

Project documentation

Documentacion del proyecto



1 Abstract / Resumen



Detached single family house in Teo, A Coruña

1.1 Data of building / Datos del edificio

Year of construction/ Año de construcción	2017/2018	Space heating / Demanda calefacción	4 kWh/(m ² a)
U-value external wall/ kWh/(m ² a) Valor-U pared exterior	0,18 W/(m ² K)	Frequency of overheating (> 25 °C)	8
U-value basement ceiling/ Valor-U solera	0,20 W/(m ² K)	Primary Energy Renewable (PER) / Energía primaria renovable (PER)	35 kWh/(m ² a)
U-value roof/ Valor-U cubierta	0,16 W/(m ² K)	Generation of renewable energy / Generación energía renovable	7 kWh/(m ² a)
U-value window/ Valor-U ventana	0,96 W/(m ² K)	Non-renewable Primary Energy (PE) / Energía primaria no renovable (PE)	49 kWh/(m ² a)
Heat recovery/ Rendimiento recuperacion	85,10%	Pressure test n50 / Ensayo presurización n50	0,3 1/h
Special features/ Soluciones especiales	The passive house is part of a global self-sufficiency project with a permaculture approach for food production and natural habitat		

1.2 Brief Description of the project

Cachons house is an isolated detached house located in the Council of Teo (A Coruña) at an altitude of 66m. The house is located in a rural area, in the center of the small village of Cachons, framed on a southern slope within the Ulla Valley. The house was finished in 2018.

The construction is included in a global permaculture approach for the entire property, seeking complete self-sufficiency of the whole.

It is a construction of ground floor and attic floor with a treated floor area 116 m² and an auxiliary building, that serves the management needs of the farm. The construction system used has been light framing, and the common pitch roof was built with a wooden structure executed on-site. The walls have been mostly covered with flat ceramic tiles, using heat-treated pinewood in the areas of greatest use and most protected from atmospheric agents.

The living spaces are arranged in the shape of a hand fan to southwest-south-southeast maximizing sun exposure. The solar control, in addition to the roof's own flights, is solved with the solar panels themselves, awnings and with a trellis, all of them fixed to a base formed by an outer metal structure.

1.3 Breve descripción del Proyecto

La casa Cachons es una vivienda unifamiliar aislada situada en el Concello de Teo a una altitud de 66m. La vivienda se sitúa en una zona rural, en el centro de la aldea de Cachons, enmarcada en una ladera sur dentro del valle del Ulla. La casa se terminó en el año 2018.

La construcción se engloba dentro de un planteamiento global de permacultura para toda la propiedad, buscando la autosuficiencia completa del conjunto.

Se trata de una construcción en planta baja y bajo cubierta con una superficie de referencia energética de 116 m² y una edificación anexa auxiliar que da servicio a las necesidades de gestión de la finca. El sistema constructivo utilizado ha sido el entramado ligero, y la cubierta se ha resuelto a dos aguas con una estructura de madera ejecutada in-situ. Los cerramientos han sido revestidos mayoritariamente con teja cerámica plana, utilizándose madera de pino termotratado en las zonas de mayor uso y más protegidas de los agentes atmosféricos.

Los espacios vivideros se disponen en planta abiertos en abanico a suroeste-sur-sudeste maximizando la exposición solar. El control solar, además de con los propios vuelos de la cubierta, se resuelve con los propios paneles solares, con toldos y con un emparrado, todos ellos fijados a una base formada por una estructura metálica exterior.

1.4 Responsible project participants / Participantes responsables del proyecto

Architect/ Arquitectura	Ivan Andrés Quinela/Oscar Andrés Quintela Arrokabe arquitectos
Building systems/ Sistema constructivo	Ivan Andrés Quinela/Oscar Andrés Quintela Arrokabe arquitectos
Structural engineering/ Ingeniería estructural	Juan Rey Rey Mecanismo Ingeniería de estructuras
Installations engineering/ Ingeniería de instalaciones	Andrés Figueiras Inous Enxeñería
Passive House project planning/ Planificación Passivhaus	Isaac Fudili Moreno
Construction management/ Dirección de obra	Ivan Andrés Quinela/Oscar Andrés Quintela /Francisco Fernandez Novas
Certifying body/ Certificador edificio PH	Martin Amado Pousa Energiehaus Arquitectos SLP
Certification ID/ ID certificado edificio	ID 6259

Author of project documentation / Autor de la memoria	Isaac Fudili Moreno
Date, Signature/ Fecha, firma	Santiago de Compostela 01 Agosto 2019  <small>ISAAC FUDILI MORENO ING. DE CAMINOS, C. Y. P. Colegiado nº 25951</small>

Fotografías de la vivienda.



Figura 1. Fachadas Oeste y Sur-Oeste



Figura 2. Fachadas Oeste y Norte



Figura 3. Fachadas Este y sur-Este



Figura 4. Sur-Oeste y Sur-Este



Figura 5. Detalle estructura para protección solar



Figura 6. Detalle acceso cubierto



Figura 7. Salón-cocina



Figura 8. Salón-cocina



Figura 9. Salón-cocina



Figura 10. Salón-cocina



Figura 11. Distribuidor y salón



Figura 12. Aseo



Figura 13. Habitación



Figura 14. Bajo cubierta



Figura 15. Bajo cubierta

2 Secciones tipo

A continuación se muestran distintos cortes transversales de la vivienda.

En el diseño de la vivienda, Arrokkabe Arquitectos primó el máximo aprovechamiento de los volúmenes para dotar a la vivienda del más alto grado de compacidad y eficiencia energética.

Se opta por una construcción en madera de tipo entramado ligero debido a las claras ventajas medioambientales del uso de este sistema, así como su gran flexibilidad a la hora de resolver los puentes térmicos que se pudieran generar en la envolvente térmica.

Las limitaciones de acceso del núcleo rural en el que se construyó la vivienda también influyeron en la decisión de esta tipología constructiva, puesto que el uso de camiones hormigonera u otro tipo de maquinaria pesada no era posible.

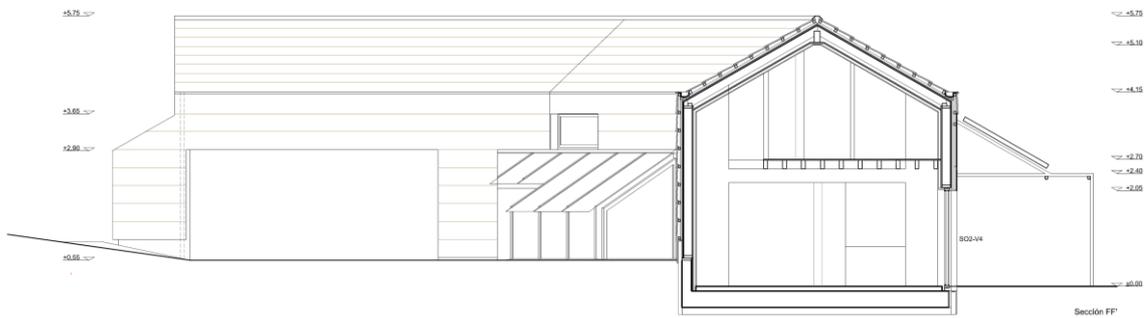


Figura 16. Sección FF'

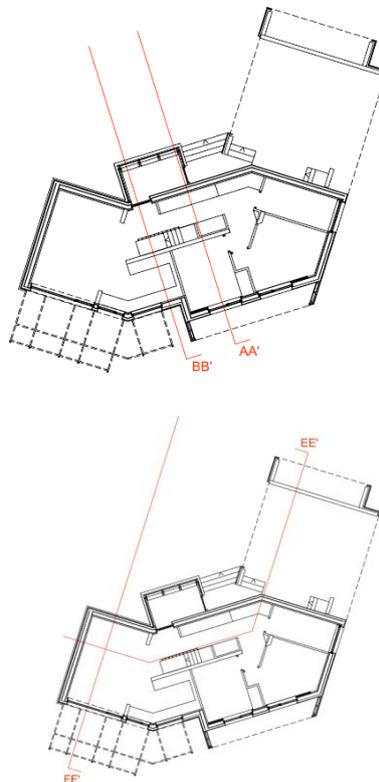


Figura 17. Planta definición de secciones

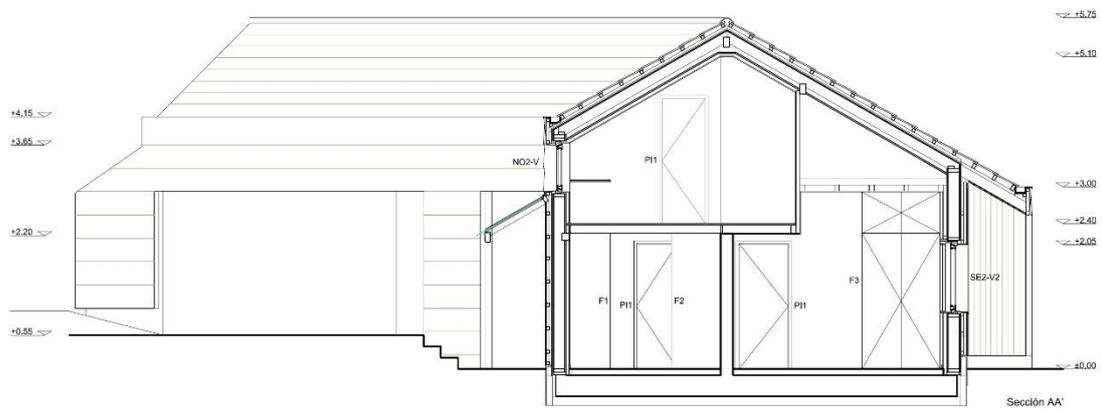


Figura 18. Sección AA'

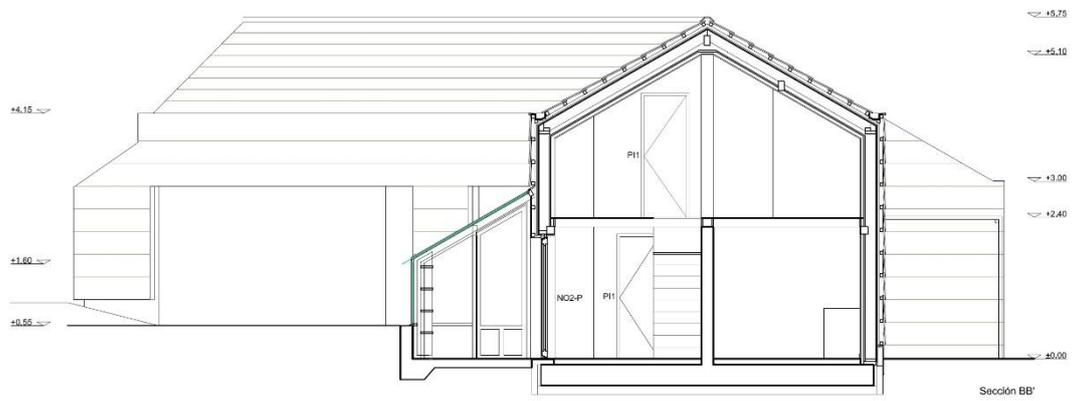


Figura 19. Sección BB'

3 Planos de planta

A la vivienda se accede desde el garaje a través de un paso cubierto y un vestíbulo previo. La vivienda consta en planta baja de un salón-cocina, dos habitaciones, un baño y un espacio multifunción que sirve como distribuidor, vestíbulo y vestidor.

Anexo a la vivienda se sitúa un amplio espacio exterior fuera de la envolvente térmica que puede ser utilizado como garaje o espacio de usos varios relacionados con la gestión de la finca.



Figura 20. Planta baja

En plana alta, la vivienda consta de un único espacio diáfano y un segundo baño.

En el segundo piso del espacio exterior se dispone de un amplio espacio de almacenamiento.



Figura 21. Planta alta



Figura 23. Proceso constructivo losa de cimentación

4.2 Muros exteriores

El sistema constructivo de los cerramientos es un entramado ligero, elaborado con montantes de madera de 180 x 5 mm cada 60 cm y dos tableros Super pan Tech, uno de 21 mm en el interior de la vivienda que servirá de plano de estanqueidad y otro de 15 mm en el exterior. Los distintos cerramientos fueron prefabricados en taller para posteriormente ser trasladados a obra para ser montados.

El interior del entramado fue relleno con aislamiento de lana de roca. Con el objetivo de mejorar el comportamiento térmico global del cerramiento, todo el exterior fue revestido por un tablero de fibras de madera aislante tipo Gutex de 22mm.

El conjunto del cerramiento se revistió con una lámina de difusión abierta tipo Solitex-Mento que mejora la impermeabilización del conjunto y reduce drásticamente las infiltraciones de aire exterior en el núcleo del cerramiento

Finalmente el cerramiento se remata con un revestimiento ventilado elaborado con teja plana o madera de pino termotratado, dispuesto indistintamente en las distintas fachadas atendiendo a condicionantes estéticas y de durabilidad.

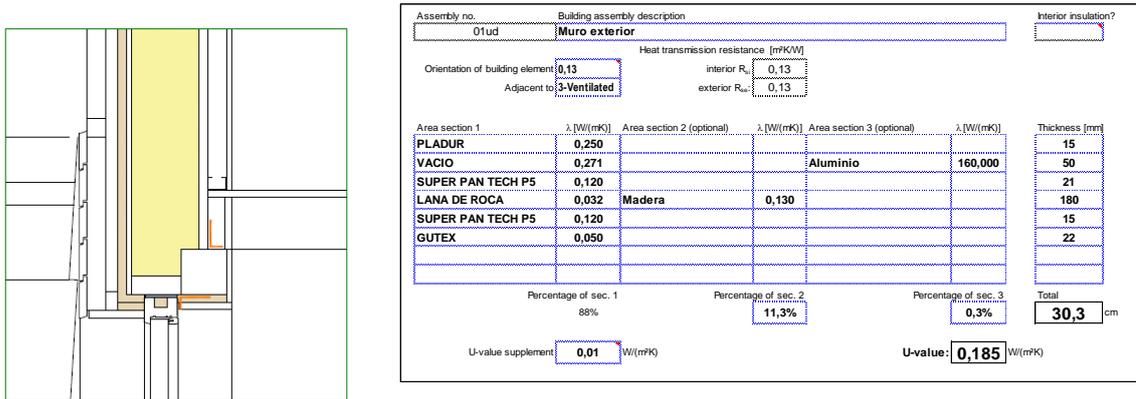


Figura 24. Muros exteriores



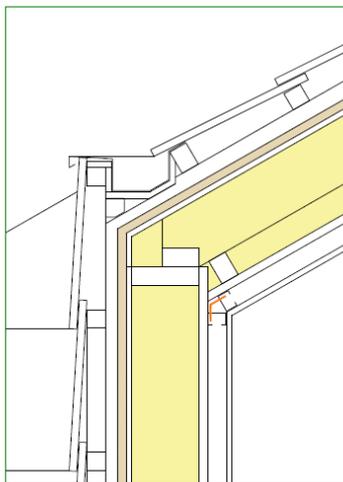
Figura 25. Despiece entramado ligero



Figura 26. Proceso constructivo muros exteriores

4.3 Cubierta

Para la ejecución de la cubierta se recurrió a una estructura de madera ejecutada in situ con cumbrera, cabios y tirantes de abeto laminado. Al igual que en los cerramientos, se utilizó tablero Super pan Tech, aislamiento de lana de roca y tablero aislante de fibras de madera tipo Gutex. El conjunto fue revestido con una lámina de difusión abierta y teja plana ventilada montada sobre doble rastrel.



Assembly no.		Heat transmission resistance [m ² K/W]		Interior insulation?		
02ud Techo						
Orientation of building element 01		interior R _s 0,10				
Adjacent to 3-Ventilated		exterior R _s 0,10				
Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
Pladur interior	0,350			Aluminio	160,000	15
VACIO	0,306					50
SUPER PAN TECH P5	0,120					21
LANA DE ROCA	0,032	Madera	0,130			230
GUTEX	0,050					22
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total
88%		11,6%		0,3%		33,8 cm
U-value supplement 0,01 W/(m ² K)				U-value: 0,160 W/(m ² K)		

Figura 27. Cubierta



Figura 28. Proceso constructivo cubierta

4.4 Carpinterías

Las carpinterías exteriores de la vivienda están formadas por marcos de madera de cedro y una acristalamiento de triple vidrio. El acristalamiento elegido tiene una transmitancia térmica U_g de $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ y un factor solar de 54 %.

La transmitancia térmica de los marcos U_f va desde $1,21$ es de $\text{W/m}^2\text{K}$ hasta $1,41$ en el peor de los casos, obteniéndose una transmitancia térmica global media para carpinterías de $U=0,96 \text{ W/m}^2\text{K}$

A continuación se muestran las técnicas del acristalamiento elegido así como de un marco tipo.

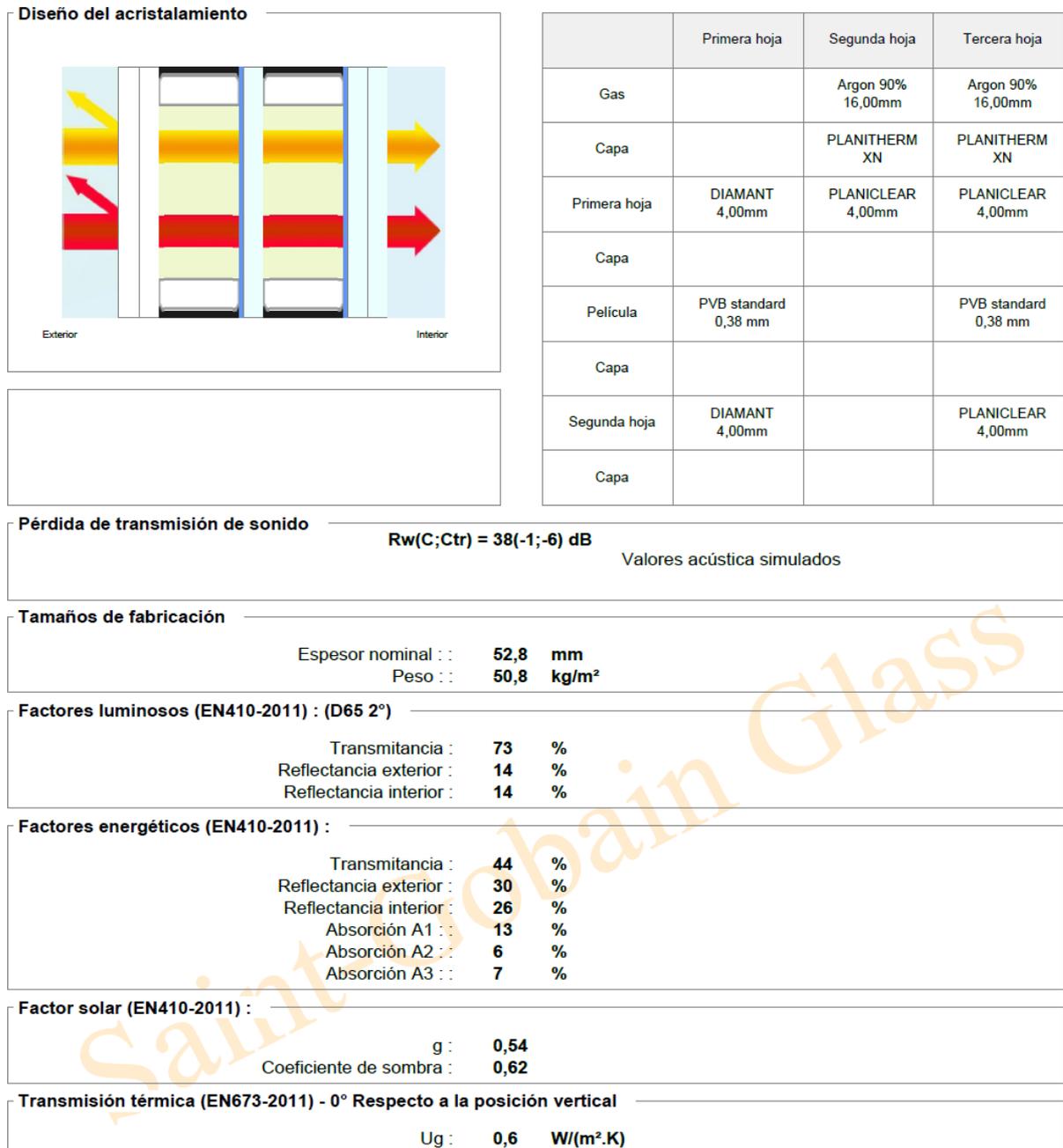
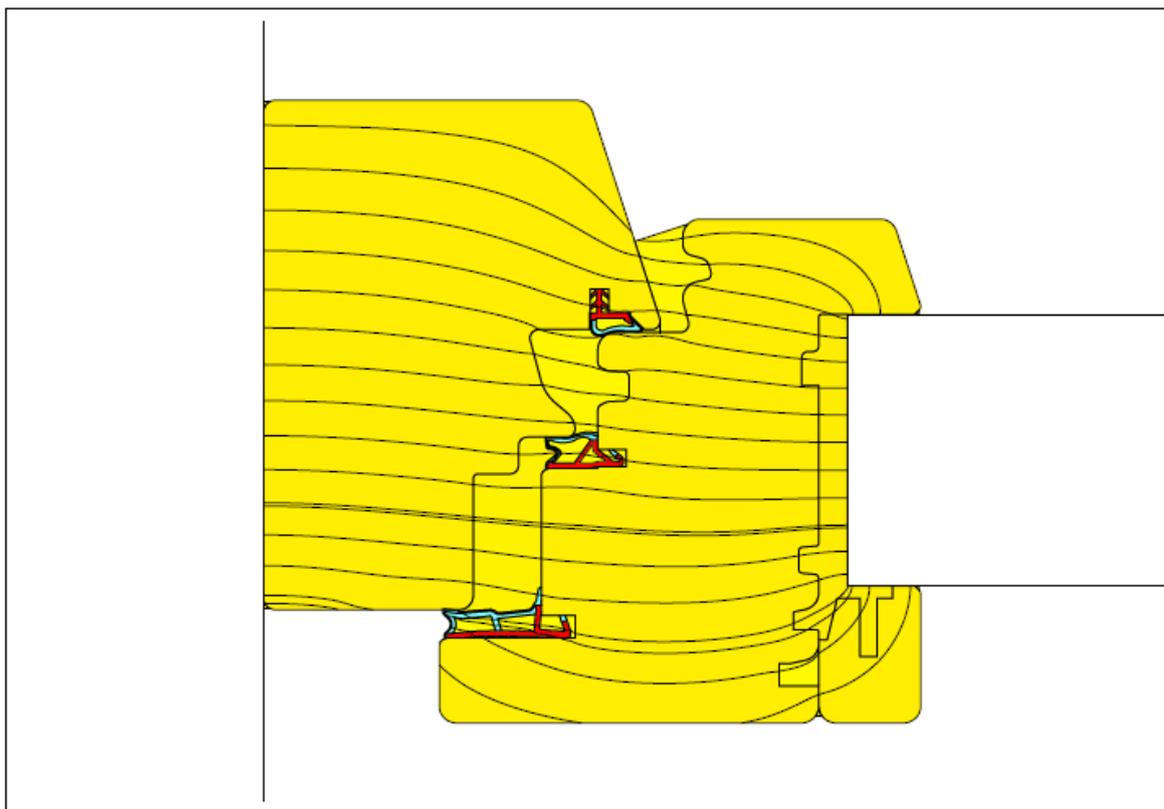


Figura 29. Datos técnicos vidrio de carpinterías

Calcolo della trasmittanza termica U in conformità con UNI EN ISO 10077-2:2007



Dettagli nodo

<i>Primitive utilizzate per simulazione agli elementi finiti:</i>	60230
<i>Larghezza telaio (Bf):</i>	103.00 mm

Condizioni al contorno esterne

<i>Temperatura:</i>	0.00 °C
<i>Resistenza superficiale:</i>	0.040 m ² K/W

Condizioni al contorno interne

<i>Temperatura:</i>	20.00 °C
<i>Resistenza superficiale:</i>	0.130 m ² K/W
<i>Resistenza superficiale con radiazione/convezione ridotta:</i>	0.200 m ² K/W

Risultati in conformità con UNI EN ISO 10077-2:2007

<i>Differenza di temperatura ambienti interno/esterno:</i>	20.00 °C
<i>Conduttanza 2D (Lf2D):</i>	0.124 W/mK

Trasmittanza (U): **1.208 W/m²K**

Figura 30. Datos técnicos marco de carpinterías

Para la instalación de las ventanas se utilizaron cintas de sellado tipo Proclima Tescon Vana tanto en la cara exterior del cerramiento como en la cara interior. También se colocó una cinta selladora autoexpandible tipo Frame band en todo el contorno de los cerramientos. De esta manera se aseguró un alto grado de estanqueidad en la instalación de las carpinterías.

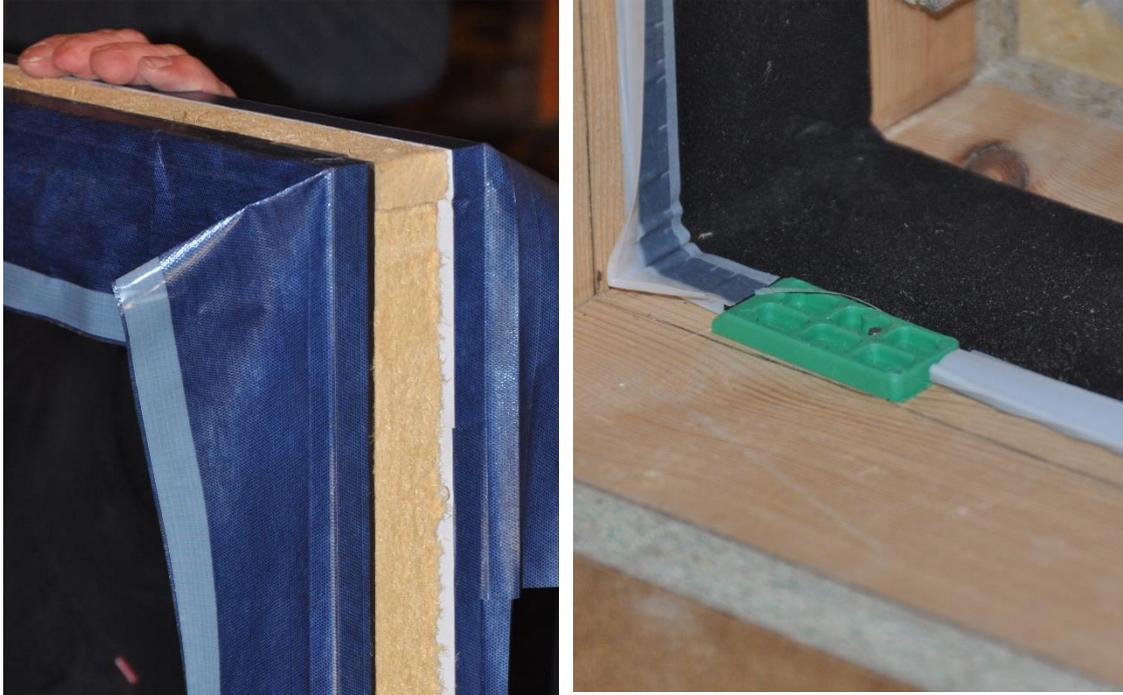


Figura 31. Instalación de carpinterías

5 Descripción del plano de estanqueidad

Para la ejecución del plano de estanqueidad se utilizó, tanto en los cerramientos como en la cubierta, un tablero de madera técnica de nueva generación producido mediante prensado de ciclo continuo.

Este tablero presenta unas altas prestaciones en lo que se refiere a estanqueidad al aire, tal y como se puede comprobar en los resultados de los test de permeabilidad al aire llevados a cabo por la empresa fabricante.

Se utilizó un tablero de un espesor más alto del convencional, 21 mm para asegurar un muy buen resultado de estanqueidad de la vivienda.

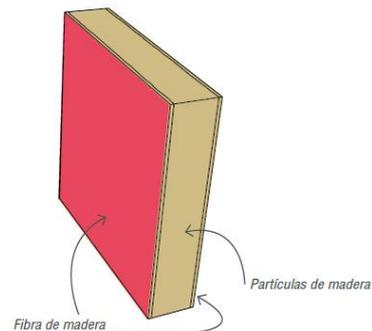
La estanqueidad de la losa se consigue con los 35 cm de hormigón armado continuo.

TECNOLOGIA FINSA

superPan Tech es el tablero de madera técnica de nueva generación producido mediante prensado en ciclo continuo.

superPan Tech es un producto innovador y exclusivo patentado por FINSA, patente nº 99966972.4 (European Patent Office).

Gracias a su composición particular, se distingue de otros paneles en base madera por sus propiedades físicas y mecánicas mejoradas que permiten su utilización en una amplia gama de aplicaciones estructurales.



superPan Tech P5

PERMEABILIDAD AL AIRE SEGÚN UNE-EN 12114:2000

Se obtuvieron los siguientes valores, en las condiciones de ensayo:
 Temperatura del aire: 21°C
 Presión atmosférica: 101200 Pa
 Humedad relativa: 45%

superPan Tech P5 Espesor (mm)	Diferencia de presión (Pa)	Permeabilidad (m ³ /h·m ²)
15	50	0.054
	100	0.095
	300	0.281
	600	0.566
18	50	0.016
	100	0.031
	300	0.092
	600	0.182

Figura 32. Datos técnicos plano de estanqueidad

Las juntas y los tornillos fueron sellados utilizando la cinta Tescon Vana de Proclima.



Figura 33. Sellado plano de estanqueidad

Para el sellado del encuentro solera-muro se utilizó tb una imprimación especial para hormigón de la casa Proclima.

5.1 Blower door test

Se realiza el correspondiente blower door test siguiendo la norma UNE-EN 13829. Se realizan mediciones en depresión y sobrepresión para al final obtener el valor medio para una diferencia de presión de 50 Pa. Con este valor de flujo o caudal, se calcula el parámetro n50, que indica las renovaciones horarias del volumen total de la vivienda que se producen con la diferencia de presión de 50 Pa.

En el hecho de todas las partes implicadas en la ejecución de la envolvente y sus penetraciones (instaladores) estaban altamente motivados para conseguir un alto grado de estanqueidad en la ejecución de esta vivienda fue clave para la obtención de resultados tan exitosos en este campo.

Se llevaron a cabo dos test previos al test final. El primero se ejecutó antes de las instalaciones, con el objeto de evaluar la envolvente térmica antes de las penetraciones. En el segundo se pudieron evaluar todas las penetraciones de la envolvente antes de ser tapadas con la fase final de acabados. Durante cada una de estas pruebas se pudieron corregir fugas leves que ayudaron a mejorar el resultado final. La confianza e implicación de todos los miembros del equipo fue clave a la hora de identificar estas fugas.

En el primer test se comprobó que en el encuentro vidrio-marco de las carpinterías no se había sellado suficientemente, por lo que se desmontaron todos los vidrios para añadir sellante en esta junta.

En la segunda de las pruebas, pudo comprobarse que una de las penetraciones eléctricas no se había sellado convenientemente, se procedió a su sellado.



Figura 34. Blower door test

A continuación se expone el certificado elaborado con los resultados obtenidos en la prueba de estanqueidad con la vivienda terminada.

CERTIFICADO ENSAYO TEST BLOWERDOOR

EDIFICIO:

VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA
LUGAR DE CACHONS 10, 15883 TEO, A CORUÑA

TECNICO CERTIFICADOR

GUSTAVO RIOS SANCHEZ, ARQUITECTO TECNICO COLEGIADO Nº 2905
(COAATAC)

TIPO DE ENSAYO

ENSAYO TEST BLOWERDOOR, METODO A, SIGUIENDO NORMA UNE EN- 13289

FECHA DEL ENSAYO

03/08/2018

RESULTADO REQUERIDO PARA CERTIFICACION PASSIVHAUS. RATIO n50

$n50 \leq 0.64$ l/h

RESULTADO OBTENIDO EN EL ENSAYO

$n50 = 0.26$ l/h

**EL RESULTADO DEL TEST BLOWERDOOR CUMPLE LAS EXIGENCIAS PARA LA
CERTIFICACION BAJO EL ESTANDAR PASSIVHAUS**

**RIOS
SANCHEZ
GUSTAVO -
33297172A**

Firmado digitalmente por RIOS
SANCHEZ GUSTAVO -
33297172A
Nombre de reconocimiento
(DN): c=ES,
serialNumber=IDCES-3329717
2A, givenName=GUSTAVO,
sn=RIOS SANCHEZ, cn=RIOS
SANCHEZ GUSTAVO -
33297172A
Fecha: 2018.11.06 09:46:40
+01'00'

Fdo. Gustavo Ríos Sánchez

Figura 35. Certificado ensayo blower door test

6 Sistema de ventilación

Se proyectó un sistema de ventilación con una unidad de recuperación marca Zehnder modelo Comofair 200.

El núcleo del sistema se instaló en la segunda planta en una pequeña estancia situada en el centro de la vivienda.

El sistema consta con cuatro bocas de ventilación para introducción del aire fresco procedente del exterior equilibradas para suministrar un caudal medio de 40 m³/h cada una. Se instalarán en cada una de las habitaciones, en el salón y en la segunda planta.

Para la extracción de aire se cuenta con dos bocas de extracción instaladas en cada uno de los baños y una doble colocada en la cocina.

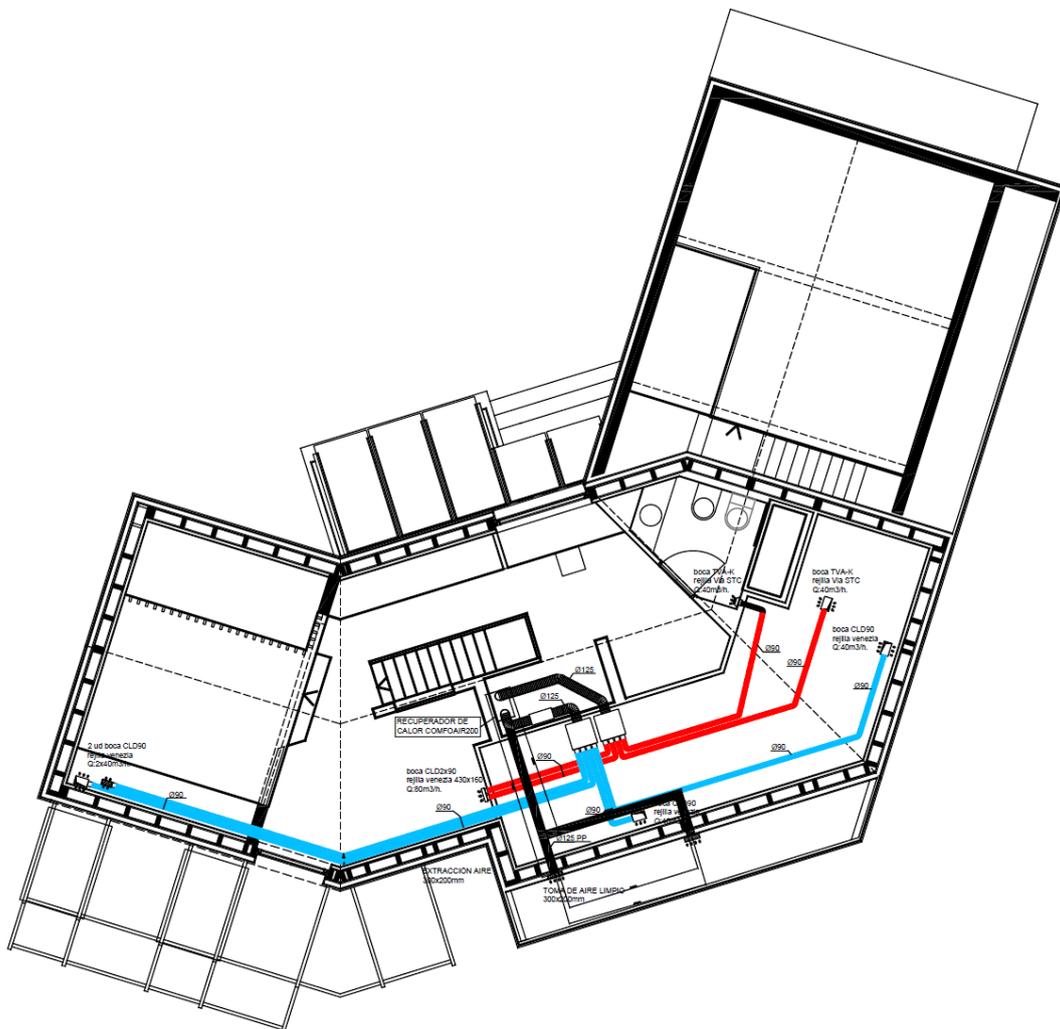


Figura 36. Sistema de ventilación

Tanto los tubos de distribución y de extracción de aire de la vivienda, como las tomas y salidas de aire al exterior se conducen a través de un aprovechamiento bajo cubierta encima de las habitaciones.

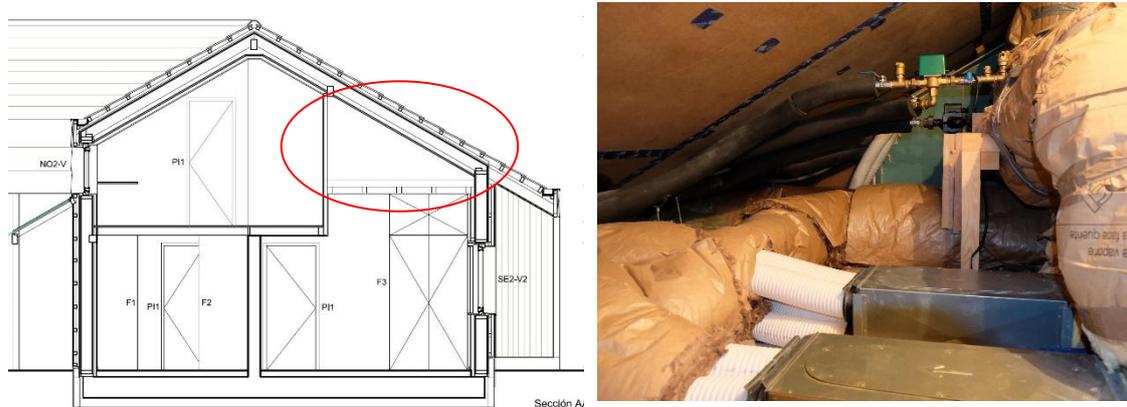


Figura 37. Zona sistema de ventilación

Una vez ejecutada la instalación, se comprobó que el ruido en la habitación más cercana a los equipos era mayor del deseable durante la noche. Se procedió a instalar más aislamiento en toda la zona, para disminuir el ruido a unos valores aceptables. Una vez suplementado el aislamiento acústico de las estancias en las que se ubican los equipos de ventilación, este problema fue resuelto.

6.1 Datos del intercambiador de calor

El intercambiador de calor utilizado es de la marca Zhender, modelo Comfoair 200. El equipo tiene una eficiencia del 92%, y la eficiencia del conjunto de la instalación según los cálculos realizados con PHPP es de 85,1%.



CERTIFICATE
 Certified Passive House Component
 Component-ID 0327vs03 valid until 31st December 2016

Passive House Institute
 Dr. Wolfgang Feist
 64283 Darmstadt
 Germany

Category: Air handling unit with heat recovery
 Manufacturer: Zehnder Group Nederland B.V. Netherlands
 Product name: ComfoAir200, ComfoD250, WHR920

Specification: Airflow rate < 600 m³/h
 Heat exchanger: Recuperative

This certificate was awarded based on the product meeting the following main criteria

Heat recovery rate $\eta_{HR} \geq 75\%$
 Specific electric power $P_{el,spec} \leq 0.45 \text{ Wh/m}^3$
 Leakage < 3%

Comfort: Supply air temperature $\geq 16.5^\circ\text{C}$ at outdoor air temperature -10°C

Airflow range
60–150 m ³ /h
Heat recovery rate
$\eta_{HR} = 92\%$
Specific electric power
$P_{el,spec} = 0.42 \text{ Wh/m}^3$

CERTIFIED COMPONENT

Passive House Institute

www.passivehouse.com

Figura 38. Intercambiador de calor

7 Sistema de calefacción

Dada la baja carga de calefacción necesaria, se ha previsto suministrar este calor a través del circuito de impulsión de aire. La carga de calefacción que se puede aportar a través del circuito de aire es suficiente para las necesidades de la vivienda en el peor supuesto.

	$P_L - P_G$	=	619	or	982
Heating load P_H		=	982		W
Area specific space heating load P_H / A_{TFA}		=	8,5		W/m²
Input max. supply air temperature	40	°C		°C	
Max. supply air temperature $\vartheta_{Supply,Max}$	40	°C	Supply air temperature without heating	17,8	°C
$\vartheta_{Supply,Min}$	17,8	°C		17,8	°C
For comparison: heating load transportable by the supply Air $P_{Supply,Air,Max}$		=	1023	W specific:	8,8
				(Yes/No)	Yes
				Supply air heating: Sufficient?	

Figura 39. Cálculo de calefacción

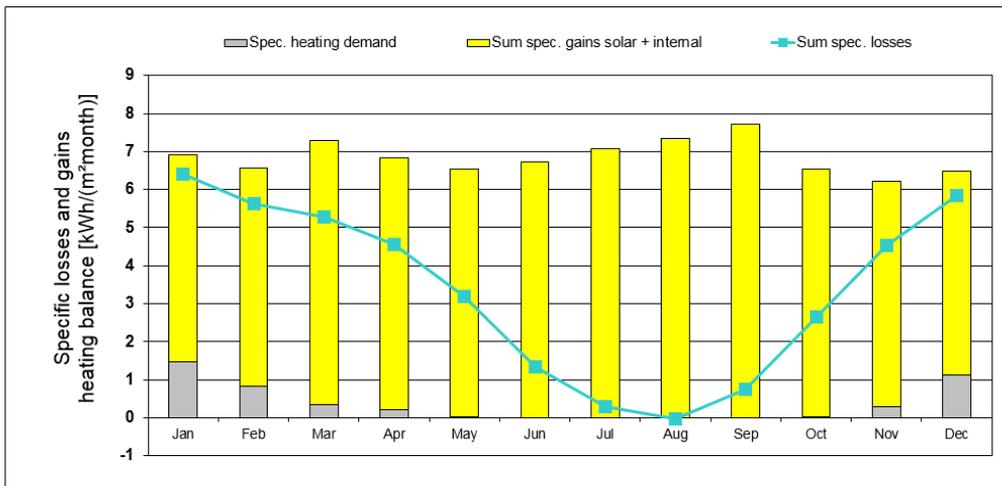


Figura 40. Balance energético

Para cubrir esta carga de calefacción, se instalaron en el conducto principal de impulsión de aire una batería de calor que aprovecha el agua caliente proveniente de las placas solares, y una resistencia eléctrica.

La prioridad para el agua caliente proveniente de los captadores solares será para calefacción, y el exceso será utilizado como ACS. Cuando no se produzca agua caliente en las placas solares, y la casa necesite igualmente carga de calefacción, se usará la resistencia eléctrica.

Para el control de la calefacción se ha instalado un autómata de Siemens tipo LOGO 8. El sistema cuenta con un datalogger que registrará los datos recogidos por sensores de temperatura instalados en los conductos de impulsión y extracción de aire, así como en el circuito de agua glicolada de los captadores solares. Estos datos, junto con el número de arranques de cada sistema de calefacción, permitirán monitorizar el comportamiento energético de la vivienda a lo largo del año en función de las condiciones climáticas.



8 Resultados del PHPP

A continuación se presenta la hoja de resultados del PHPP.

Passive House Verification

	Building: Casa Cachóns_Passivhaus	
	Street: Lugar de Cachons-Oza, 10	
	Postcode/City: 15883 Teo	
	Province/Country: A Coruña ES-Spain	
Building type: Vivienda unifamiliar		
Climate data set: ES0007b-Santiago de Compostela		
Climate zone: 5: Warm Altitude of location: 66 m		
Home owner / Client: Isaac Fudili Moreno & Irene Gomez Ibarlucea		
Street: Lugar de Cachons-Oza, 10		
Postcode/City: 15883 Teo		
Province/Country: A Coruña ES-Spain		
Mechanical engineer: Andres Figueiras INOUS ENXEÑERIA		
Street: Plaza Nuestra Sra de la Merced de Conxo, 12, 1º-B		
Postcode/City: 15702 Santiago de Compostela		
Province/Country: A Coruña ES-Spain		
Certification: Energiehaus Arquitectos SLP		
Street: Carrer de Ramón Turró 100-104, 3-3		
Postcode/City: 08005 Barcelona		
Province/Country: Barcelona ES-Spain		
Year of construction: 2018	Interior temperature winter [°C]: 20,0	Interior temp. summer [°C]: 25,0
No. of dwelling units: 1	Internal heat gains (IHG) heating case [W/m²]: 2,5	IHG cooling case [W/m²]: 3,0
No. of occupants: 2,6	Specific capacity [Wh/K per m² TFA]: 60	Mechanical cooling:

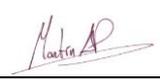
Specific building characteristics with reference to the treated floor area			Criteria	Alternative criteria	Fullfilled? ²	
Space heating	Treated floor area m²	116,0				
	Heating demand kWh/(m²a)	4,3	≤	15	-	yes
	Heating load W/m²	8,5	≤	-	10	
Space cooling	Cooling & dehum. demand kWh/(m²a)	-	≤	-	-	-
	Cooling load W/m²	-	≤	-	-	-
	Frequency of overheating (> 25 °C) %	8	≤	10		yes
	Frequency of excessively high humidity (> 12 g/kg) %	0	≤	20		yes
Airtightness	Pressurization test result n ₅₀ 1/h	0,3	≤	0,6		yes
Non-renewable Primary Energy (PE)	PE demand kWh/(m²a)	49	≤	100		yes
Primary Energy Renewable (PER)	PER demand kWh/(m²a)	35	≤	-	-	-
	Generation of renewable energy (in relation to projected building footprint area) kWh/(m²a)	7	≥	-	-	-

² Empty field: Data missing; '-': No requirement

I 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 verification.

Task: 2-Certifier First name: Martín Surname: Amado Pousa

Certificate ID: 08/01/19 Issued on: Barcelona City: Barcelona

Passive House Classic? **yes** Signature: 

9 Coste de construcción

El coste de la construcción total de la vivienda pasiva de Cachons es de aproximadamente 1250€/m² (sin el IVA). Este coste incluye todos los trabajos de movimiento de tierras, urbanización y acondicionamiento de la parcela, y se refiere a la superficie de referencia energética empleada en el cálculo de la vivienda más los espacios exteriores que no formarían parte de la envolvente térmica.

Los propietarios de la vivienda están altamente satisfechos con el comportamiento de la vivienda. Durante el primer invierno que pasaron en la vivienda el autómata que regulaba la calefacción no estaba operativo y la temperatura de la vivienda no bajo en ningún momento de 19 grados sin ningún sistema de calefacción.

Se prevé que con el calentamiento producido por las placas solares sea suficiente para mantener 21 grados de temperatura en la mayoría de los casos. El coste mensual de electricidad ronda los 40 euros, de lo cual la mayor parte son tarifas de instalación e impuestos. Los consumos son extremadamente bajos.

En el verano, durante las semanas con mayor temperatura, ha sido necesaria la ventilación natural nocturna. Mediante la apertura nocturna de las ventanas en modo oscilo batiente, se consigue minimizar las subidas de temperatura por encima de los 25°, tal y como se preveía en los cálculos realizados previamente en el PHPP.