- Ψ	0,171	W/(mK)
Diferencia de temp. Superficial	0,241	K

Cálculo secundario

Valor- Ψ del conducto de aire de expulsión o de extracción

Diámetro interior:	125	mm
Espesor del aislamiento:	100	mm
¿Reflectante? ¡indicarlo con una 'X'!		
<input checked="" type="checkbox"/>	Sí	
<input type="checkbox"/>	No	
Conductividad térmica	0,040	W/(mK)
Caudal de aire nominal	117	m ³ /h
$\Delta\theta$	9	K
Diámetro exterior del tubo	0,125	m
Diámetro exterior	0,325	m
α -interior	12,73	W/(m ² K)
α -Superficie	5,27	W/(m ² K)
Valor- Ψ	0,239	W/(mK)
Diferencia de temp. Superficial	0,399	K

DEMANDA ANUAL DE CALEFACCIÓN (m. mensual)

(En esta hoja se muestran los totales para el periodo de calefacción del método mensual)

Clima: [ES] - Valladolid, Valladolid D2
 Edificio: Peral Passivhaus
 Capacidad específica: 204 Wh/(m²K)
 Temperatura interior: 20,0 °C
 Tipo de edificio: Viviendas pareadas
 Superficie de referencia energética A_{SRE}: 156,0 m²

Elemento constructivo	Zona de temperatura	Superficie m²	Valor-U W/(m²K)	Fact. red. Mensual	G _t kWh/a	Por m² de superficie de referencia energética	
Muro ext. - aire ext.	A	173,8	0,137	1,00	56	8,53	
Muro ext. - terreno	B			1,00			
Techo / cubierta - Aire ext.	A	86,2	0,304	1,00	56	9,38	
Solera / losa piso / forjado superior	B	80,9	0,291	1,00	20	3,08	
	A			1,00			
	A			1,00			
Ventanas	X			0,75			
	A			1,00			
Puerta exterior	A	22,2	0,644	1,00	56	5,11	
Puentes térmicos exteriores (longitudinal)	A	116,9	-0,030	1,00	56	-1,25	
Puentes térmicos perímetro (longitudinal)	P			1,00		0,00	
Puentes térmicos piso (longitudinal)	B	11,4	0,061	1,00	20	0,09	
Total						3892	24,9

Pérdidas de calor por transmisión Q_T

Caudal de aire efectivo V_v: 156 m³ * Altura libre habitación 2,50 m = 390 m³

Renovación de aire efectiva exterior n_{ventilación, efectiva}: 0,300 1/h * (1 - 93%) * (1 - 0,82) + 0,019 1/h = 0,023 1/h

Renovación de aire efectiva terreno n_{ventilación, terreno}: 0,300 1/h * (1 - 93%) * (1 - 0,82) = 0,050 1/h

Pérdidas de ventilación, exterior Q_{Vent,e}

V_v m³: 390 * n_{V,eq,frac} 1/h: 0,023 * C_{aire} Wh/(m³K): 0,33 * G_t kWh/a: 56 = 163 kWh/(m²a)

Pérdidas de ventilación, terreno Q_{Vent,ter}

V_v m³: 390 * n_{V,eq,frac} 1/h: 0,050 * C_{aire} Wh/(m³K): 0,33 * G_t kWh/a: 21 = 135 kWh/(m²a)

Pérdidas de calor ventilación Q_{Vent}

Total: 298 kWh/(m²a)

Pérdidas totales de calor Q_P

(Q_T 3892 + Q_{Vent} 298) * Factor de reducción Noche y fin de semana Ahorro 1,0 = 4190 kWh/(m²a)

Orientación de la superficie	Factor de reducción Compare c/ hoja 'Ventanas' (Radiación perpendicular)	Valor g kWh/a	Superficie m²	Radiación global kWh/(m²a)
Norte	0,38	0,50	5,6	107
Este	0,00	0,00	0,0	0
Sur	0,56	0,50	10,0	483
Oeste	0,46	0,50	6,6	226
Horizontal	0,00	0,00	0,0	370
Total superficies opacas				542

Ganancias de calor por radiación solar Q_S

Total: 2336 kWh/(m²a)

Ganancias internas de calor Q_i

kh/d: 0,024 * Duración período calefacción día: 151 * Potencia esp. q_i W/m²: 2,1 * A_{SRE} m²: 156,0 = 1187 kWh/(m²a)

Calor disponible Q_{disponible}: Q_S + Q_i = 3523 kWh/(m²a)

Relación entre el calor disponible y las pérdidas de: Q_{dis} / Q_P = 0,84

Aprovechamiento efectivo de las ganancias de calor η_G

= 95%

Ganancias de calor Q_G

η_G * Q_{dis} = 3361 kWh/(m²a)

Demanda de calefacción Q_{cal}

Q_P - Q_G = 828 kWh/(m²a)

Valor máx. permitido

kWh/(m²a): 15

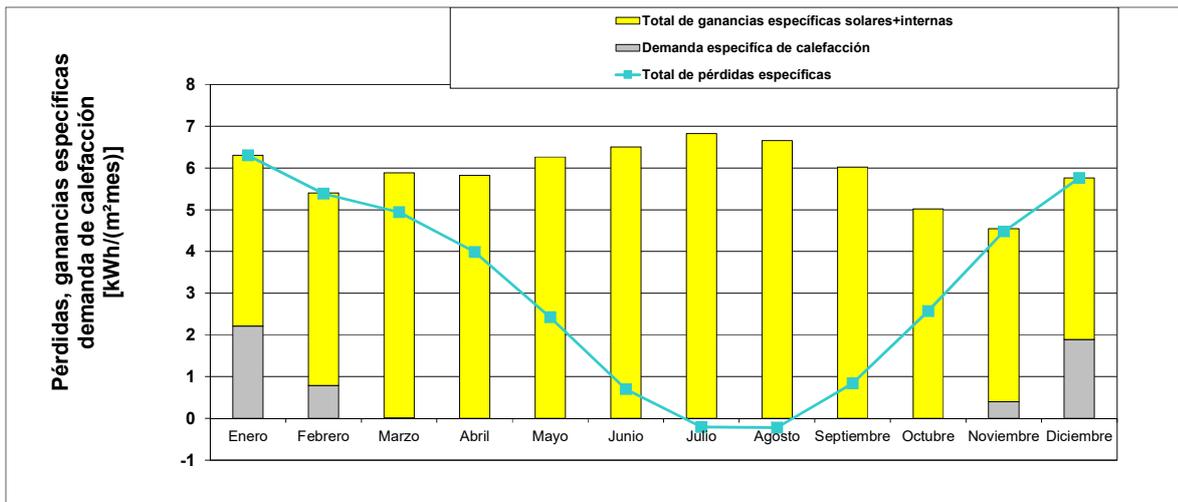
¿Requerimiento cumplido? **SÍ**

DEMANDA ESPECÍFICA ANUAL DE CALEFACCIÓN (método n)

Clima: [ES] - Valladolid, Valladolid D2
 Edificio: Peral Passivhaus

Temperatura interior: 20,0 °C
 Tipo de edificio: Viviendas pareadas
 Superficie de referencia energética A_{SRE}: 156 m²

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año	
Grados-hora de calefacción, exterior	13,3	11,0	9,7	7,6	4,5	0,8	-1,1	-0,9	1,7	5,7	9,7	12,3	74	kKh
Grados-hora de calefacción, terreno	4,6	4,7	5,2	4,5	2,6	1,4	0,4	-0,2	-0,2	0,3	2,3	3,6	29	kKh
Pérdidas al exterior	844	701	617	486	288	49	-70	-58	109	365	615	784	4728	kWh
Pérdidas hacia el terreno	139	139	154	136	90	60	38	23	22	36	84	114	1035	kWh
Total de pérdidas específicas	6,3	5,4	4,9	4,0	2,4	0,7	-0,2	-0,2	0,8	2,6	4,5	5,8	36,9	kWh/m ²
Ganancias solares - norte	18	23	32	40	49	55	53	42	33	26	18	16	404	kWh
Ganancias solares - este	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Ganancias solares - sur	240	290	346	287	265	254	282	324	346	298	248	223	3402	kWh
Ganancias solares - oeste	53	72	113	128	151	169	175	160	123	83	56	47	1327	kWh
Ganancias solares - horizontal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Ganancias solares - opaco	83	115	181	217	269	302	312	269	201	132	89	73	2244	kWh
Ganancias internas de calor (GIC)	244	220	244	236	244	236	244	244	236	244	236	244	2870	kWh
Total de ganancias específicas solares+internas	4,1	4,6	5,9	5,8	6,3	6,5	6,8	6,7	6,0	5,0	4,1	3,9	65,7	kWh/m ²
Grado de aprovechamiento	100%	100%	84%	68%	39%	11%	100%	100%	14%	51%	98%	100%	48%	
Demanda de calefacción	345	123	3	0	0	0	0	0	0	0	62	295	828	kWh
Demanda específica de calefacción	2,2	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,9	5,3	kWh/m ²



Demanda de calefacción: comparación

Método mensual (H. Calefacción)	828	kWh/a	5,3	kWh/(m ² a) referencia a superficie de referencia energética de acuerdo a PHPP
Método anual (H. Calef. anual)	1235	kWh/a	7,9	kWh/(m ² a) referencia a superficie de referencia energética de acuerdo a PHPP

Planificación Passivhaus: **DEMANDA ANUAL DE CALEFACCIÓN (método anual)**

Clima: [ES] - Valladolid, Valladolid D2
 Edificio: Peral Passivhaus

Temperatura interior: 20,0 °C
 Tipo de edificio: Viviendas pareadas

Superficie de referencia energética A_{SRE}: 156,0 m²

Elemento constructivo	Zona de temperatura	Superficie m²	Valor-U W/(m²K)	Fact temp. Ft	G _i kKh/a	kWh/a	Por m² de SRE	
Muro ext. - aire ext.	A	173,8	0,137	1,00	58,2	1385	8,88	
Muro ext. - terreno	B			0,41				
Techo / cubierta - Aire ext.	A	86,2	0,304	1,00	58,2	1523	9,76	
Solera / losa piso / forjado sanitario	B	80,9	0,291	0,41	58,2	566	3,63	
	A			1,00				
	A			1,00				
	X			0,75				
Ventanas	A	22,2	0,644	1,00	58,2	830	5,32	
Puerta exterior	A			1,00				
Puentes térmicos exteriores (longitud)	A	116,9	-0,030	1,00	58,2	-203	-1,30	
Puentes térmicos perímetro (longitud)	P			0,41			0,00	
Puentes térmicos piso (longitud en m)	B	11,4	0,061	0,41	58,2	17	0,11	
Total de superficies de la envolvente térmica		363,1					kWh/(m²a)	
Pérdidas de calor por transmisión Q_T						Total	4117	26,4

Sistema de ventilación:	Caudal de aire efectivo V _V m³	A _{SRE} m²	Altura libre habitación m	m³	
Rendimiento del recuperador de calor de la recuperación de calor	η _{ef} 82%	156,0	2,50	390,0	
Eficiencia de recuperación de calor del intercambiador tierra-aire (ITA)	η _{ITA} 50%				
Tasa de renovación de aire energéticamente efectiva n _{vent}	0,300	Φ _{RC} 0,91	n _{V,Res} 0,019	0,046	
	V _V m³	n _V 1/h	C _{aire} Wh/(m²K)	G _i kKh/a	
	390,0	0,046	0,33	58,2	
Pérdidas de calor por ventilación Q_{vent}					
				343	2,2

Pérdidas totales de calor Q _P	Q _T kWh/a	Q _V kWh/a	Noche y fin de semana Ahorro	kWh/a	kWh/(m²a)		
	4117	343	1,0	4460	28,6		
Orientación de la superficie	Factor de reducción	Valor g (Radiación perpendicular)	Superficie m²	Radiación global periodo calefacción kWh/(m²a)	kWh/a		
1. Norte	0,38	0,50	5,64	125	134		
2. Este	0,00	0,00	0,00	282	0		
3. Sur	0,56	0,50	9,96	558	1556		
4. Oeste	0,46	0,50	6,56	283	426		
5. Horizontal	0,00	0,00	0,00	472	0		
Ganancias de calor por radiación solar Q_S					Total	2117	13,6

Ganancias internas de calor (GICs) Q _I	Periodo calefacción anual kh/d	Potencia esp. q _I W/m²	A _{SRE} m²	kWh/a	kWh/(m²a)	
	0,024	179	156,0	1410	9,0	
Calor disponible Q _{disponible}				Q _S + Q _I =	3527	22,6
Relación entre calor disponible y pérdidas calor				Q _{disp} / Q _P =	0,79	
Aprovechamiento efectivo de las ganancias de calor η _G				(1 - (Q _{disp} / Q _P) ⁵) / (1 - (Q _{disp} / Q _P) ⁶) =	91%	
Ganancias de calor Q_G				η _G * Q _{disp} =	3225	20,7

Demanda de calefacción Q _{Cal}	Valor máx. permitido kWh/(m²a)	¿Requerimiento cumplido?
	15	Sí
Q _P - Q _G =		1235
		8

Planificación Passivhaus: **CARGA ESPECÍFICA DE CALEFACCIÓN**

Edificio: Peral Passivhaus	Tipo de edificio: Viviendas pareadas
Clima (carga de calefacción): [ES] - Valladolid, Valladolid D2	Superficie de referencia energética A _{SRE} : 156,0 m ² Temperatura interior: 20 °C

Situación meteorológica 1:	Temperatura de cálculo		Radiación:					W/m ²
	1,1	°C	Norte	Este	Sur	Oeste	Horizontal	
Situación meteorológica 2:	4,5	°C	20	44	123	49	78	W/m ²
Temp. del terreno considerada:	13,0	°C	12	13	19	14	26	W/m ²

Elemento constructivo	Zona de temperatura	m ²	W/(m ² K)	Valor-U	Factor	Dif. de temperatura 1	Dif. de temperatura 2	P _T ¹	P _T ²
				Siempre 1 (excepto "X")	K	K	W	W	
1. Muro ext. - aire ext.	A	173,8	0,137	1,00	18,9	15,5	450	369	
2. Muro ext. - terreno	B			1,00	7,0	7,0			
3. Techo / cubierta - Aire ext.	A	86,2	0,304	1,00	18,9	15,5	495	406	
4. Solera / losa piso / forjado	B	80,9	0,291	1,00	7,0	7,0	165	165	
5.	A			1,00	18,9	15,5			
6.	A			1,00	18,9	15,5			
7.	X			0,75	18,9	15,5			
8. Ventanas	A	22,2	0,644	1,00	18,9	15,5	270	221	
9. Puerta exterior	A			1,00	18,9	15,5			
10. Puentes térmicos exteriores (lc)	A	116,9	-0,030	1,00	18,9	15,5	-66	-54	
11. Puentes térmicos perímetro (lc)	P			1,00	7,0	7,0			
12. Puentes térmicos piso (longitudinal)	B	11,4	0,061	1,00	7,0	7,0	5	5	
13. Muro divisorio entre viviendas	I	108,3	0,237	1,00	3,0	3,0	77	77	

Carga de calor por transmisión P_T

Total = **1396** W o bien **1188** W

Sistema de ventilación:

Caudal de aire efectivo V_v = **156,0** m³ * Altura libre de la habitación = **2,50** m = **390** m³

eficiencia del recuperador de calor del intercambiador de calor η_{HR} = **82%** eficiencia del ITA = **93%** Eficiencia recuperación calor ITA η_{ITA}¹ = **64%** o bien η_{ITA}² = **58%**

Tasa de renovación de aire energéticamente efectiva n_{vent} = **0,047** + **0,300** * (1 - **0,94** o bien **0,93**) = **0,066** o bien **0,070**

Carga de calor ventilación P_{Vent}

V_v = **390,0** m³ n_v = **0,066** 1/h o bien **0,070** 1/h C_{aire} = **0,33** Wh/(m³K) Dif. de temperatura 1 = **18,9** K o bien **15,5** K

P_P¹ = **162** W o bien P_P² = **139** W

Total de cargas de calor P_P

P_T + P_{Vent} = **1558** W o bien **1328** W

Orientación de la superficie	Superficie m ²	Valor g (Radiación perpendicular)	Factor de reducción (Compare hoja 'Ventanas')	Radiación 1 W/m ²	Radiación 2 W/m ²	P _T ¹ W	P _T ² W
1. Norte	5,6	0,5	0,38	20	12	21	12
2. Este	0,0	0,0	0,40	44	13	0	0
3. Sur	10,0	0,5	0,56	123	19	343	53
4. Oeste	6,6	0,5	0,46	49	14	74	22
5. Horizontal	0,0	0,0	0,40	78	26	0	0

Cargas térmicas solares P_S

Total = **438** W o bien **87** W

Carga interna de calor P_I

Potencia específica = **1,6** W/m² A_{SRE} = **156** m² P_I¹ = **250** W o bien P_I² = **250** W

Cargas térmicas (ganancias) P_G

P_{Acum} + P_I = **688** W o bien **337** W

P_P - P_G = **870** W o bien **991** W

Carga de calefacción P_{Cal}

= **991** W

Carga de calefacción específica PH / A_{TFA}

= **6,4** W/m²

Introducción temp. máx. aire impulsión = **52** °C Temp. máx. aire impulsión θ_{admis,máx} = **52** °C Temp. del aire de impulsión sin aporte de calor adicional = **18,8** °C θ_{admis,min} = **18,8** °C

Para comparar: carga máx. de calor transportable a través del aire impulsión P_{Impuls:Max}

= **1280** W específico: **8,2** W/m²

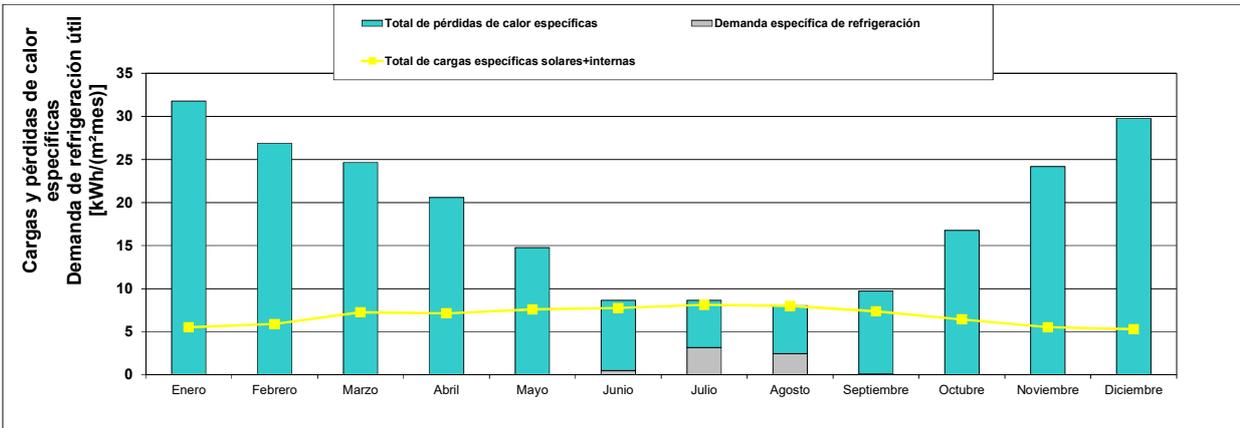
¿Calefactable a través del aire de impulsión? **SI**

DEMANDA ESPECÍFICA REFRIGERACIÓN ÚTIL

Clima: **[ES] - Valladolid, Valladolid D2**
 Edificio: **Peral Passivhaus**

Temperatura interior: **25** °C
 Tipo de edificio: **Viviendas pareadas**
 Superficie de referencia energética A_{RE}: **156** m²

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año	
Grados-hora de calefacción, exterior	17,0	14,4	13,5	11,3	8,3	4,4	2,7	2,9	5,4	9,5	13,3	16,1	119	kKh
Grados-hora de calefacción, terreno	8,3	8,0	8,9	8,1	6,3	5,0	4,1	3,5	3,4	4,1	5,9	7,3	73	kKh
Pérdidas exterior	2389	2014	1846	1534	1079	515	253	283	669	1272	1839	2250	15943	kWh
Pérdidas hacia el terreno	495	460	510	480	446	404	393	379	366	392	428	470	5223	kWh
Pérdidas ventilación en verano	2073	1716	1490	1199	778	351	209	208	467	953	1504	1922	12869	kWh
Total de pérdidas de calor específicas	31,8	26,9	24,6	20,6	14,8	8,1	5,5	5,6	9,6	16,8	24,2	29,8	218,2	kWh/m²
Cargas solares norte	10	13	18	22	28	31	30	24	19	14	10	9	227	kWh
Cargas solares este	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Cargas solares sur	248	300	357	297	274	262	291	334	357	308	257	231	3517	kWh
Cargas solares oeste	50	69	108	122	144	161	167	152	118	79	53	45	1267	kWh
Cargas solares horizontales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Cargas solares elementos opacos	83	115	181	217	269	302	312	269	201	132	89	73	2244	kWh
Ganancias internas de calor (GIC)	470	424	470	454	470	454	470	470	454	470	454	470	5529	kWh
Total de cargas específicas solares+internas	5,5	5,9	7,3	7,1	7,6	7,8	8,1	8,0	7,4	6,4	5,5	5,3	82,0	kWh/m²
Grado de aprovechamiento de pérdidas de calor	17%	22%	29%	35%	51%	89%	91%	99%	75%	38%	23%	18%	35%	
Demanda total de refrigeración	0	0	0	0	0	0	80	493	384	16	0	0	973	kWh
Demanda específica de refrigeración	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	3,2	2,5	0,1	0,0	0,0	0,0	6,2	kWh/m²
Demanda específica de deshumidificación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	kWh/m²
Proporción sensible	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	



(En esta hoja se muestran los totales para el periodo de refrigeración del método mensual)

Clima:	[ES] - Valladolid, Valladolid D2	Tipo de edificio:	Viviendas pareadas
Edificio:	Peral Passivhaus	Superficie de referencia energética A _{SRE} :	156,0 m²
Temperatura interior verano:	25 °C	Volumen del edificio:	390 m³
Humedad nominal:	12 g/kg	Fuentes internas de humedad:	2,0 g/(m³h)
Capacidad específica:	204 Wh/(m³K)		

Elemento constructivo	Zona de temperatura	Superficie m²	Valor-U W/(m²K)	Factor de reducción mensual	G _i kWh/a	=	kWh/a	Por m² de superficie de referencia energética	
1. Muro ext. - aire ext.	A	173,8	0,137	1,00	24	=	563	3,61	
2. Muro ext. - terreno	B			1,00		=			
3. Techo / cubierta - Aire ext.	A	86,2	0,304	1,00	24	=	619	3,97	
4. Solera / losa piso / forjado	B	80,9	0,291	1,00	22	=	527	3,38	
5.	A			1,00		=			
6.	A			1,00		=			
7.	X			0,75		=			
8. Ventanas	A	22,2	0,644	1,00	24	=	338	2,16	
9. Puerta exterior	A			1,00		=			
10. Puentes térmicos exteriores (I)	A	116,9	-0,030	1,00	24	=	-82	-0,53	
11. Puentes térmicos perímetro (I)	P			1,00		=		0,00	
12. Puentes térmicos piso (longitud)	B	11,4	0,061	1,00	22	=	16	0,10	
							Total	1980	12,7

Pérdidas de calor por transmisión Q_T (negativo= cargas de calor)

Ventilación verano

De hoja "Ventilación-V"

Valores conductancia ap. de ventilación exterior H _{v,e}	0,5 W/K
Sin RC	2,7 W/K
Terreno HV,g	6,5 W/K
Sin RC	36,4 W/K
Valor de referencia de la ventilación, otros Exterior	81,9 W/K

Parámetros de la ventilación	
Fluctuación diaria de la temperatura en verano	10,0 K
Temperatura interior mínima permitida	22,0 °C
Capacidad térmica aire	0,33 Wh/(m³K)
Renovación de aire de impulsión	0,30 1/h
Renovación de aire exterior	0,64 1/h
Renov. aire p/ ventilación noct. ventanas, manual @ 1K	0,45 1/h
Renovación aire ventilación mecánica controlada	0,00 1/h
Consumo energético específico para:	1,00 Wh/m³
η _{HR}	82%
η _{ERV}	0%
η _{ITA}	93%

Regulación de la ventilación en verano	
Ninguno	RC/RH
Regulable según temp.	
Regulable según entalpía	
Siempre	
Regulable según temp.	Ventilación adicional
Regulable según humedad	

Renovación higiénica del aire

Renovación de aire efectiva exterior n_{vent,ext,efectiva}

Renovación de aire efectiva terreno n_{vent,terreno}

n _{vent,ext} 1/h	0,304	η _{ITA}	93%	T _{br} (Consideración de bypass)	0,00	n _{vent,ext} 1/h	0,636	n _{vent,frac} 1/h	0,658
	0,304		93%		0,00				0,283

Pérdidas ventilación, ext. Q_{Vent,e}

Pérdidas ventilación, terreno Q_{Vent,ter}

Pérdidas ventilación adicional verano

V _v m³	390	n _{vent,frac} 1/h	0,658	c _{aire} Wh/(m³K)	0,33	G _i kWh/a	16	kWh/a	1361	kWh/(m²a)	8,7
	390		0,283		0,33		40		1446		9,3
	390		0,523		0,33		30		2013		12,9

Pérdidas de calor ventilación Q_{Vent}

Total 4821 kWh/a, 30,9 kWh/(m²a)

Pérdidas totales de calor Q_p

Q_T 1980 kWh/a + Q_{Vent} 4821 kWh/a = 6801 kWh/a, 43,6 kWh/(m²a)

Orientación de la superficie	Factor de reducción	Valor g (Radiación perpendicular)	Superficie m²	Radiación global kWh/(m²a)	=	kWh/a
1. Norte	0,21	0,50	5,6	216	=	130
2. Este	0,40	0,00	0,0	514	=	0
3. Sur	0,58	0,50	10,0	527	=	1519
4. Oeste	0,44	0,50	6,6	516	=	741
5. Horizontal	0,40	0,00	0,0	943	=	0
6. Total superficies opacas					=	1353

Ganancias de calor por radiación solar Q_S

Total 3744 kWh/a, 24,0 kWh/(m²a)

Ganancias internas de calor Q_i

Duración del periodo de refrigeración kh/d	0,024	Botencia específica q _i W/m²	153	A _{SRE} m²	4,0	A _{SRE} m²	156,0	kWh/a	2318	kWh/(m²a)	14,9
--	-------	---	-----	---------------------	-----	---------------------	-------	-------	------	-----------	------

Total de cargas de calor Q_{disp}

Q_S + Q_i = 6062 kWh/a, 38,9 kWh/(m²a)

Relación entre pérdidas y calor disponible Q_p / Q_{Disp} = 1,12

Aprovechamiento efectivo de las pérdidas de calor η_{aprov} = 75%

Pérdidas de calor aprovechables Q_{P,aprov}

η_G · Q_P = 5088 kWh/a, 32,6 kWh/(m²a)

Demanda de refrigeración Q_{REF}

Q_G - Q_{P,aprov} = 973 kWh/a, 6 kWh/(m²a)

Valor máx. permitido

15 kWh/(m²a)

¿Requerimiento cumplido?

si

Edificio:	Peral Passivhaus
Clima (carga de calefacción):	[ES] - Valladolid, Valladolid D2

Tipo de edificio:	Viviendas pareadas		
Superficie de referencia energética A _{SRE} :	156,0	m²	Temperatura interior: 25 °C
Volumen del edificio:	390	m³	Capacidad esp.: 204 Wh/(m²·K)
			Humedad nominal: 12,0 g/kg
			Fuentes internas de humedad: 2,0 g/kg

Temperatura:	Aire admisión	Punto rocío	Cielo
Clima 1:	29,7 °C	12,8	8,9 °C
Clima 2:	29,7 °C	12,8	12,8 °C
Temp. del terreno considerada	20,3 °C	ITA	14,2 °C

Radiación	Norte	Este	Sur	Oeste	Horizontal	Fuentes internas de humedad:
	91	195	188	195	348	2,0 W/m²
	91	195	188	195	348	W/m²

Elemento constructivo	Zona de temperatura	Superficie m²	Valor-U W/(m²K)	Factor Siempre 1 (excepto "X")	Dif. de temperatura 1 K	Dif. de temperatura 2 K	P _T ¹ W	P _T ² W
1. Muro ext. - aire ext.	A	173,8	0,137	1,00	4,7	4,7	111	111
2. Muro ext. - terreno	B			1,00	-4,7	-4,7		
3. Techo / cubierta - Aire ext.	A	86,2	0,304	1,00	4,7	4,7	123	123
4. Solera / losa piso / forjado sa	B	80,9	0,291	1,00	-4,7	-4,7	-111	-111
5.	A			1,00	4,7	4,7		
6.	A			1,00	4,7	4,7		
7.	X			0,75	4,7	4,7		
8. Ventanas	A	22,2	0,644	1,00	4,7	4,7	67	67
9. Puerta exterior	A			1,00	4,7	4,7		
10. Puentes térmicos exteriores (lon	A	116,9	-0,030	1,00	4,7	4,7	-16	-16
11. Puentes térmicos perímetro (lon	P			1,00	-4,7	-4,7		
12. Puentes térmicos piso (longitud	B	11,4	0,061	1,00	-4,7	-4,7	-3	-3
13. Muro divisorio entre viviendas	I	108,3	0,237	1,00	3,0	3,0	77	77
14. Corrección de radiación aire exterior			A _{exterior} WIK -8,6	4,7	4,7	4,7	-40	-40
15. Corrección de radiación cielo			A _{recibo} WIK 8,4	-16,1	4,7	-12,2	-136	-103
Total							71	104

Carga de calor por transmisión P_T

V _V m³	D _{V,eq,frac} f/h	D _{V,eq,frac} f/h	C _{aire} Wh/(m³K)	Dif. de temperatura 1 K	Dif. de temperatura 2 K	P _P ¹ W	P _P ² W
390	0,658	0,658	0,33	4,7	4,7	396	396
390	0,283	0,283	0,33	-10,8	-10,8	-394	-394
390	0,257	0,257	0,33	1,5	1,5	50	50
Total						52	52

Carga de calor ventilación P_{Vent}

Orientación de la superficie	Superficie m²	Valor g (Rad. perpendicular)	Factor de reducción (Compare hoja 'Ventanas')	Radiación 1 W/m²	Radiación 2 W/m²	P _T ¹ W	P _T ² W
1. Norte	5,6	0,5	0,21	91	91	55	55
2. Este	0,0	0,0	0,40	195	195	0	0
3. Sur	10,0	0,5	0,58	188	188	542	542
4. Oeste	6,6	0,5	0,44	195	195	280	280
5. Horizontal	0,0	0,0	0,40	348	348	0	0
6. Total superficies opacas						504	504
Total						1381	1381

Carga solar P_S

Potencia específica W/m²	A _{SRE} m²	P _I ¹ W	P _I ² W
4,0	156	631	631
P _T + P _{Vent} + P _{Acum} + P _I		2135	2168

Carga interna de calor P_I

Carga de refrigeración P_{ref}

Carga de refrigeración por área específica P_C / A_{SRE}

Introduzca la temperatura mínima del aire de impulsión	3 °C	Temperatura aire de impulsión sin refrigeración	q _{admis,min} 15,3 °C
Para comparar: carga de refrigeración, transportable a través del aire de impulsión P _{Imovuls,Max}	480 W	480 W	480 W
Específica:	3,1 W/m²	3,1 W/m²	3,1 W/m²

¿Aire acondicionado (refrigeración) posible a través del aire de impulsión? **no**

Elevación diaria de temperatura interior

Transmisión W	Ventilación W	Carga solar W	Tiempo h/d	Capacidad específica Wh/(m³K)	A _{SRE} m²	Resultado K
103,8	52,3	1380,6	24	204	156	1,2

Carga de humedad

De hoja 'Refrigeración'	Humedad abs. aire extracción 9,2 g/kg	Humedad abs. aire impulsión 9,2 g/kg	Flujo de aire exterior 293 kg/h	Flujo aire de impulsión 140 kg/h	Carga de hum. aire impuls. -390 g/h	Carga interna humedad 312 g/h	Entalpia de vaporización Wh/kg 707,639	g/kg 1000	Carga de humedad g/h -893	Carga de humedad g/h -893	P _D ¹ W 0	P _D ² W 0
	Flujo aire ventilación verano 0 g/h										0	0

Carga de humedad P_T

Carga de deshumidificación por área específica PT / A_{SRE}

Valores promedio mensuales

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Demanda específica de refrigeración	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	3,2	2,5	0,1	0,0	0,0	0,0
Demanda de deshumidificación específica	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Proporción sensible	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Cuota mínima de carga de refrigeración producida

100%

Edificio: Peral Passivhaus

Temperatura interior:	20	°C
Tipo de edificio:	Viviendas pareadas	
Superficie de referencia energética A _{SRE} :	156	m ²
Ocupación:	4,5	Personas
Nr. de viviendas:	14	
Demanda anual de calefacción Q _{cal} :	828	kWh/a
Duración de periodo de calefacción:	179	d
Carga media de calefacción P _{Med} :	0,2	kW
Aprovechamiento má ganancias de calor adicionales:	64%	

Red de calefacción

Longitud de las tuberías de distribución	A _{Cal} (Proyecto)	
Coefficiente de pérdida de calor por m de tubería	ψ (Proyecto)	
Temp. de la habitación por la que pasa la tubería	S _X Cuarto de máquinas	
Temp. de ida de diseño	θ _{da} Valor de ida de diseño	
Carga de calefacción de diseño	P _{Cal} (Disponible o calculado)	
Regulación de la temp. de ida (marcar una "x" si es el caso)		
Temp. de retorno de diseño	S _{vuelta}	= 0,714 * (J _{da} ²⁰) ²⁰
Emisión de calor anual por m de tubería	q [*] _{tub cal}	= Y (J _{med} ⁻³ X ¹) ^{0,024}
Grado de aprovechamiento posible de emisión de calor	η _G	
Pérdidas anuales	Q _{sub Cal}	= L _{Cal} * q [*] _{tub Cal} * (1 - η _G)
Pérdidas específicas	Q _{sub Cal}	= Σ Q _{tub Cal} / A _{SRE}
Rendimiento de la distribución de calor	e _{a,HL}	= (Q _{cal} + q [*] _{tub Cal}) / Q _{cal}

ACS: calor útil estándar

Consumo de ACS por persona y día (60 °C)	V _{ACS} (Proyecto o valor medio 25 litro/P/d)	
Temp. media de ida del agua fría	θ _{AF} Temperatura de agua potable (de hija 'Electricidad')	
Demanda no eléctrica de ACS de lavadoras y lavavajillas		
Calor útil ACS	Q _{ACS}	
Calor útil específico ACS	q _{ACS}	= Q _{TACS} / A _{SRE}

Distribución y acumulación de ACS

Longitud de las tuberías de circulación (ida + retorno)	L _{Circ} (Proyecto)	
Coefficiente de pérdida de calor por m de tubería	ψ (Proyecto)	
Temp. de la habitación por la que pasa la tubería	S _X Cuarto de máquinas	
Temp. de ida de diseño	θ _{da} Valor de ida de diseño	
Tiempo de funcionamiento de la circulación al día	t _{d,circ} (Proyecto)	
Temp. de retorno de diseño	S _{vuelta}	= 0,875 * (θ _{da} ²⁰) ²⁰
Tiempo de funcionamiento de la circulación al año	t _{a,circ}	= 365 t _{d,circ}
Emisión de calor anual por m de tubería	q [*] _{Circ}	= Y (J _{med} ⁻³ X ¹) ^{ic}
Grado de aprovechamiento posible de emisión de calor	η _{GACS}	= L _{Cal} ^{0,0654} * η _G
Pérdida de calor anual de las tuberías de circulación	Q _{Circ}	= L _Z * q [*] _Z * (1 - η _{GACS})
Longitud total de las tuberías individuales	L _{red} (Proyecto)	
Diámetro exterior del tubo	d _{Red} (Proyecto)	
Aperturas de grifo al día		
Días de uso anuales (d/a)		
Emisión de calor por cada apertura de grifo	q _{Individual}	= (C _{grifo} * V _{H2O} * (T _{grifo} - T _{amb}) * θ _{da} * θ _X)
Cantidad de aperturas de grifo por año	n _{grifo}	= n _{grifo} * d / n _{grifo} WE
Emisión de calor anual	Q _{Red}	= n _{grifo} * q _{Individual}
Grado aprovechamiento posible emisión de calor	η _{G_Red}	= L _{Cal} ^{0,0654} * η _G
Pérdida de calor anual de las tuberías individuales	Q _{Red}	= L _{Red} * q _{Red} * (1 - η _{G_Red})
Emisión media de calor acumulador/tanque	P _{Acum}	
Grado aprovechamiento posible emisión de calor	η _{G_Acum}	= L _{Cal} ^{0,06760} * η _G
Pérdidas de calor anuales por acumulador/tanque	Q _{Acum}	= P _{Acum} * 8.760 kh * (1 - η _{G_Tan})
Pérdidas totales del sistema de ACS	Q _{PC}	= Q _{Circ} + Q _{Red} + Q _{Tan}
Pérdidas específicas del sistema de ACS	q _{PC}	= Q _{PC} / A _{SRE}
Rendimiento Distribución-ACS y calentador	e _{a,WL}	= (Q _{TACS} + q _{PC}) / q _{TACS}
Demanda total de calor del sistema de ACS	Q _{totACS}	= Q _{TACS} + Q _{PC}
Demanda total específica del sistema de ACS	q _{totACS}	= Q _{TACS} / A _{SRE}

Localización			Total	m
Dentro envolvente térmica	Fuera de la envolvente térmica			
1	2	3		
13,50				
2,249				W/(mK)
2,0	11,0			°C
35,0				°C
2,0				kW
x				
30,7				°C
21				kWh/(m ² a)
64%				-
103	0	0	103	kWh/a
				kWh/(m ² a)
			112%	-
			25,0	Litros/pers/d
			14,2	°C
			321	kWh/a
			2483	kWh/a
				kWh/(m ² a)
				15,9

Dentro envolvente térmica	Fuera de la envolvente térmica		Total	
1	2	3		
13,5				m
2,249				W/mK
2,0	11,0			°C
35,0				°C
18,0				h/d
33				°C
6570				h/a
208				kWh/m ² a
32%				-
1918			1918	kWh/a
9,00				m
0,012				m
3	3	3		-
365	365	365		d
0,0121				kWh/apertura por grifo
349				Aperturas de grifo/año
4				kWh/a
32%				-
3			3	kWh/a
				W
			0	kWh/a
			1921	kWh/a
				kWh/(m ² a)
			177%	-
			4404	kWh/a
				kWh/(m ² a)
				28,2

Columna Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	8a	9	10	11	12	13	14
Uso	¿Existente? (1/0)	¿Dentro de la envolvente térmica?	Nr. de viviendas Personas Superficie habitable Demanda de calefac	Viviendas P m² KWh/(m²a)	Contribución solar de ACS para lavar rop: Rendimiento máximo ACS Rendimiento máximo calefacción	Valor de referencia	Energía útil (kWh/a)	Cuota eléctrica Cuota no eléctrica	Demanda de electricidad (kWh/a)	Demanda aumentada/reducida	Valor límite de eficiencia	Cuota de aportación solar	Demanda no eléctrica (kWh/a)	Demanda de energía primaria (kWh/a)	
			14 4,5 156 5		0% 105% 105%								2,6 1,1 1,1	KWh/kWh KWh/kWh	
	Lavavajillas	1	1	1,10	1,00	65	4,5	319	50%	159				414	
	Conexión ACS													240	
	Lavar ropa	1	1	0,95	1,00	57	4,5	241	55%	133	$(1+0,30) \cdot 1,05$	$(1-0,00)$	218	345	
	Conexión ACS													132	
	Secado de ropa:	1	1	0,00	0,88	57	4,5	0	0%	0	$(1+0,05) \cdot 1,05$	$(1-0,00)$	120	0	
	Tañido													0	
	Consumo energético por evaporación													130	
	Refrigerar	1	1	3,13	0,60	57	4,5	477	100%		$(1+0,00) \cdot 1,05$	$(1-0,76)$	119	0	
Congelador	1	1	0,28	1,00	365	14	1431	100%	1431				3720		
o combinaciones	0	0	0,55	0,90	365	14	2529	100%	2529				6577		
Cocinar con	1	1	0,70	1,00	365	14	0	100%	0				0		
Gas natural									0				0		
Iluminación	1	1	21	1,00	2,90	4,5	269	100%	269				613		
Electrónica	1	1	80	1,00	0,55	4,5	196	100%	196				699		
Aparatos pequeños, etc.	1	1	50	1,00	1,00	4,5	223	100%	223				510		
Total elect. aux.							755	100%	755				579		
Otros:													1963		
													0		
													0		
													0		
Total							6997	kWh					15923		
Valor caract.									36,5				6,5	102,1	
Valor máx. recomendado									18				50		

ACS no eléctrica lavar ropa y platos
 ACS no eléctrica ACS lavar ropa y platos
 No renovable y no eléctrico ACS lavar ropa y platos

ANEXO. PHPP
CASA MODA PASSIVHAUS

Casa Pasiva Comprobación



Arquitectura: Xavier Tragant Mestres de la Torre

Calle: C/Major Num. 56

CP / Ciudad: 08183 Castellcir

Provincia/País: Barcelona ES-España

Consultoría: Oliver Style - Progetic

Calle: C/Ramon Turro 100-104, 3-3

CP / Ciudad: 08005 Barcelona

Provincia/País: Barcelona ES-España

Año construcción: 2017

Nr. de viviendas: 1

Nr. de personas: 2,9

Temp. interior invierno [°C]: 20,0

Temp. interior verano [°C]: 25,0

Ganancias internas de calor (GIC); caso calefacción [W/m²]: 2,5

GIC caso refrigeración [W/m²]: 4,8

Capacidad específica [Wh/K por m² de SRE]: 60

Refrigeración mecánica:

Edificio: Casa - Montse & David

Calle: Avinguda del Jo, núm 11

CP / Ciudad: 08180 Moià

Provincia/País: Barcelona ES-España

Tipo de edificio: Habitatge unifamiliar

Datos climáticos: ud---06-ES0002c-Barcelona

Zona climática: 4: Cálido-templado Altitud de la localización: 702 m

Propietario / cliente: Montse Nuñez Lozano & David Montero Alonso

Calle: C/Remei, 56

CP / Ciudad: 08180 Moià

Provincia/País: Barcelona ES-España

Instalaciones: Progetic

Calle: C/Ramon Turro 100-104, 3-3

CP / Ciudad: 08005 Barcelona

Provincia/País: Barcelona ES-España

Certificación: Energiehaus Arquitectos SLP

Calle: C/Ramon Turro 100-104, 3-3

CP / Ciudad: 08005 Barcelona

Provincia/País: Barcelona ES-España

Valores específicos referenciados a la superficie de referencia energética

Superficie de referencia energética		m²	141,6	Criterios alternativos		¿Cumplido? ²	
Calefacción	Demanda de calefacción	kWh/(m²a)	12,2	≤	15	-	Sí
	Carga de calefacción	W/m²	16,8	≤	-	10	
Refrigeración	Demanda refrigera. & deshum.	kWh/(m²a)	-	≤	-	-	-
	Carga de refrigeración	W/m²	-	≤	-	-	-
	Frecuencia de sobrecalentamiento (> 25 °C)	%	9,6	≤	10		Sí
	Frecuencia excesivamente alta humedad (> 12 g/kg)	%	17	≤	20		Sí
Hermeticidad	Resultado ensayo presión n ₅₀	1/h	0,6	≤	0,6		Sí
Energía Primaria no renovable (EP)	Demanda EP	kWh/(m²a)	108	≤	-		-
Energía Primaria Renovable (PER)	Demanda PER	kWh/(m²a)	43	≤	60	60	Sí
	Generación de Energía Renovable	kWh/(m²a)	0	≥	-	-	

² Celda vacía: Falta dato; '-': No requerimiento

Confirmando que los valores aquí presentados han sido determinados siguiendo la metodología de PHPP y están basados en los valores característicos del edificio. Los cálculos de PHPP están adjuntos a esta comprobación.

¿Casa Pasiva Classic?

Sí

Función:

1-Diseñador

Nombre:

Xavier

Apellido:

Tragant Mestres de la Torre

Firma:

Fecha emisión:

03/05/17

Ciudad:

Barcelona

Project data imported from designPH 1.1.5

Código desplegado PHPP9:

287918314_131115_PEPES_es09

Datos climáticos

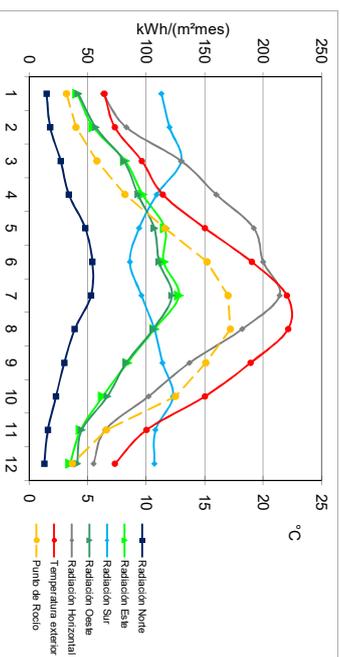
Casa - Montse & David / Clima: ES0002c-Barcelona / SRE: 142 m² / Calefacción: 12,2 kWh/(m²a) / Frec. sobrecalentamiento: 10 % / PER: 43 kWh/(m²a)

Casa Pasiva con PHPP Versión 9.3

Selección de los datos climáticos	
País:	ud-Datos propios del usuario
Región:	Todas
1-Orden alfabético:	ud-06-ES0002c-Barcelona
Datos climáticos:	ud-06-ES0002c-Barcelona
Zona climática:	4: Cálido-templado
Altitud:	40,0 m
Ubicación del edificio:	702 m

Visión general de los resultados	
Demanda de calefacción	12,2 kWh/(m ² a)
Carga de calefacción	16,8 W/m ²
Frecuencia sobrecalentamiento	9,6 %
Refrigeración sensible	5,3 kWh/(m ² a)
Refrigeración latente	2,9 kWh/(m ² a)
Carga de refrigeración	- W/m ²
Demanda PER	43,0 kWh/(m ² a)

Datos calefacción Datos para método mensual		Método anual		Calefacción		Refrigeración	
Período calef. / refriq.	168	243	365	d/a			
Grados hora calef. / refriq.	48	58	-102	kWh/a			
Radiación Norte	105	194	370	kWh/(m ² a)			
Radiación Este	302	527	959	kWh/(m ² a)			
Radiación Sur	608	904	1307	kWh/(m ² a)			
Radiación Oeste	308	539	963	kWh/(m ² a)			
Radiación Horizontal	473	850	1583	kWh/(m ² a)			



Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Carga de calefacción		Carga de refrigeración		PER	
Días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31	Sit. met. 1	Sit. met. 2	Sit. met. 1	Sit. met. 2	factores
ud-06-ES0002c-Barcelona	Latitud °	41,4	Longitud °	2,1	Altitud [m]	40	Fluctuación diaria temperatura en verano [K]	7,0						Radiación: [W/m ²]		Radiación: [W/m ²]		
° C	Temperatura exterior	6,4	7,3	9,6	11,4	15,0	22,0	22,1	18,9	15,0	10,0	7,3	-2,7	1,3	23,7	23,4	1,00	Electrid. doméstica
kWh/(m ² mes)	Radiación exterior	15	18	27	34	48	53	39	30	23	16	13	20	15	79	56	1,00	ACS
kWh/(m ² mes)	Radiación Norte	41	55	82	97	116	128	107	84	63	44	35	35	30	203	167	1,00	Calefacción
kWh/(m ² mes)	Radiación Sur	113	120	130	109	94	96	107	114	123	108	107	80	30	178	234	1,00	Refrigeración
kWh/(m ² mes)	Radiación Este	42	57	81	93	107	122	106	83	67	45	41	41	20	204	176	1,00	Refrigeración
kWh/(m ² mes)	Radiación Oeste	63	83	130	160	192	214	182	137	102	65	55	55	30	348	275		Refrigeración
° C	Punto de Rocio	3,2	4,0	5,8	8,2	11,6	17,0	17,2	15,1	12,5	6,6	3,7			18,2	16,0		
° C	Temperatura del cielo	-3,8	-2,7	-0,7	2,0	5,0	12,1	12,6	11,2	6,0	1,2	-3,2			16,0	16,0		
° C	Temperatura terreno	13,1	11,9	11,6	12,3	13,8	18,2	19,4	19,7	18,4	16,8	14,9	11,6	11,6	19,7	19,7		
Comentario:																		

Valor-U de los sistemas constructivos

Casa Pasiva con PHPP Versión 9.3

Casa - Montse & David / Clima: ES0002c-Barcelona / SRE: 142 m² / Calefacción: 12,2 kWh/(m²a) / Frec. sobrecalentamiento: 10 % / PER: 43 kWh/(m²a)

Cálculo secundario: Conductividad térmica equivalente de los espacios de aire en calma -> (a la derecha)

Capas en forma de cuña (aislamiento con pendiente)

Capas de aire sin ventilar y áticos no calefactados

Nr. elem. cons.	Denominación de elemento constructivo		¿Aislamiento interior?			
01ud	façana SATE					
Resistencia térmica superficial [m ² K/W]						
Inclinación del elemento	0,13	interior R _{si}	0,13			
Adyacente a	0,04	exterior R _{se}	0,04			
Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(mK)]	Espesor [mm]
Arrebossat	0,800					10
Aïllament SATE Diffutherm	0,043					60
Aïllament cel·lulosa Steico Floc	0,033	Estructura fusta	0,130			200
Tauler OSB	0,130					18
Aïllament Geopanel ThermPYL	0,031			Llistons de fusta	0,130	50
Placa Fermacell	0,320					13
Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 3		Total
69%		22,9%		8,0%		35,1 cm
Suplemento al valor-U		0,01 W/(m ² K)		Valor-U:		0,151 W/(m ² K)

Nr. elem. cons.	Denominación de elemento constructivo		¿Aislamiento interior?			
02ud	coberta		0			
Resistencia térmica superficial [m ² K/W]						
Inclinación del elemento	0,10	interior R _{si}	0,10			
Adyacente a	0,10	exterior R _{se}	0,10			
Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(mK)]	Espesor [mm]
Tauler fusta tricapa avet	0,130					15
Aïllament Geopanel ThermoPYL	0,031			Llistons de fusta	0,130	60
Tauler fusta DFP	0,170					16
Aïllament cel·lulosa Steico Floc	0,033	Estructura de fusta	0,150			280
Taluer OSB	0,130					18
EPDM	0,250					1
XPS Ursa NIII i [2 x 50mm]	0,034					100
Graves	1,200					100
Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 3		Total
67%		23,5%		9,0%		59,0 cm
Suplemento al valor-U				Valor-U:		0,099 W/(m ² K)

Nr. elem. cons.	Denominación de elemento constructivo		¿Aislamiento interior?			
03ud	Solera		0			
Resistencia térmica superficial [m ² K/W]						
Inclinación del elemento	0,17	interior R _{si}	0,17			
Adyacente a	0,00	exterior R _{se}	0,00			
Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(mK)]	Espesor [mm]
Formigó de neteja	2,000					100
Graves	1,200					100
XPS Ursa NIII i [2 x 80mm]	0,034					160
Formigó	2,500					150
Aïllament Geopanel ThermoPYL	0,031	Llistons fusta	0,130			80
Paviment fusta de Castanyer	0,180					20
Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 3		Total
90%		10,0%				61,0 cm
Suplemento al valor-U				Valor-U:		0,137 W/(m ² K)

Nr. elem. cons.		04ud façana fusta ventilada				¿Aislamiento interior?
		Resistencia térmica superficial [m ² K/W]				
Inclinación del elemento	0,13	interior R _{si}	0,13			
Adyacente a	0,13	exterior R _{se}	0,13			
Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(mK)]	Espesor [mm]
Tauler Isolair Pavatex	0,047					20
Aïllament cel·lulosa Steico Floc	0,038	Estructura de fusta	0,130			200
Tauler OSB	0,130					18
Aïllament Geopanel ThermPYL	0,031			Llistons de fusta	0,130	50
Placa Fermacell	0,320					13
Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 3		Total
69%		22,9%		8,0%		30,1 cm
Suplemento al valor-U		0,01 W/(m ² K)		Valor-U:		0,174 W/(m ² K)

Nr. elem. cons.		05ud sostre exterior				¿Aislamiento interior?
		Resistencia térmica superficial [m ² K/W]				
Inclinación del elemento	3-Suelo	interior R _{si}	0,13			
Adyacente a	1-Aire exterior	exterior R _{se}	0,04			
Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(mK)]	Espesor [mm]
Lames fusta Castanyer	0,180					20
Aïllament Geopanel ThermPYL	0,031			Llistons de fusta	0,130	80
Tauler OSB	0,130					18
Aïllament cel·lulosa Steico Floc	0,038	Estructura de fusta	0,130			240
Tauler OSB	0,130					18
Aïllament Geopanel ThermPYL	0,031			Llistons de fusta	0,130	40
Tauler fusta tricapa avet	0,130					15
Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 3		Total
66%		26,3%		8,0%		43,1 cm
Suplemento al valor-U				Valor-U:		0,121 W/(m ² K)

Nr. elem. cons.		06ud Façana a garatge				¿Aislamiento interior?
		Resistencia térmica superficial [m ² K/W]				
Inclinación del elemento	0,13	interior R _{si}	0,13			
Adyacente a	0,08	exterior R _{se}	0,08			
Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(mK)]	Espesor [mm]
Placa Fermacell	0,320					13
Aïllament Geopanel ThermPYL	0,031			Llistons de fusta	0,130	50
Tauler OSB	0,130					18
Aïllament cel·lulosa Steico Floc	0,038	Estructura de fusta	0,130			200
Tauler Isolair Pavatex	0,047					20
Aïllament Geopanel ThermPYL	0,031			Llistons de fusta	0,130	50
Placa Fermacell	0,320					25
Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 3		Total
76%		16,0%		8,0%		37,6 cm
Suplemento al valor-U				Valor-U:		0,129 W/(m ² K)

Ventanas

Casa - Montse & David / Clima: ES002C-Barcelona / SRE: 142 m² / Calificación: 12,2 kWh/(m².a) / Frec. aprovechamiento: 10 % / PER: 43 kWh/(m².a)

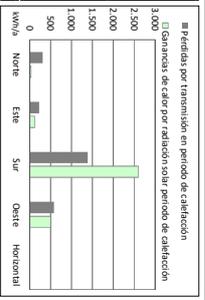
Casa Pisos con PHPP Versión 9.3

Orientación de la superficie de la ventana	Radiación global (verificación kWh/(m².a))	Sombras	Sociedad	Incidencia de radiación no visible	Proporción de vidrio	Valor g	Factor de reducción para radiación solar	Superficie de ventana m²	Valor U de la ventana W/(m²K)	Superficie de acristalamiento m²	Radiación global promedio kWh/(m².a)	Pérdidas por transmisión en periodo de calefacción			Ganancias de calor por radiación solar en periodo de calefacción					
												Norte	Este	Oeste	Norte	Este	Oeste			
Norte	105	0,33	0,95	0,85	0,88	0,26	0,18	6,58	0,97	4,46	105	308	119	33	0	3295				
Este	302	0,31	0,95	0,85	0,63	0,50	0,16	5,00	0,90	3,15	298	226	119	0	1	0				
Sur	608	0,55	0,95	0,85	0,67	0,46	0,30	31,67	0,90	21,29	608	1387	2595	508	1	1				
Oeste	308	0,39	0,95	0,85	0,73	0,50	0,23	14,07	0,95	10,20	313	580	508	0	1	1				
Horizontal	473	1,00	0,95	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	473	2501	0	1	1	1				
Total o valor promedio de todas las ventanas												0,45	0,25	57,32	0,90	39,10	473	2501	0	3295

Grupos-hora calefacción [hKv]: 48,4

Lista de acristalamientos

Lista de marcos de ventanas



Confort:
El Valor U del elemento constructivo instalado no debería exceder los siguientes valores:
Vertical 1,11 W/(m²K)
Inclinado 1,33 W/(m²K)
Horizontal 1,45 W/(m²K)
Temperatura de cálculo [°C]

Cant. / Ident.	Descripción	Desviación con respecto al norte	Ángulo de inclinación respecto a la horizontal	Orientación	Anchura m	Altura m	Selección a partir de hojas "Superficies"	Selección a partir de hojas "Componentes"	Selección a partir de hojas "Componentes"	Radiación perpendicular W/(m²K)	Acristalamiento W/(m²K)	Marco (promedio) W/(m²K)	Y _{ventanas} (°/m²)	Y _{ventanas} (°/m²)	Zócalo (°/m²)	Situación de instalación			Y _{ventanas} (°/m²)	Superficie de ventanilla m²	Superficie instalada W/(m²K)	Proporción de acristalamiento por ventana	Espesor	Confort	Balance de energía kWh/a
																Valor g	Valor U	Borde de vidrio							
1	1 PB Puerta entrada	179	90	Sur	0,900	2,100	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,00	0,60	0,00	0,000	0,000	0,000	1	1	1	0,049	1,9	1,89	0,75	100%	100%	-69
1	1 PB Sala	179	90	Sur	0,550	2,100	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,96	0,031	0,031	0,031	1	1	1	0,029	1,2	0,56	1,03	49%	100%	-13
1	1 PB Sala	179	90	Sur	0,340	2,100	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,96	0,031	0,031	0,031	1	1	1	0,034	2,0	1,28	0,91	65%	100%	36
1	1 PB Sala	179	90	Sur	2,690	2,100	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,98	0,031	0,031	0,031	1	1	1	0,046	5,6	4,49	0,80	79%	100%	260
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	1,000	2,100	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,97	0,031	0,031	0,031	1	1	1	0,035	2,1	1,39	0,90	66%	100%	44
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	1,800	1,800	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,98	0,031	0,031	0,031	1	1	1	0,043	3,2	2,39	0,85	74%	100%	14,7
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	0,800	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,97	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,046	1,0	0,52	1,00	54%	100%	4,7
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	1,090	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,98	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,066	1,3	0,79	0,94	60%	100%	8,2
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	0,800	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,97	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,046	1,0	0,52	1,00	54%	100%	4,7
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	1,090	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,98	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,066	1,3	0,79	0,94	60%	100%	8,2
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	0,800	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,97	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,046	1,0	0,52	1,00	54%	100%	4,7
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	1,090	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,98	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,066	1,3	0,79	0,94	60%	100%	8,2
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	0,800	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,97	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,046	1,0	0,52	1,00	54%	100%	4,7
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	1,090	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,98	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,066	1,3	0,79	0,94	60%	100%	8,2
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	0,800	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,97	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,046	1,0	0,52	1,00	54%	100%	4,7
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	1,090	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,98	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,066	1,3	0,79	0,94	60%	100%	8,2
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	0,800	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,97	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,046	1,0	0,52	1,00	54%	100%	4,7
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	1,090	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,98	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,066	1,3	0,79	0,94	60%	100%	8,2
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	0,800	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,97	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,046	1,0	0,52	1,00	54%	100%	4,7
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	1,090	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,98	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,066	1,3	0,79	0,94	60%	100%	8,2
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	0,800	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,97	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,046	1,0	0,52	1,00	54%	100%	4,7
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	1,090	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,98	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,066	1,3	0,79	0,94	60%	100%	8,2
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	0,800	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,97	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,046	1,0	0,52	1,00	54%	100%	4,7
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	1,090	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,98	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,066	1,3	0,79	0,94	60%	100%	8,2
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	0,800	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,97	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,046	1,0	0,52	1,00	54%	100%	4,7
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	1,090	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,98	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,066	1,3	0,79	0,94	60%	100%	8,2
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	0,800	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,97	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,046	1,0	0,52	1,00	54%	100%	4,7
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	1,090	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,98	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,066	1,3	0,79	0,94	60%	100%	8,2
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	0,800	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,97	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,046	1,0	0,52	1,00	54%	100%	4,7
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	1,090	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,98	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,066	1,3	0,79	0,94	60%	100%	8,2
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	0,800	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,97	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,046	1,0	0,52	1,00	54%	100%	4,7
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	1,090	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,98	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,066	1,3	0,79	0,94	60%	100%	8,2
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	0,800	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,97	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,046	1,0	0,52	1,00	54%	100%	4,7
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	1,090	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,98	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,066	1,3	0,79	0,94	60%	100%	8,2
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	0,800	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,97	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,046	1,0	0,52	1,00	54%	100%	4,7
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	1,090	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,98	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,066	1,3	0,79	0,94	60%	100%	8,2
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	0,800	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,97	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,046	1,0	0,52	1,00	54%	100%	4,7
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	1,090	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,98	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,066	1,3	0,79	0,94	60%	100%	8,2
1	1 PB Balconera	179	90	Sur	0,800	1,200	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	Edificio S PB ventilada	0,50	0,60	0,97	0,031	0,031	0,031	0	0	0	0,046	1,0	0,52	1,00	54%	100%	

Datos de ventilación

Casa - Montse & David / Clima: ES0002c-Barcelona / SRE: 142 m² / Calefacción: 12.2 kWh/(m²a) / Frec. sobrecalentamiento: 10 % / PER: 43 kWh/(m²a)

Superficie de referencia energética A _{SRE}	m ²	142	(Hoja de cálculo 'Superficies')
Altura de la habitación h	m	2,50	
Volumen de aire interior ventilación (A _{SRE} *h) = V _V	m ³	354	(Hoja de cálculo 'Calefacción anual')

Tipo de ventilación

Por favor seleccione **1-Vent. equilibrada PH con recuperación calor**

Tasa de renovación de aire por infiltración

Coeficientes de protección al viento e y f		
Coefficiente e de clase de protección de viento	Varios lado expuesto al viento	Sólo un lado expuesto al viento
Sin protección	0,10	0,03
Protección moderada	0,07	0,02
Protección alta	0,04	0,01
Coefficiente f	15	20

Coefficiente de protección de viento e		PI demanda anual	PI periodo calefacción:		
		0,07	0,18		
Coefficiente de protección de viento f		15	15		
Tasa renovación aire ensayo presión	n ₅₀	1/h	0,60	0,60	Volumen de aire neto para el ensayo de presión V _{v,50} m ³
					391
					Permeabilidad del aire n ₅₀ m ² /(hm ²)
					0,47
Exceso de aire de extracción		1/h	0,00	0,00	
Tasa renovación aire por infiltración	n _{V,infiltración}	1/h	0,046	0,116	

Selección de los datos de la ventilación - Resultados

El PHPP ofrece dos métodos posibles para la Planificación de los caudales de aire y la elección del aparato de ventilación. Con la Planificación estándar se puede calcular las renovaciones de aire para edificios residenciales y un aparato de ventilación como máximo. En la hoja 'Ventilación ad' se pueden considerar hasta 10 aparatos de ventilación. Los caudales de aire se pueden calcular por habitación o por zonas. Favor de seleccionar aquí el método de diseño.

Aparato de ventilación / Eficiencia de recuperación de calor		Tasa de renovación caudal diseño m ³ /h	Tasa de renovación renovación de aire 1/h	Exceso de aire de extracción (sist. extracción de aire) 1/h	Valor de eficiencia de RC efectiva Ap. de ventilación [-]	Recuperación de energía [-]	Potencia específica Wh/m ³	Valor de eficiencia de RC efectiva del ITA [-]
<input checked="" type="checkbox"/>	Diseño estándar (Hoja de cálculo 'Ventilación', ver abajo)	123	0,35	0,00	80,6%	n.a.	0,24	0,0%
<input type="checkbox"/>	Múltiples unidades de ventilación (Hoja de cálculo 'Vent-Adicional')							

Grado refrigeración Eficiencia recuperación calor ITA η_{IT} 0%

Humedad interior media durante el funcionamiento en invierno

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
45%	47%	51%	58%	70%	-	-	-	-	74%	54%	46%

Entrada de datos para la ventilación equilibrada

Dimensionado del sistema de ventilación con un sólo aparato de ventilación

Ocupación	m ² /pers.	49			
Cantidad de personas	P	2,9			
Aire de impulsión por persona	m ³ /(P*h)	30			
Demanda de aire de impulsión	m ³ /h	86			
Habitaciones de extracción de aire			Cocina	Baño	Baño (sólo ducha)
Cantidad			1	2	0
Demanda de extracción de aire por habitación	m ³ /h	60	40	20	20
Demanda total de aire de extracción	m ³ /h	160			

Caudal de aire de diseño (máx.) m³/h **160** Recomendado: 160 m³/h

Cálculo de la renovación de aire media

Tipos de operación		Horas diarias de funcionamiento h/d	Factores referenciados al máximo		Caudal de aire m ³ /h	Renovación de aire 1/h
Máximo				1,00	160	0,45
Estándar		24,0		0,77	123	0,35
Ventilación base				0,54	86	0,24
Mínima				0,40	64	0,18
Valor medio				0,77	123	0,35

Renovación de aire media (m³/h) **123** Tasa de renovación de aire media (1/h) **0,35**

Selección de aparato de ventilación con recuperación de calor

Situación de la unidad de ventilación: **1-Dentro de la envolvente térmica**

Ir a lista de aparatos de ventilación	1-Ordenar: COMO LISTA	Eficiencia recuperación calor Unidad η_{RC}	Recuperación de energía η_{ERV}	Eficiencia específica [Wh/m ³]	Uso [m ³ /h]	Protección contra la congelación
01ud-Zehnder ComfoAir Q350		0,90	n.a.	0,24	70 - 270	n.a.

Medida protección contra congelación			2-Elec.
Condutancia ducto de admisión Ψ	W/(mK)	0,673	Límite de temperatura [°C]
Longitud del ducto de admisión	m	3	-2
Condutancia del ducto de expulsión Ψ	W/(mK)	0,673	Energía útil(kWh/a)
Longitud del ducto de expulsión	m	4	5
Temp. del cuarto de instalaciones	°C		Temperatura interior (°C)
(Sólo introducir en el caso de que la unidad central está fuera de la envolvente térmica)			20
			Temp. media ext. periodo calef. (°C)
			9,2
			Temp. media terreno (°C)
			14,7

Valor efectivo de recuperación de calor $\eta_{HR,ef}$ **80,6%**

Eficiencia del Recuperador del Intercambiador geotérmico

Eficiencia del intercambiador tierra-aire (ITA) η_{ITA}

Eficiencia de recuperación de calor del ITA η_{ITA} 0%

Cálculo secundario		Valor- Ψ del conducto de aire de impulsión o de admisión	
Diámetro interior:	150	mm	
Espesor del aislamiento:	15	mm	
¿Reflectante?	x	Sí	
		No	
Conductividad térmica	0,042	W/(mK)	
Caudal de aire nominal	123	m ³ /h	
$\Delta\theta$	11	K	
Diámetro exterior del tubo	0,150	m	
Diámetro exterior	0,180	m	
α -interior	9,55	W/(m ² K)	
α -Superficie	3,09	W/(m ² K)	
Valor-Ψ	0,673	W/(mK)	
Diferencia de temp. Superficial	4,167	K	

Cálculo secundario		Valor- Ψ del conducto de aire de expulsión o de extracción	
Diámetro interior:	150	mm	
Espesor del aislamiento:	15	mm	
¿Reflectante?	x	Sí	
		no	
Conductividad térmica	0,042	W/(mK)	
Caudal de aire nominal	123	m ³ /h	
$\Delta\theta$	11	K	
Diámetro exterior del tubo	0,150	m	
Diámetro exterior	0,180	m	
α -interior	9,55	W/(m ² K)	
α -Superficie	3,09	W/(m ² K)	
Valor-Ψ	0,673	W/(mK)	
Diferencia de temp. Superficial	4,167	K	

Demanda de calefacción (método mensual)

Casa Pasiva con PHPP Versión 9.3

Casa - Montse & David / Clima: ES0002c-Barcelona / SRE: 142 m² / Calefacción: 12,2 kWh/(m²a) / Frec. sobrecalentamiento: 10 % / PER: 43 kWh/(m²a)

La suma de los periodos de calefacción calculados mediante el método mensual se presentan en esta parte

Temperatura interior: °C

Tipo de edificio:

Superficie de referencia energética A_{SRE}: m²

Capacidad específica: Wh/(m²K)

Elemento constructivo	Zona de temperatura	Superficie m ²	Valor-U W/(m ² K)	Fact. red. Mensual	G _i kWh/a	Por m ² de SRE
Muro ext. - aire ext.	A	219,6	0,155	1,00	58	13,99
Muro ext. - terreno	B			1,00		
Techo / cubierta - Aire ext.	A	116,4	0,101	1,00	58	4,84
Solera / losa piso / forjado sanitario	B	90,7	0,137	1,00	34	2,99
	A			1,00		
Garage	X	18,2	0,129	0,90	58	0,87
Ventanas	A	57,3	0,901	1,00	58	21,27
Puerta exterior	A			1,00		
Puentes térmicos exteriores (longitud en m)	A	100,0	0,100	1,00	58	4,12
Puentes térmicos perímetro (longitud en m)	P			1,00		0,00
Puentes térmicos piso (longitud en m)	B			1,00		0,00
Total						48,1

Pérdidas de calor por transmisión QT

Total **6809** kWh/a

Caudal de aire efectivo V _v		A _{SRE} m ²	Altura libre habitación m	m ³		
<input type="text" value="142"/>		<input type="text" value="142"/>	<input type="text" value="2,50"/>	<input type="text" value="354"/>		
Renovación de aire efectiva exterior n _{ventilación, efectiva}	<input type="text" value="0,348"/>	<input type="text" value="0%"/>	<input type="text" value="0,81"/>	<input type="text" value="0,046"/>	<input type="text" value="0,114"/>	
Renovación de aire efectiva terreno n _{ventilación, terreno}	<input type="text" value="0,348"/>	<input type="text" value="0%"/>	<input type="text" value="0,81"/>	<input type="text" value="0,000"/>	<input type="text" value="0,000"/>	
Pérdidas de ventilación, exterior Q_{Vent,e}	<input type="text" value="354"/>	<input type="text" value="0,114"/>	<input type="text" value="0,33"/>	<input type="text" value="58"/>	<input type="text" value="5,5"/>	
Pérdidas de ventilación, terreno Q_{Vent,ter}	<input type="text" value="354"/>	<input type="text" value="0,000"/>	<input type="text" value="0,33"/>	<input type="text" value="31"/>	<input type="text" value="0,0"/>	
Total						5,5

Pérdidas de calor ventilación Q_{Vent}

Total **776** kWh/a

Q _T kWh/a	Q _V kWh/a	Factor de reducción Noche y fin de semana ahorro	kWh/a	
<input type="text" value="6809"/>	<input type="text" value="776"/>	<input type="text" value="1,0"/>	<input type="text" value="7585"/>	
Pérdidas totales de calor Q_p				
<input type="text" value="7585"/>				
53,6 kWh/(m ² a)				

Orientación de la superficie	Factor de reducción ver hoja de cálculo 'Ventana(Radiación perpendicular)	Valor g	Superficie m ²	Radiación global kWh/(m ² a)	kWh/a	
Norte	<input type="text" value="0,18"/>	<input type="text" value="0,26"/>	<input type="text" value="6,6"/>	<input type="text" value="194"/>	<input type="text" value="60"/>	
Este	<input type="text" value="0,16"/>	<input type="text" value="0,50"/>	<input type="text" value="5,0"/>	<input type="text" value="527"/>	<input type="text" value="210"/>	
Sur	<input type="text" value="0,30"/>	<input type="text" value="0,46"/>	<input type="text" value="31,7"/>	<input type="text" value="904"/>	<input type="text" value="3861"/>	
Oeste	<input type="text" value="0,23"/>	<input type="text" value="0,50"/>	<input type="text" value="14,1"/>	<input type="text" value="539"/>	<input type="text" value="877"/>	
Horizontal	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="0,0"/>	<input type="text" value="850"/>	<input type="text" value="0"/>	
Total superficies opacas					<input type="text" value="473"/>	
Total						38,7

Ganancias de calor por radiación solar Q_S

Total **5481** kWh/a

duración periodo calefacción día	Potencia esp. q _i W/m ²	A _{SRE} m ²	kWh/a	
<input type="text" value="0,024"/>	<input type="text" value="243"/>	<input type="text" value="141,6"/>	<input type="text" value="2026"/>	
Ganancias internas de calor Q_i				
<input type="text" value="2026"/>				
14,3 kWh/(m ² a)				
Calor disponible Q _{disponible}			Q _S + Q _i =	<input type="text" value="7507"/>
Relación entre el calor disponible y las pérdidas d			Q _{disp} / Q _p =	<input type="text" value="0,99"/>
Aprovechamiento efectivo de las ganancias de calor η _G			=	<input type="text" value="78%"/>
Ganancias de calor Q_G			η _G * Q _{disp} =	<input type="text" value="5855"/>
41,4 kWh/(m ² a)				

Q _p - Q _G	kWh/a	
<input type="text" value="1730"/>	<input type="text" value="1730"/>	
Demanda de calefacción Q_{cal}		
12 kWh/(m ² a)		
Valor máx. permitido	<input type="text" value="15"/> kWh/(m ² a)	¿Requerimiento cumplido? <input type="text" value="Sí"/>

Demanda de calefacción (método mensual)

Casa Pasiva con PHPP Versión 9.3

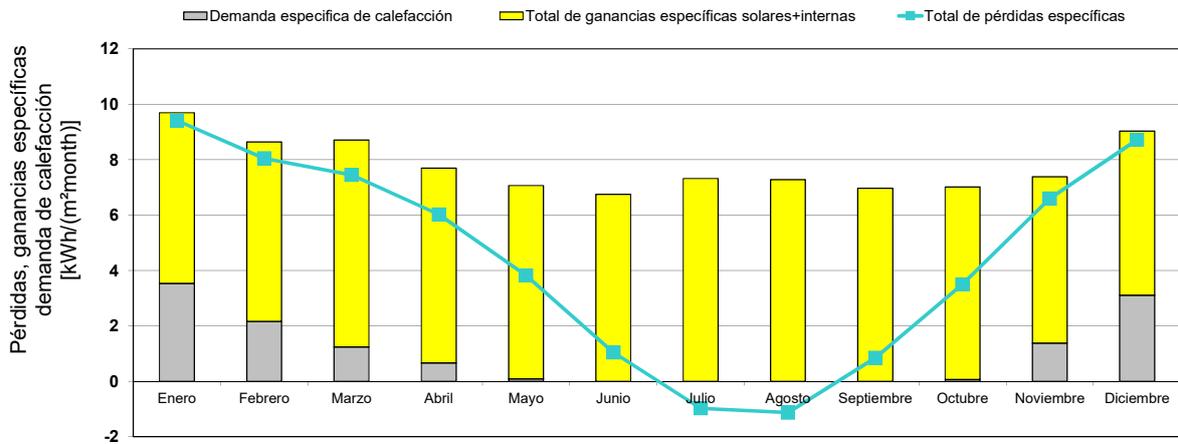
Casa - Montse & David / Clima: ES0002c-Barcelona / SRE: 142 m² / Calefacción: 12,2 kWh/(m²a) / Frec. sobrecalentamiento: 10 % / PER: 43 kWh/(m²a)

Temperatura interior: **20** °C

Tipo de edificio: **Habitatge unifamiliar**

Superficie de referencia energética A_{SRE}: **142** m²

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año	
Grados-hora de calefacción, exterior	10,3	8,7	8,0	6,4	3,9	0,9	-1,3	-1,4	0,9	3,9	7,4	9,7	58	kKh
Grados-hora de calefacción, terreno	5,1	5,4	6,2	5,5	4,6	2,6	1,4	0,5	0,2	1,2	2,3	3,8	39	kKh
Pérdidas hacia el exterior	1269	1072	977	784	483	114	-156	-166	117	481	906	1188	7070	kWh
Pérdidas hacia el terreno	64	67	77	69	57	32	17	6	3	15	28	47	482	kWh
Total de pérdidas específicas	9,4	8,0	7,4	6,0	3,8	1,0	-1,0	-1,1	0,8	3,5	6,6	8,7	53,3	kWh/m ²
Ganancias solares - norte	5	6	8	11	15	17	16	12	9	7	5	4	115	kWh
Ganancias solares - este	16	22	32	38	46	46	51	42	33	25	17	14	382	kWh
Ganancias solares - sur	483	512	555	466	402	368	410	457	487	525	461	457	5583	kWh
Ganancias solares - oeste	70	94	133	152	175	181	199	173	136	110	75	68	1567	kWh
Ganancias solares - horizontal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Ganancias solares - opaco	42	51	71	79	92	94	101	88	71	59	42	38	828	kWh
Ganancias internas de calor (GIC)	258	233	258	250	258	250	258	250	258	250	258	258	3043	kWh
Total de ganancias específicas solares+internas	6,2	6,5	7,5	7,0	7,0	6,7	7,3	7,3	7,0	7,0	6,0	5,9	81,3	kWh/m ²
Grado de aprovechamiento	95%	91%	83%	76%	53%	15%	100%	100%	12%	50%	87%	95%	51%	
Demanda de calefacción	500	305	175	94	12	0	0	0	0	8	195	440	1730	kWh
Demanda específica de calefacción	3,5	2,2	1,2	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,4	3,1	12,2	kWh/m ²



Demanda de calefacción: comparación

Método mensual

(Calefacción) **1730** kWh/a

12,2 kWh/(m²a) referido a la superficie de referencia energética de acuerdo a PHPP

Método anual

(Calefacción anual) **1942** kWh/a

13,7 kWh/(m²a) referido a la superficie de referencia energética de acuerdo a PHPP

Carga de calefacción

Casa Pasiva con PHPP Versión 9.3

Casa - Montse & David / Clima: ES0002c-Barcelona / SRE: 142 m² / Calefacción: 12,2 kWh/(m²a) / Frec. sobrecalentamiento: 10 % / PER: 43 kWh/(m²a)

Temperatura interior: **20** °C
 Tipo de edificio: **Habitatge unifamiliar**
 Superficie de referencia energética A_{SRE}: **141,6** m²

Temperatura de cálculo	Radiación:	Norte	Este	Sur	Oeste	Horizontal
Situación meteorológica 1: -2,7 °C		20	35	80	35	55 W/m²
Situación meteorológica 2: 1,3 °C		15	15	30	20	30 W/m²
Temp. del terreno considerada 11,6 °C						

Elemento constructivo	Zona de temperatura	Superficie m²	Valor-U W/(m²K)	Factor Siempre 1 (excepto "X")	Dif. de temperatura 1 K	Dif. de temperatura 2 K	P _T 1 W	P _T 2 W
Muro ext. - aire ext.	A	219,6	0,155	1,00	22,7 o bien 8,4	18,7 = 8,4	770 o bien 634	
Muro ext. - terreno	B			1,00	8,4 o bien 8,4	8,4 = 8,4		
Techo / cubierta - Aire ext.	A	116,4	0,101	1,00	22,7 o bien 18,7	18,7 = 18,7	267 o bien 220	
Solera / losa piso / forjado sanitario	B	90,7	0,137	1,00	8,4 o bien 8,4	8,4 = 8,4	104 o bien 104	
	A			1,00	22,7 o bien 18,7	18,7 = 18,7		
	A			1,00	22,7 o bien 18,7	18,7 = 18,7		
Garage	X	18,2	0,129	0,90	22,7 o bien 18,7	18,7 = 18,7	48 o bien 39	
Ventanas	A	57,3	0,901	1,00	22,7 o bien 18,7	18,7 = 18,7	1171 o bien 965	
Puerta exterior	A			1,00	22,7 o bien 18,7	18,7 = 18,7		
Puentes térmicos exteriores (longitud en m)	A	100,0	0,100	1,00	22,7 o bien 18,7	18,7 = 18,7	227 o bien 187	
Puentes térmicos perímetro (longitud en m)	P			1,00	8,4 o bien 8,4	8,4 = 8,4		
Puentes térmicos piso (longitud en m)	B			1,00	8,4 o bien 8,4	8,4 = 8,4		
Muro divisorio entre viviendas	I			1,00	3,0 o bien 3,0	3,0 = 3,0		

Carga de calor por transmisión P_T
 Total = **2587** W o bien **2149** W

Sistema de ventilación:	A _{SRE} m²	Altura libre de la habitación m	m³
Caudal de aire efectivo V _V	141,6	2,50	354
Eficiencia del recuperador de calor del intercambiador de calor η _{HR}	81%	eficiencia del ITA 0%	eficiencia del ITA 0%
Tasa de renovación de aire energéticamente efectiva n _{vent}	0,116	0,348	0,81

Carga de calor ventilación P_{Vent}
 V_V m³ 354,0 * n_V 1/h 0,184 o bien 0,184 * c_{aire} Wh/(m³K) 0,33 * Dif. de temperatura 1 K 22,7 o bien 18,7 = P_P 1 W 486 o bien 400

Total de cargas de calor P_P
 P_T + P_{Vent} = **3073** W o bien **2549** W

Orientación de la superficie	Superficie m²	Valor g (Radiación perpendicular)	Factor de reducción (Compare hoja 'Ventanas')	Radiación 1 W/m²	Radiación 2 W/m²	P _T 1 W	P _T 2 W
Norte	6,6	0,3	0,18	20 o bien 34	15 = 15	6 o bien 14	5 o bien 6
Este	5,0	0,5	0,16	34 o bien 80	15 = 30	14 o bien 342	6 o bien 128
Sur	31,7	0,5	0,30	80 o bien 36	30 = 20	342 o bien 58	128 o bien 33
Oeste	14,1	0,5	0,23	36 o bien 55	20 = 30	58 o bien 0	33 o bien 0
Horizontal	0,0	0,0	0,40	55 o bien 0	30 = 0	0 o bien 0	0 o bien 0

Cargas térmicas solares P_S
 Total = **419** W o bien **171** W

Carga interna de calor P_I
 Potencia específica W/m² 2,0 * A_{SRE} m² 142 = P_I 1 W 277 o bien 277

Cargas térmicas (ganancias) P_G
 P_{Acum} + P_I = **696** W o bien **448** W

Carga de calefacción P_{Cal}
 P_P - P_G = **2377** W o bien **2101** W

Carga de calefacción específica PH / A_{TFA}
 = **16,8** W/m²

Introducción temp. máx. aire impulsión **52** °C
 Temp. máx. aire impulsión θ_{admis,máx} **52** °C
 Temp. del aire de impulsión sin aporte de calor a θ_{admis,min} **15,6** °C

Para comparar: carga máx. de calor transportable a través del aire impulsión P_{Impuls,Max}
 = **1479** W específico: **10,4** W/m²

¿Calefactable a través del aire de impulsión? **No**

Refrigeración: Demanda específica refrigeración útil

Casa Pasiva con PHPP Versión 9.3

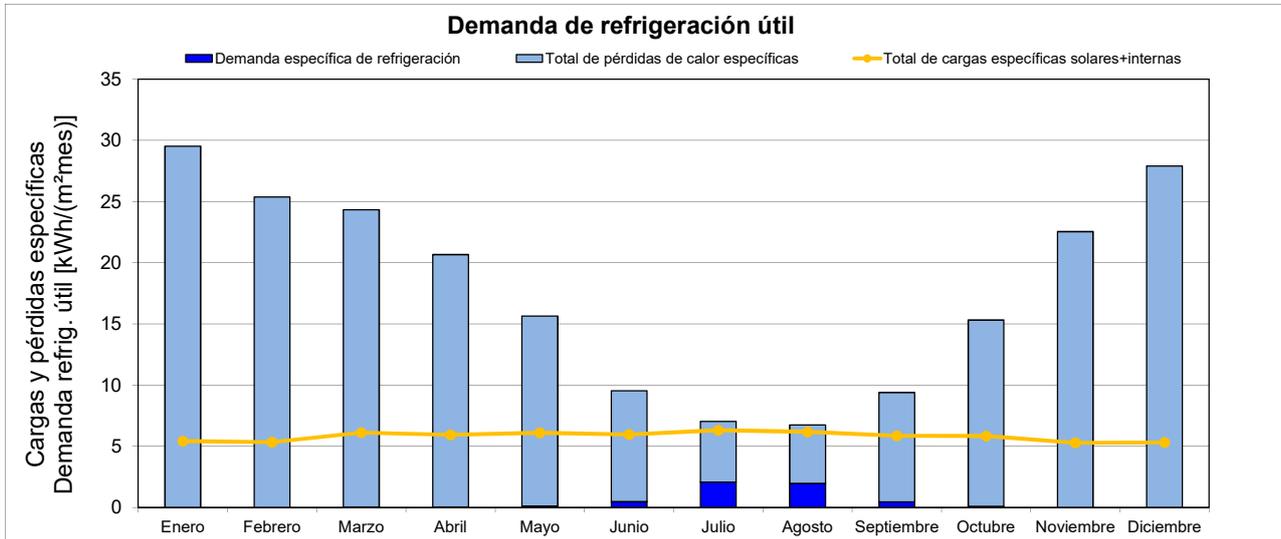
Casa - Montse & David / Clima: ES0002c-Barcelona / SRE: 142 m² / Calefacción: 12,2 kWh/(m²a) / Frec. sobrecalentamiento: 10 % / PER: 43 kWh/(m²a)

Temperatura interior: **25** °C

Tipo de edificio: **Habitatge unifamiliar**

Superficie de referencia energética A_{SRE}: **142** m²

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año	
Grados-hora de calefacción, exterior	14,1	12,1	11,7	10,0	7,7	4,6	2,5	2,4	4,6	7,7	11,0	13,4	102	kKh
Grados-hora de calefacción, terreno	8,8	8,8	10,0	9,1	8,3	6,2	5,1	4,2	3,8	4,9	5,9	7,5	83	kKh
Pérdidas hacia el exterior	2459	2114	2041	1744	1334	784	418	404	790	1331	1920	2342	17680	kWh
Pérdidas hacia el terreno	110	109	123	113	103	77	63	52	47	61	73	93	1024	kWh
Pérdidas ventilación en verano	1612	1369	1277	1063	763	420	223	220	428	763	1197	1516	10850	kWh
Total de pérdidas de calor específicas	29,5	25,4	24,3	20,6	15,5	9,1	5,0	4,8	8,9	15,2	22,5	27,9	208,7	kWh/m ²
Cargas solares norte	6	7	10	13	18	20	20	15	11	9	6	5	139	kWh
Cargas solares este	10	14	21	25	30	29	33	27	21	16	11	9	246	kWh
Cargas solares sur	179	190	206	172	149	136	152	169	180	194	171	169	2067	kWh
Cargas solares oeste	29	40	56	64	74	76	84	73	58	47	31	29	662	kWh
Cargas solares horizontales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Cargas solares elementos opacos	42	51	71	79	92	94	101	88	71	59	42	38	828	kWh
Ganancias internas de calor (GIC)	503	454	503	486	503	486	503	503	486	503	486	503	5917	kWh
Total de cargas específicas solares+internas	5,4	5,3	6,1	5,9	6,1	6,0	6,3	6,2	5,8	5,8	5,3	5,3	69,6	kWh/m ²
Grado de aprovechamiento de pérdidas de calor	18%	21%	25%	29%	39%	61%	85%	88%	60%	38%	23%	19%	31%	
Demanda total de refrigeración	1	1	3	5	15	66	293	279	64	13	2	1	744	kWh
Demanda específica de refrigeración	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	2,1	2,0	0,5	0,1	0,0	0,0	5,3	kWh/m ²
Demanda específica de deshumidificación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	kWh/m ²
Proporción sensible	100%	100%	100%	100%	100%	100%	61%	56%	100%	100%	100%	100%	65%	



Refrigeración: Demanda específica refrigeración útil

Casa Pasiva con PHPP Versión 9.3

Casa - Montse & David / Clima: ES0002c-Barcelona / SRE: 142 m² / Calefacción: 12,2 kWh/(m²a) / Frec. sobrecalentamiento: 10 % / PER: 43 kWh/(m²a)

En esta hoja se muestran los totales para el periodo de refrigeración del método mensual

Tipo de edificio:	Habitatge unifamiliar	Superficie de referencia energética A _{SRE} :	141,6	m²	
Temperatura interior verano:	25	°C	Volumen del edificio:	354	m³
Humedad nominal:	12	g/kg	Fuentes internas de humedad:	2,0	g/(m³h)
Capacidad específica:	60	Wh/(m²K)			

Elemento constructivo	Zona de temperatura	Superficie m²	Valor-U W/(m²K)	Factor de reducción mensual	G _i kK/h/a	kWh/a	Por m² de SRE kWh/(m²a)
Muro ext. - aire ext.	A	219,6	0,155	1,00	102	3453	24,39
Muro ext. - terreno	B			1,00			
Techo / cubierta - Aire ext.	A	116,4	0,101	1,00	102	1196	8,45
Solera / losa piso / forjado sanitario	B	90,7	0,137	1,00	83	1024	7,23
	A			1,00			
	A			1,00			
Garage	X	18,2	0,129	0,90	102	215	1,52
Ventanas	A	57,3	0,901	1,00	102	5252	37,09
Puerta exterior	A			1,00			
Puentes térmicos exteriores (longitud en m)	A	100,0	0,100	1,00	102	1017	7,18
Puentes térmicos perímetro (longitud en m)	P			1,00			0,00
Puentes térmicos piso (longitud en m)	B			1,00			0,00

Pérdidas de calor por transmisión Q_T (negativo= cargas de calor) Total 12157 kWh/a 85,9 kWh/(m²a)

Ventilación verano

Valores conductancia ap. de ventilación	Parámetros de la ventilación	Regulación de la ventilación en verano
exterior H _{v,e} 11,8 W/K	Fluctuación diaria de la temperatura en verano 7,0 K	RC/RH
sin RC 60,9 W/K	Temperatura interior mínima permitida 22,0 °C	Ninguno
Terreno HV,g 0,0 W/K	Capacidad térmica aire 0,33 Wh/(m³K)	Regulable según temp. <input checked="" type="checkbox"/>
sin RC 0,0 W/K	Renovación de aire de impulsión 0,52 1/h	Regulable según entalpía: <input type="checkbox"/>
Valor de referencia de la ventilación, otros	Intercambios de aire exterior 0,05 1/h	Siempre
Exterior 5,4 W/K	Renov. aire p/ ventilación noct. ventanas, manual @ 1K 0,50 1/h	Ventilación adicional
	Renovación aire ventilación mecánica controlada 0,00 1/h	Regulable según temp. <input checked="" type="checkbox"/>
	Consumo energético específico para: 0,00 Wh/m³	Regulable según humid. <input type="checkbox"/>
	η _{HR} 81%	
	η _{ERV} 0%	
	η _{ITRA} 0%	

Renovación higiénica del aire	η _{ITRA}	η _{HR}	n _{V,Rest}	n _{V,equi,frac}
Renovación de aire efectiva exterior n _{V,ventilación,efectiva}	0,522	0,00	0,046	0,568
Renovación de aire efectiva terreno n _{V,ventilación,terreno}	0,522	0,00	0,000	0,000

Pérdidas ventilación, ext. Q_{Vent,e}	V _V m³	n _{V,equi,frac} 1/h	c _{aire} Wh/(m³K)	G _i kK/h/a	kWh/a	kWh/(m²a)
Pérdidas ventilación, terreno Q_{Vent,ter}	354	0,568	0,33	99	6547	46,2
Pérdidas ventilación adicional verano	354	0,000	0,33	0	0	0,0
	354	0,728	0,33	128	10850	76,6

Pérdidas de calor ventilación Q_{Vent} Total 17398 kWh/a 122,9 kWh/(m²a)

Pérdidas totales de calor Q_P Q_T 12157 kWh/a + Q_V 17398 kWh/a = 29555 kWh/a 208,7 kWh/(m²a)

Orientación de la superficie	Factor de reducción	Valor g (Radiación perpendicular)	Superficie m²	Radiación global kWh/(m²a)	kWh/a	kWh/(m²a)
Norte	0,22	0,26	6,6	370	139	
Este	0,10	0,50	5,0	959	246	
Sur	0,11	0,46	31,7	1307	2067	
Oeste	0,10	0,50	14,1	963	662	
Horizontal	0,40	0,00	0,0	1583	0	
Total superficies opacas					828	

Ganancias de calor por radiación solar Q_S Total 3941 kWh/a 27,8 kWh/(m²a)

Ganancias internas de calor Q_i	Duración del periodo de refrigeración kh/d 0,024	Capacidad específica q _i d/a 365	A _{SRE} m² 141,6	kWh/a 5917	kWh/(m²a) 41,8
--	--	---	---------------------------	------------	----------------

Total de cargas de calor Q_{d,disp} Q_S + Q_i = 9858 kWh/a 69,6 kWh/(m²a)

Relación entre pérdidas y calor disponible	Q _P / Q _{Disp} =	3,00
Aprovechamiento efectivo de las pérdidas de calor η _{aprov}		31%
Pérdidas de calor aprovechables Q_{P,aprov}	η _G * Q _P =	9114 kWh/a 64,4 kWh/(m²a)
Demanda de refrigeración Q_{REF}	Q _G - Q _{P,aprov} =	744 kWh/a 5 kWh/(m²a)
Valor máx. recomendado		15 kWh/(m²a)
¿Requerimiento cumplido?		<input checked="" type="checkbox"/> Sí

Carga-R

Casa - Montse & David / Clima: ES0002c-Barcelona / SRE: 142 m² / Calefacción: 12.2 kWh/(m²a) / Frec. sobrecalentamiento: 10 % / PER: 43 kWh/(m²a)

Tipo de edificio: Habitatge unifamiliar			Superficie de referencia energética A _{SRE} : 141,6 m²		Capacidad esp.: 60 Wh/(m²)		
			Volumen del edificio: 354 m³		Humedad nominal: 12,0 g/kg		
			Temperatura interior: 25 °C		Fuentes internas de humedad: 2,0 g/kg		
Temperatura:			Radiación:				
Aire exterior	Punto rocío	Cielo	Norte	Este	Sur	Oeste	Horizontal
Clima 1: 23,7 °C	18,2 °C	16,0 °C	79	203	178	204	348
Clima 2: 23,4 °C	16,0 °C	16,0 °C	56	167	234	176	275
Temp. del terreno considerada 19,7 °C	ITA 14,7 °C						

Elemento constructivo	Zona de temperatura	Superficie m²	Valor-U W/(m²K)	Factor Siempre 1 (excepto "X")	Dif. de temperatura 1 K	Dif. de temperatura 2 K	P _T 1 W	P _T 2 W
Muro ext. - aire ext.	A	219,6	0,155	1,00	-1,3	-1,6	-43	-53
Muro ext. - terreno	B			1,00	-5,3	-5,3		
Techo / cubierta - Aire ext.	A	116,4	0,101	1,00	-1,3	-1,6	-15	-18
Solera / losa piso / forjado sanitario	B	90,7	0,137	1,00	-5,3	-5,3	-66	-66
	A			1,00	-1,3	-1,6		
	A			1,00	-1,3	-1,6		
Garage	X	18,2	0,129	0,90	-1,3	-1,6	-3	-3
Ventanas	A	57,3	0,901	1,00	-1,3	-1,6	-66	-81
Puerta exterior	A			1,00	-1,3	-1,6		
Puentes térmicos exteriores (longitud en m)	A	100,0	0,100	1,00	-1,3	-1,6	-13	-16
Puentes térmicos perímetro (longitud en m)	P			1,00	-5,3	-5,3		
Puentes térmicos piso (longitud en m)	B			1,00	-5,3	-5,3		
Muro divisorio entre viviendas	I			1,00	3,0	3,0		
Corrección de radiación aire exterior			A _{exterior} W/K	-4,0	-1,3	-1,6	5	6
Corrección de radiación cielo			A _{exterior} W/K	3,9	-9,0	-9,0	-35	-35

Carga de calor por transmisión P_T Total = **-236** o bien **-267**

Carga de ventilación	V _V m³	n _{V,eq,frac} 1/h	n _{V,eq,frac} 1/h	c _{aire} Wh/(m³K)	Dif. de temperatura 1 K	Dif. de temperatura 2 K	P _P 1 W	P _P 2 W
Exterior P _{V,o}	354	0,568	0,568	0,33	-1,3	-1,6	-84	-104
Terreno P _{L,e}	354	0,000	0,000	0,33	-10,3	-10,3	0	0
Ventilación verano P _{V,s}	354	0,000	0,435	0,33	0,0	-3,8	0	-193

Carga de calor ventilación P_{Vent} Total = **-84** o bien **-298**

Orientación de la superficie	Superficie m²	Valor g (Rad. perpendicular)	Factor de reducción (Compare hoja 'Ventanas')	Radiación 1 W/m²	Radiación 2 W/m²	P _T 1 W	P _T 2 W
Norte	6,6	0,3	0,22	79	56	30	21
Este	5,0	0,5	0,05	202	165	27	22
Sur	31,7	0,5	0,06	178	234	145	190
Oeste	14,1	0,5	0,05	205	178	72	63
Horizontal	0,0	0,0	0,40	348	275	0	0
Total superficies opacas						165	143

Carga solar P_S Total = **438** o bien **438**

Carga interna de calor P _I	Potencia específica W/m²	A _{SRE} m²	P _I 1 W	P _I 2 W
	4,8	142	676	676

P_T + P_{Vent} + P_{Acum} + P_I = **794** o bien **549**

Carga de refrigeración P_{ref} = **794** W

Carga de refrigeración por área específica P_C / A_{SRE} = **5,6** W/m²

Introduzca la temperatura mínima del aire de impulsión °C Temperatura aire de impulsión sin refrigeración °C

Para comparar: carga de refrigeración, transportable a través del aire de impulsión P_{Impuls} = **1446** W

Específica: W/m² W/m²

¿Aire acondicionado (refrigeración) posible a través del aire de impulsión?

Elevación diaria de temperatura interior

(-235,6 + -84,4 + 438,3) * 24 / (60 * 142) = **0,3** K

Carga de humedad	Humedad abs. aire extracción	Flujo de aire exterior	Flujo aire ventilación verano	Carga de hum. aire admis.	Humedad abs. aire impulsión	Flujo aire de impulsión	Carga de hum. aire impulsión	Carga interna humedad	P _D 1 W	P _D 2 W
	13,1	19	0	21	13,1	218	240	286	388	5

Carga de humedad P_D = **388** W

Carga de deshumidificación por área específica P_T / A_{SRE} = **2,7** W/m²

Valores promedio mensuales

	Enero	Febrer	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Demanda específica de refrigeración	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	2,1	2,0	0,5	0,1	0,0	0,0
Demanda específica de deshumidificación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Proporción sensible	100%	100%	100%	100%	100%	100%	61%	56%	100%	100%	100%	100%

Cuota mínima de carga de refrigeración producida **56%**

Sistema de distribución de calefacción y ACS

Casa Pavia con PHPP Versión 9.3

Casa - Monte & David / Clima: ES00020-Barcelona / SRE: 142 m² / Calefacción: 12.2 kWh/m²/a / Frec. sobrecalentamiento: 10 % / PER: 43 kWh/m²/a

Temperatura interior:	20	°C	Temperatura interior verano:	25	°C
Tipo de edificio:	Habitatge unifamiliar				
Superficie de referencia energética A _{ref} :	142	m²			
Ocupación:	2,9	Personas			
Nr. de viviendas:	1				
Demanda anual de calefacción Q _a :	1739	kWh/a	Demanda anual de refrigeración útil Q _{ref} :	744	kWh/a
Duración de periodo de calefacción:	168	d	Duración de periodo de refrigeración:	365	d
Carga media de calefacción P _{med} :	0,4	kW	Carga media de refrigeración P _{med,ref} :	0,1	kW
Aprovechamiento máx ganancias de calor adicionales:	70%		La utilidad marginal de las pérdidas de calor adicionales:	0%	

Red de calefacción

			Dentro de la envolvente térmica					Fuera de la envolvente térmica					Valores totales		
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	Absolutos	Específicos	
Longitud de las tuberías de distribución	A _{ca}	m	50,0					5,0							
Diámetro nominal de la tubería		mm	12					12							
Espesor del aislamiento		mm	20					20							
¿Reflectante?		-													
Conductividad térmica del aislamiento		W/(mK)	0,035					0,035							
Coefficiente de pérdidas de calor por m de tubería aislada		W/(mK)	0,143					0,144							
Calidad de aislamiento de los montajes, las suspensiones de tuberías, etc.		-	2 - Media					2 - Media	1 - Ninguna	1 - Ninguna	1 - Ninguna	1 - Ninguna			
Suplemento de puente térmico		W/K	2,350					0,775							
Coefficiente total de pérdidas de calor por m de tubería	Ψ	W/(mK)	0,190					0,299							
Temp. de la habitación por la que pasa la tubería	θ _h	°C	20	20	20	20	20	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2			
Temperatura de ida de diseño	θ _d	°C	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0			
Carga de calefacción de diseño	P _{cal}	kW	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4			
Control de temperatura de impulsión ("X" si es aplicable)		-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Temp. de retorno de diseño	θ _r	°C	34,3					34,3							
Emisión de calor anual por m de tubería	Q _{tab,cal}	kWh/(m·a)	3					17							
Grado de aprovechamiento posible de emisión de calor	η _{cal}	-	70%					0%							
Pérdidas anuales de calor en la red de distribución d	Q _{tab,cal}	kWh/a	42					87					129	0,9	
Pérdidas de calor anuales por acumulador/tanque		kWh/a											0	0,0	
Pérdidas anuales de calor en la red de calefacción		kWh/a											129	0,9	
Rendimiento de la distribución de calor	ε _{d,cal}	-											107%		

ACS: calor útil estándar

La demanda de agua caliente para las duchas, por persona y día (con 60 ° C)		Litros/pers/d	16,0
Otras demandas de ACS. Por persona y día (a 60°C)		Litros/pers/d	9,0
Rendimiento de la recuperación de calor del agua de ducha		-	0%
Demanda efectiva de ACS	V _{ACS}	Litros/pers/d	25
Temp. media de ida del agua fría	θ _{FW}	°C	14,7
ACS para lavadoras y lavavajillas no eléctricos		kWh/a	0
Calor útil efectivo ACS	Q _{ACS}	kWh/a	1372

kWh/a: 1372
kWh/m²/a: 9,7

Cálculo auxiliar - cálculo demanda ACS (no -res)

Cálculo auxiliar - recuperación de calor del agua de lluvia

Distribución ACS

			Dentro de la envolvente térmica					Fuera de la envolvente térmica					Valores totales	
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	Absolutos	Específicos
Temp. de la habitación por la que pasa la tubería	θ _h	°C	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2		
Temperatura de ida de diseño	θ _{id}	°C	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0		
Tuberías circulación ACS														
Longitud de las tuberías de circulación (ida + retorno)	L _{circ}	m	0,0											
Diámetro nominal de la tubería		mm	20											
Espesor del aislamiento		mm	0											
¿Reflectante?		-												
Conductividad térmica del aislamiento		W/(mK)	0,042											
Coefficiente de pérdidas de calor por m de tubería aislada		W/(mK)	0,055											
Calidad de aislamiento de los montajes, las suspensiones de tuberías, etc.		-	1 - Ninguna	1 - Ninguna	1 - Ninguna	1 - Ninguna	1 - Ninguna	1 - Ninguna	1 - Ninguna	1 - Ninguna	1 - Ninguna	1 - Ninguna		
Suplemento de puente térmico		W/K	2,000											
Coefficiente total de pérdidas de calor por m de tubería	Ψ	W/(mK)	#DIV/0!											
Tiempo de funcionamiento de la circulación al día	t _{func}	h/d	18,0											
Temp. de retorno de diseño	θ _r	°C												
Temp. de funcionamiento de la circulación al año	t _{func}	h/a	6570											
Calor anual emitido por m de tubería	Q _{tab}	kWh/m/a												
Pérdida de calor anual de las tuberías de circulación	Q _{tab}	kWh/a											0	0,0
Tuberías individuales ACS														
Diámetro exterior del tubo	d _{ext}	m	0,025					0,025						
Longitud total de las tuberías individuales	L _{total}	m	200,00					30,00						
Cantidad de aperturas de grifo en el edificio	N _{aperturas}	-	6,00					6,00						
Longitud media de tubería por punto de apertura	L _{med,apert}	m	33,3					5,0						
Aperturas de grifo al día		-	6					6						
Días de uso anuales (d/a)	d		365					365						
Emisión de calor por cada apertura de grifo	Q _{individual}	kWh/apertura por grifo	0,5506					0,1081						
Cantidad de aperturas de grifo por persona y año	P _{persona}	Aperturas de grifo por año	2190					2190						
Pérdida de calor anual de las tuberías individuales	Q _{tab}	kWh/a	3452					678					4129	29,2
Pérdidas de calor totales de la distribución de ACS	Q _{tab}	kWh/a											4129	29,2
Rendimiento de las tuberías de distribución de ACS	ε _{d,cal}	-											401%	

Pérdidas de calor en el almacenamiento

			Almacenamiento 1 1-ACS y calefacción	Almacenamiento 2 0-Sin tanque/acumulador	Tanque de almacenamiento de inercia Unidad compacta 0-Sin tanque/acumulador	0-No	
Selección del tanque/acumulador de almacenamiento							
Almacenamiento necesario para BC			X				
Conexión ACS Solar							
Ratio de pérdida de calor	W/K		1,46				
Volumen de almacenamiento	Litros		300				
Fración 'en espera'	-		30%				
Ubicación del tanque/acumulador de almacenamiento, interior o exterior de la envolvente térmica			2-Exterior	1-Interior	1-Interior		
Temperatura del cuarto de instalaciones	°C		9,2				
Temperatura característica del tanque/acumulador de almacenamiento	°C		55,0				
Introducción de la temperatura de almacenamiento	°C						
Pérdidas medias de calor del tanque/acumulador en modo "espera"	W		20				
Pérdidas de calor adicionales acumulador/tanque solar, operación solar	W						
Posible factor de utilización de las pérdidas de calor	W						
Pérdidas de calor anuales por acumulador/tanque ACS	kWh/a		176				176
Pérdidas de calor anuales acumulador de inercia							1,2

kWh/a: 176
kWh/m²/a: 1,2

Cálculo auxiliar - pérdidas de calor a través de tanque/acumulador de almacenamiento según las clases de eficiencia de la UE

Demanda energética total de ACS

Pérdidas de calor de ACS en distribución y almacena	Q _{tab}	kWh/a	4305
Rendimiento de la distribución de ACS y almacenam	ε _{d,cal}	-	414%
Demanda total de calor del sistema de ACS Incluyendo tanque/acumulador de almacenamiento	Q _{total}	kWh/a	5677
		kWh/m²/a	40,1

Distribución red de refrigeración

			Dentro de la envolvente térmica					Fuera de la envolvente térmica					Valores totales	
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	Absolutos	Introducción
Longitud de las tuberías de distribución	A _{ca}	m	50,0											
Diámetro nominal de la tubería		mm	12											
Espesor del aislamiento		mm	20											
¿Reflectante?		-												
Conductividad térmica del aislamiento		W/(mK)	0,035											
Coefficiente de pérdida de calor por m de tubería	Ψ	W/(mK)	0,141											
Temp. de la habitación por la que pasa la tubería	θ _h	°C	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0		
Temperatura de ida de diseño	θ _d	°C	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0		
Dimensionado de la carga de refrigeración del sistema	P _{ref}	kW	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2		
Control de temperatura de impulsión ("X" si es aplicable)		-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Temp. de retorno de diseño	θ _r	°C	12,0											
Absorción de calor anual por m de tubería	Q _{tab,ref}	kWh/(m·a)	8											
Posible factor de utilización de esta absorción de calor	η _{cal}	-	0%											
Pérdidas anuales de calor en la red de distribución d	Q _{tab,ref}	kWh/a	400										400	2,8
Rendimiento de las tuberías de distribución de agua	ε _{d,cal}	-											154%	

Demanda de electricidad para edificios residenciales

Casa - Montse & David / Clima: ES0002c-Barcelona / SRE: 142 m² / Calefacción: 12,2 kWh/(m²a) / Frec. sobrecalentamiento: 10 % / PER: 43 kWh/(m²a)

Columna Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	8a	9	10	11	12	13
Uso	¿Existente? (1/0)	¿Dentro de la envolvente	Demanda estándar	Grado de aprovechamiento	Frecuencia de uso anual	Valor de referencia	Energía útil (kWh/a)	Cuota eléctrica	Cuota no eléctrica	Demanda de electricidad (kWh/a)	Demanda aumentada/reducida	Valor límite de eficiencia	Cuota de aportación solar	Demanda no eléctrica (kWh/a)
Nr. de viviendas			1											
Personas			2,9											
Superficie habitable (m²)			142											
Demanda calefacción [kWh/(m²a)]			12,2											
			Factores PER and EP (KWh/kWh)			Electricidad: 1,00 2,6					Contribución solar de ACS para lavar ropa y platos			
						Fuente de energía no eléctrica para cocinar, secar: 1,00 2,6					Índice de rendimiento máximo ACS			35%
						Fuente de energía para calefacción: 1,10 2,6					Índice de rendimiento máximo calefacción			35%
						Fuente de energía para ACS: 1,02 2,6								
Lavavajillas	1	1	1,10 kWh/uso	*	65	/(P*a)	205	*	0%	205	*			
2-Conexión agua fría														
Lavar ropa	1	1	1,10 kWh/uso	*	57	/(P*a)	179	*	0%	179	*			
2-Conexión agua fría														
Secado de ropa:	1	1	3,50 kWh/uso	*	57	/(P*a)	499	*	0%	499	*			
4-Secadora de condensación			0,00				0		0%					
Consumo energético por evaporación	0	1	3,13 kWh/uso	*	57	/(P*a)	0	*	100%		*			
Refrigerar	1	1	0,78 kWh/d	*	365	d/a	285	*	100%	285	*			
Congelador	1	1	0,88 kWh/d	*	365	d/a	321	*	100%	321	*			
o combinaciones	0	1	1,00 kWh/d	*	365	d/a	0	*	100%	0	*			
Cocinar con	1	1	0,19 kWh/uso	*	500	/(P*a)	272	*	100%	272	*			
1-Electricidad									0%					0
Iluminación	1	1	14 W	*	2,90	kh/(P*a)	119	*	100%	119	*			
Electrónica	1	1	80 W	*	0,55	kh/(P*a)	126	*	100%	126	*			
Aparatos pequeños, etc.	1	1	50 kWh	*	1,00	/(P*a)	143	*	100%	143	*			
Total elect. aux.							739			739				
Otros:														
Forn	1	1	160 kWh/a				160			160				
Campana recirculació	1	1	50 kWh/a				50			50				
							0			0				
Total							3099 kWh			3099 kWh		0 kWh		0 kWh
Valor caract.										21,9 kWh/(m²a)		0,0 kWh/(m²a)		0,0 kWh/(m²a)
Valor máx. recomendado										18				

