

Project Documentation



1. Abstract



Showroom *Passivhaus* in Saragossa, Spain

1.1 Data of building / Gebäudedaten

Year of construction/ Año de construcción	2016	Heating demand/ Demanda calefacción	6 (Kwh/m²a)
Floor Area Superficie	40 m ²	Cooling + deshumidification demand/ Demanda refrigeración + deshumidificación	14 (Kwh/m²a)
U-value external Wall/ Valor U cerramiento exterior	0,123-0,157 (W/m ² K)	Non-renewable Primary Energy (PE)/ Energía Primaria no removable (PE)	63 (Kwh/m²a)
U-value basement ceiling/ Valor U solera	0,159 (W/m ² K)	Generation of Renewable Energy Generación de Energía renovable	- (Kwh/m ² a)
U-value roof/ Valor U cubierta	0,122 (W/m ² K)	Primary Energy Renewable (PER)/ Energía primaria removable (PER)	- (Kwh/m ² a)
U-value window/ Valor U ventana	1,20 (W/m ² K)		
Heat Recovery/ Rendimiento recuperación	85,3 %	Pressure test n50/ Ensayo de presurización n50	0,38 h-1
Special features/ Características especiales	Mechanical ventilation system with geothermal air exchanger Incorporación de intercambiador geotérmico en el sistema de ventilación		

1.2 Brief description of construction task / Breve descripción de la construcción

The building is a small showroom of 40 m² net floor area built and certified by the passivhaus concept in October 2016. The building is placed in Zaragoza, Spain and it works as a demo of the passivhaus standard for final users of residential buildings built by this standard. The highlights of the project are the passive design strategies implemented in a very unfavorable building in its size to meet the requirements of the standard, especially the winter-summer energy balance for the climate in which it is located.

The construction has been made by a combination of three pre-assembled modules and masonry solutions. The North, East and West facades and the roof include a sandwich panel solution with polyurethane insulation inside. The South façade is composed by a double wall masonry solution. As for the soil solution, the building is supported on the ground on a concrete slab including a non-ventilated cavity, different layers of insulation and a screed mortar with a laminated floor finish. The building has other complementary passive strategies such as a temporary shading for summer on the south facade and a geothermal air exchanger connected to the mechanical ventilation system.

The goal of the project is to measure and show the energy efficiency results, comfort temperatures and indoor air quality of a small prototype built by the passivhaus concept to potential customers. The building is also open to the public, training centers and professionals. The design, construction and certification were carried out in three weeks.

It has been a project with very good social and business acceptance for the Lobe company that adopts as a strategic business plan to build its residential buildings by the passivhaus standard.

El edificio es un pequeño showroom de 40 m² útiles construido y certificado passivhaus en octubre de 2016. El edificio está ubicado en Zaragoza, España y funciona como espacio demostrativo del estándar passivhaus para futuros usuarios de edificios multifamiliares construidos mediante el estándar. El interés energético del proyecto se basa en las estrategias de diseño pasivo implementadas en un edificio muy desfavorable en su tamaño para cumplir con los valores límites del estándar y en equilibrar el balance energético invierno-verano en el clima en el que se encuentra.

La construcción se ha realizado mediante una combinación de tres módulos prefabricados y soluciones de albañilería in situ. Las fachadas Norte, Este y Oeste y la cubierta incluyen una solución de panel sándwich con PUR en su interior. La fachada Sur está resuelta mediante una solución de doble hoja de albañilería. En cuanto a la solución del suelo, el edificio se encuentra apoyado en el terreno sobre una solera de hormigón incluyendo una cámara estanca, diferentes capas de aislamiento y un recrido de mortero con acabado en

pavimento laminado. El edificio cuenta con medidas complementarias como un toldo en la fachada Sur y un intercambiador geotérmico conectado al sistema de ventilación.

El objetivo del proyecto es medir y mostrar a usuarios finales el comportamiento energético, la experiencia de confort y calidad del aire interior de un pequeño prototipo construido mediante estándar passivhaus. El espacio está abierto al público, usuarios finales, centros de formación y técnicos del sector. El diseño, construcción y certificación se realizó en tres semanas de trabajo.

El proyecto ha tenido muy buena aceptación social y de negocio para el grupo empresarial Lobe que adopta como línea estratégica la construcción de sus edificios mediante estándar passivhaus.

1.3 Responsible Project participants/ Participantes en el proyecto

Architect/
Arquitecto Pablo Carranza, Pilar Zorraquín

Implementation planning/
Planificación Grupo Lobe construcción
<http://www.grupolobe.com/>

Building systems/
Construcción Grupo Lobe construcción
<http://www.grupolobe.com/>

Structural engineering/
Ingeniero estructural

Building physics/
Físico de construcción

Passive House project
planning/
Diseñador Passivhaus Pablo Carranza

Construction management/
Gestión de construcción Grupo Lobe construcción
<http://www.grupolobe.com/>

Certifying body/
Organismo certificador Nuria Díaz, VANDarquitectura

Certification ID/
Certificación ID ID 5781

Author of project documentation /
Autor de la documentación Pablo Carranza Navarro

Date, Signature/
Fecha, Firma



10 Noviembre 2016

2.1 Fotografías exteriores



Imagen 1: Vista de la fachada Sur y Este del edificio.



Imagen 2: Vista en detalle fachada Norte y Oeste.



Imagen 3: Vistas exteriores y desde el pasillo.

2.2 Fotografías interiores



Imagen 4: Vista interior del edificio.



Imagen 5: Vista del pasillo de conexión con el expositor comercial y puerta de entrada.



Imagen 6: Vista del acristalamiento en la fachada Sur.

3 Sección transversal y estudio de asoleo

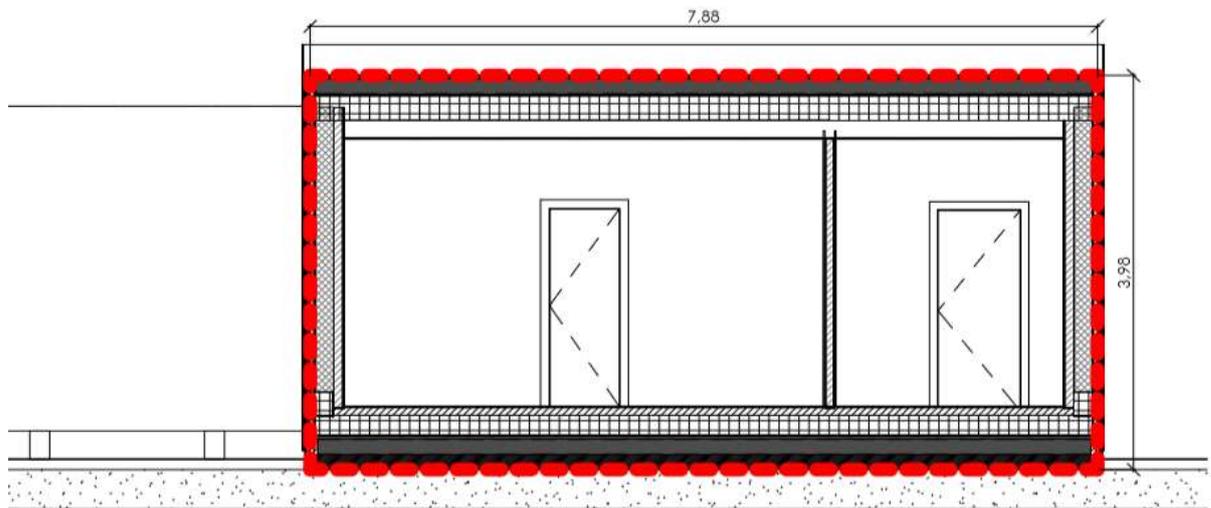


Imagen 7: Sección transversal del edificio.

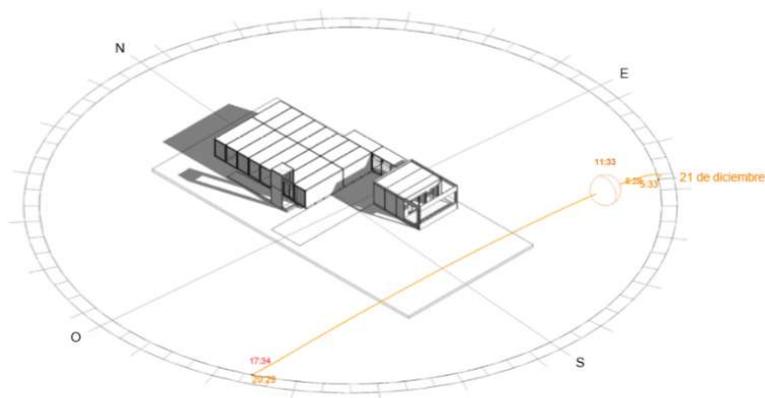


Imagen 8: Estudio de asoleo Invierno. 21 Diciembre.

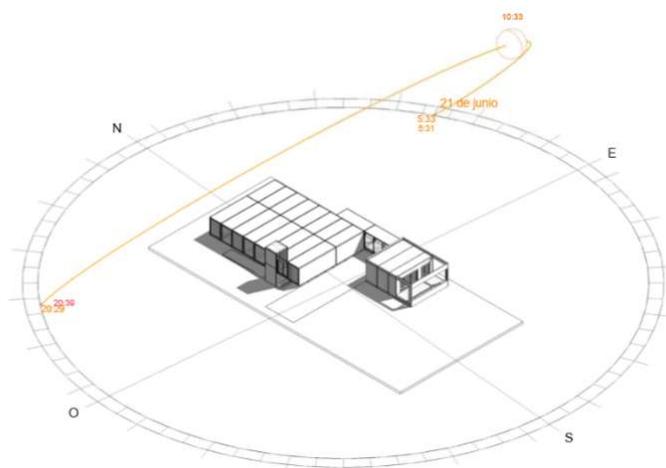


Imagen 9: Estudio de asoleo verano. 21 Junio.

4 Plano de planta

El edificio sólo cuenta con dos estancias dedicadas a espacio comercial y expositivo. La estancia 1 con una SER de 12,84 m² y la estancia 2 con una SER de 27,08 m².

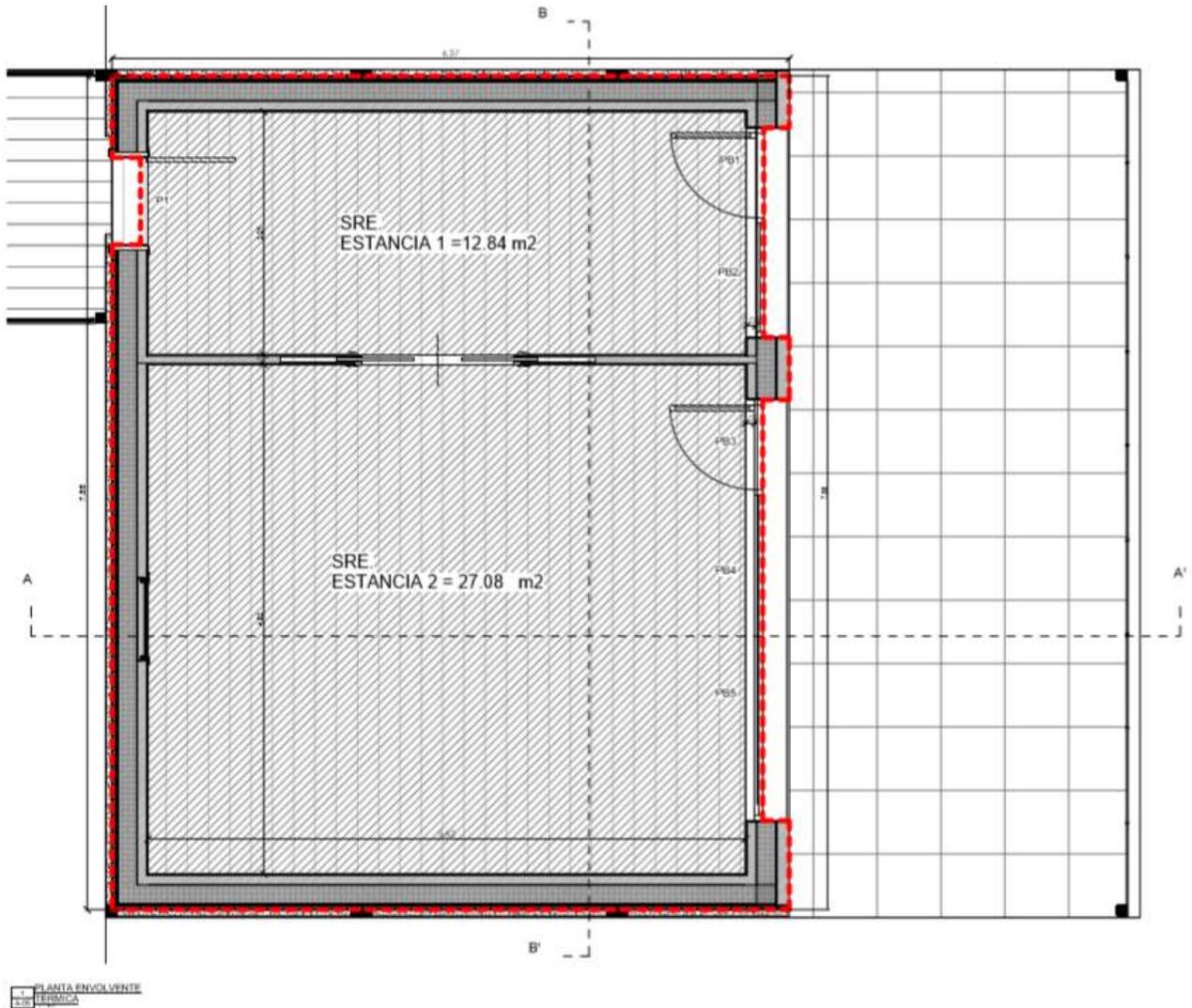


Imagen 10: Esquema de envolvente térmica del edificio.

5.1 Descripción de la solución constructiva de la solera

Para la construcción del suelo del edificio se han dispuesto los módulos prefabricados apoyados sobre una solera de hormigón realizada superficialmente sobre el terreno. Esta solución ha sido condición necesaria para evitar el suelo en contacto con el exterior y por tanto alcanzar los niveles de demanda del estándar.



Imagen 11: Ejecución de la solera del edificio.

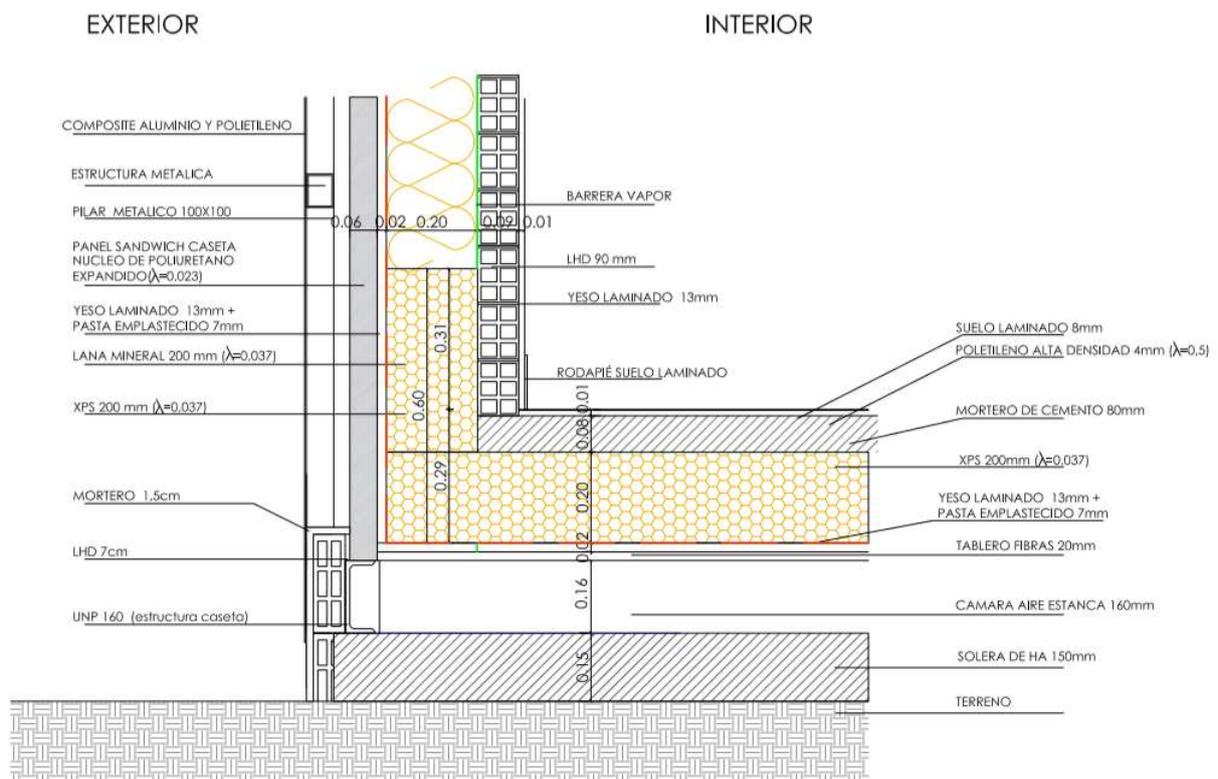


Imagen 12: Detalle constructivo de la solera.



Imagen 14: Imagen del proceso de ejecución de aislamiento y cerramiento doble hoja.

5.3 Descripción de la construcción de la cubierta

En la cubierta se ha realizado una solución de aislamiento de poliestireno extruido de 24 cm de espesor sobre la cara interior del módulo prefabricado y sobre este una cámara y falso techo de pladur. Para no perforar la cubierta el aislamiento se ha adherido al soporte mediante adhesivos.



Imagen 15: Proceso de instalación de aislamiento en la cara inferior de la cubierta del módulo prefabricado.

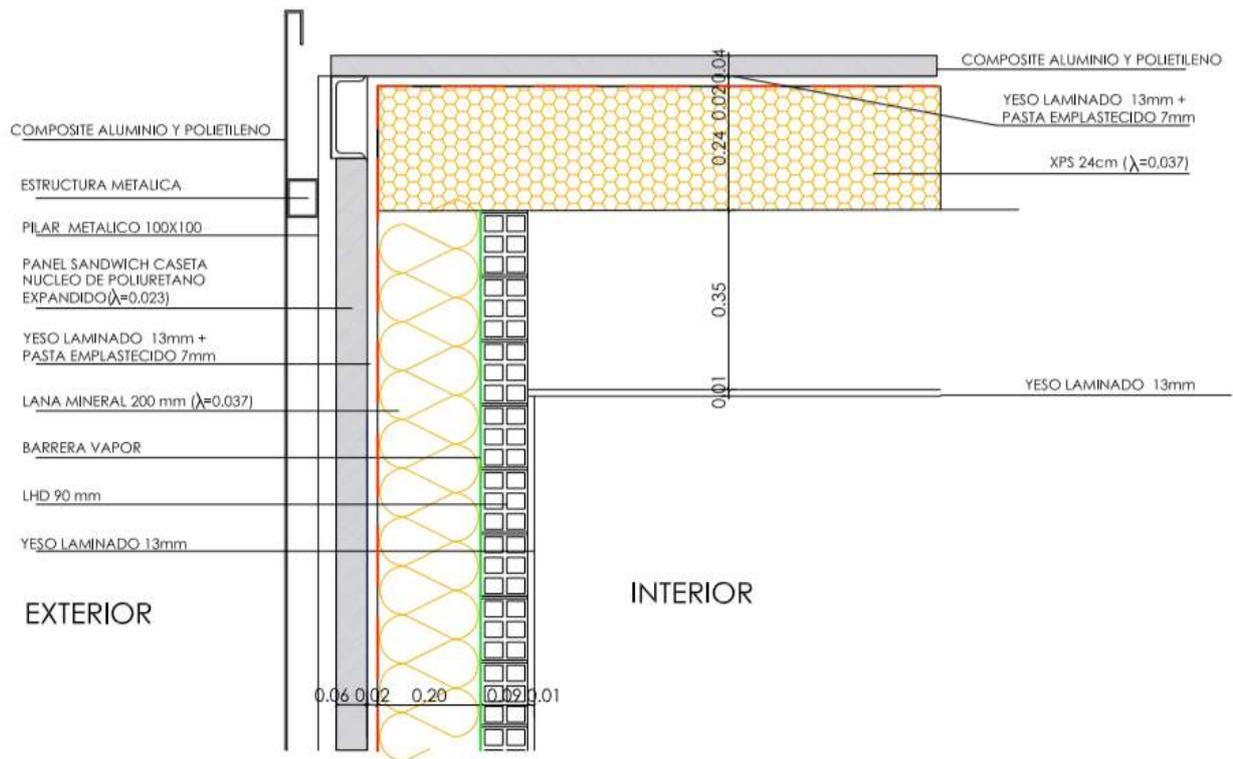


Imagen 16: Detalle constructivo del cerramiento de cubierta.

5.4 Descripción de la instalación de puertas y ventanas. Detalles de instalación.



Imagen 17: Instalación de carpinterías, cajón de persiana y vidrios en fachada Sur.

Únicamente se cuenta con ventanas en la orientación Sur. La instalación de estas carpinterías se ha realizado sobre un premarco de madera y a eje de la capa de aislamiento minimizando en gran medida el puente térmico de instalación.

Para el cajón de persiana y tratándose de una construcción temporal se ha adoptado una solución especial ubicando el cajón por el exterior lo que ha reducido significativamente el puente térmico de instalación.

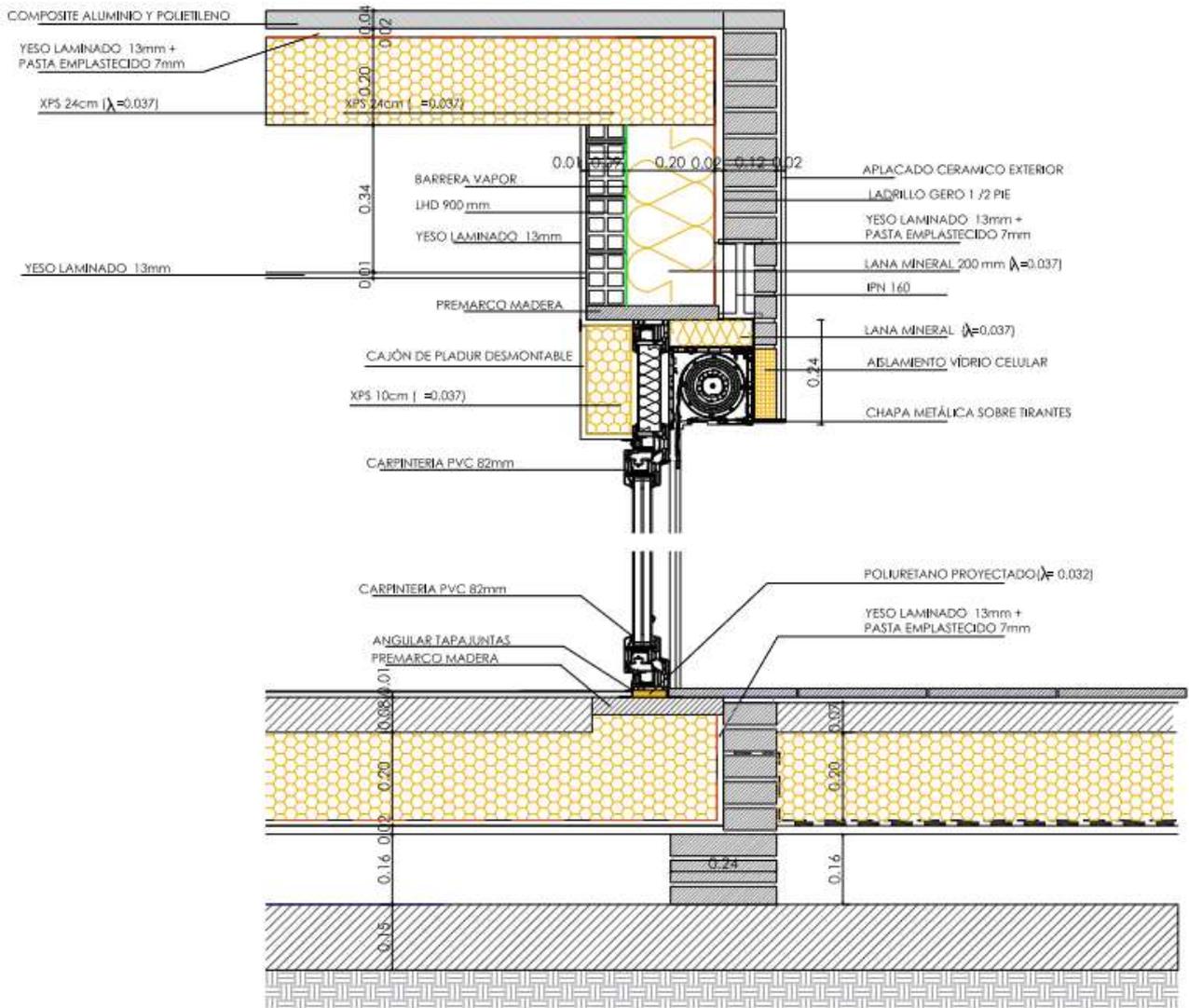


Imagen 18: Detalle de instalación de las carpinterías y el cajón de persiana.



Imagen 19: Sellado del premarco de madera.

En el caso de la puerta de acceso al edificio ha sido necesario instalar una puerta de madera que incorporase altos niveles de aislamiento y soluciones de estanqueidad debido a que se encuentra situada en la misma envolvente térmica del edificio. El Valor de transmitancia térmica de la puerta es $U=0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

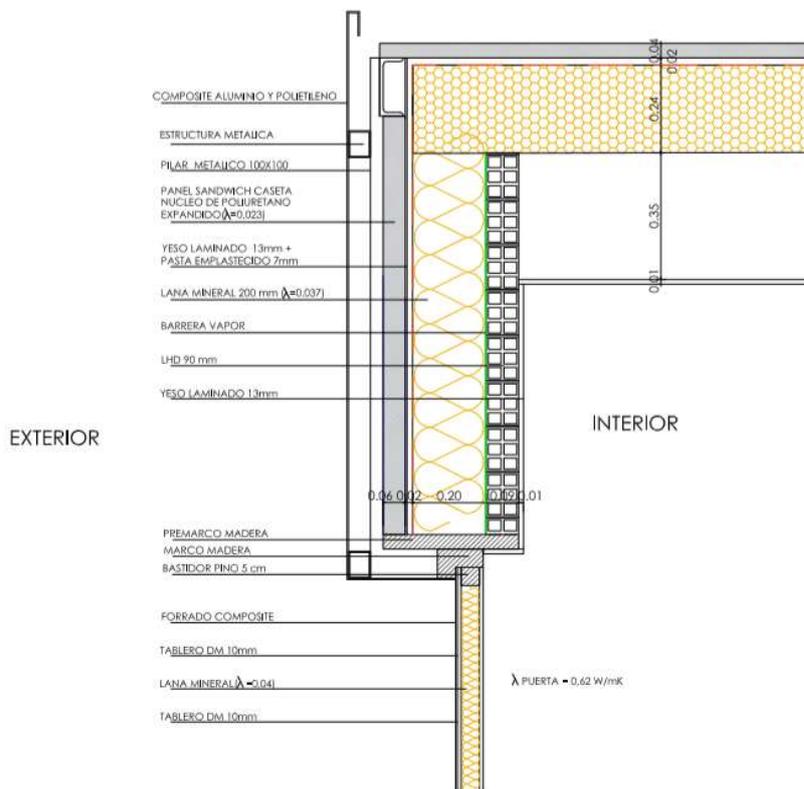


Imagen 20: Detalle de instalación de la puerta principal de madera de acceso.



Imagen 21: Detalle de instalación de la puerta principal de madera de acceso.

5.4 Características técnicas de carpinterías y vidrios

La solución que se ha incorporado en los huecos de ventanas ha sido una carpintería en PVC perfil Veka serie 82 manufacturada por el taller Inrialsa. Se trata de un componente certificado por el PHI.

Category: **Window frame**
 Manufacturer: **INRIALSA PVC S.A.,
 Lardero, La Rioja,
 Spain**
 Product name: **Window Ecoven Plus + by INRIALSA**

This certificate was awarded based on the following criteria for the warm, temperate climate zone

Comfort $U_W = 1.00 \leq 1.00 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
 $U_{W, \text{ installed}} \leq 1.05 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
 mit $U_g = 0.90 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$

Hygiene $f_{\text{Ra} \rightarrow 0.25} \geq 0.65$

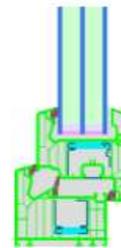
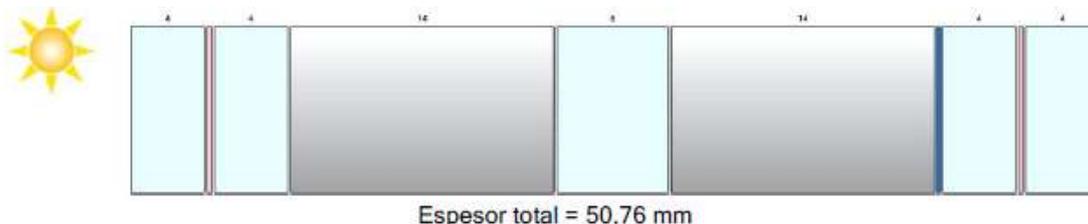


Imagen 22: Detalle de instalación de la puerta principal de madera de acceso.

Los valores instalados para este perfil son $U_f=1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, $Y=0,024 \text{ W}/(\text{mK})$. El valor instalado de las ventanas es $U_w = 1,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

El vidrio utilizado es un vidrio multicapa de una composición triple con cámaras de 16 mm y gas argón e incorporando láminas bajo emisivas. Sus valores son $U_g=0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ $f_s=0,525$.



Vidrios desde el exterior al interior:

Hoja 1		Hoja 2		Hoja 3	
4 mm	Float Glass ExtraClear	6 mm	Float Glass ExtraClear	4 mm	ClimaGuard Premium
0,38 mm	PVB Clear			0,38 mm	Float Glass ExtraClear
4 mm	Float Glass ExtraClear			4 mm	PVB Clear
				4 mm	Float Glass ExtraClear
Cámara 1 - 14 mm		Cámara 2 - 14 mm			
10%	Aire	10%	Aire		
90%	Argón	90%	Argón		

Resultados

Luz visible (EN 410 - 2011)		Energía Solar (EN 410 - 2011)	
Transmitancia Luminosa [%]	$\tau_v = 71,1$	Transmitancia energética solar total [%]	$g = 52,5$
Reflexión Luminosa exterior [%]	$\rho_v = 18,0$	Coefficiente de sombra (G/0,87)	$sc = 0,60$
Reflección Luminosa interior [%]	$\rho_v = 17,3$	Transmitancia energética directa [%]	$\tau_e = 42,6$
Indice general de rendimiento de color	$R_a = 94,8$	Reflexión energética exterior [%]	$\rho_e = 23,1$
		Reflexión energética interior [%]	$\rho_e = 24,9$
		Absorción energética [%]	$a = 34,3$
Propiedades térmicas (EN 673 - 2011)		Transitancia de UV [%]	$\tau_{uv} = 0,5$
Valor-U [W/(m ² K)]	Inclinación $\alpha = 90^\circ$	Transmitancia energética indirecta [%]	$q_i = 9,9$
Conforme EN:	$U_g = 0,9$	Otros datos	
Con tres decimales:	$U_g = 0,919$	Indice de atenuación acústica estimada [dB]	$R_w = \text{NPD}$
		(EN 717-1)	$C = \text{NPD}$
			$C_{tr} = \text{NPD}$

Imagen 23: Ficha y características de los vidrios instalados.

6 Descripción de la envolvente hermética

La solución de estanqueidad del edificio se ha realizado disponiendo una capa de cartón yeso continua en suelos, paredes y techo. Sobre esta capa se ha realizado una capa de emplastecido mediante la aplicación de una pasta de yeso sobre toda la superficie envolvente. Los pasos de instalaciones se han sellado mediante cintas herméticas. En la instalación de carpinterías se han utilizado también soluciones de cinta hermética.

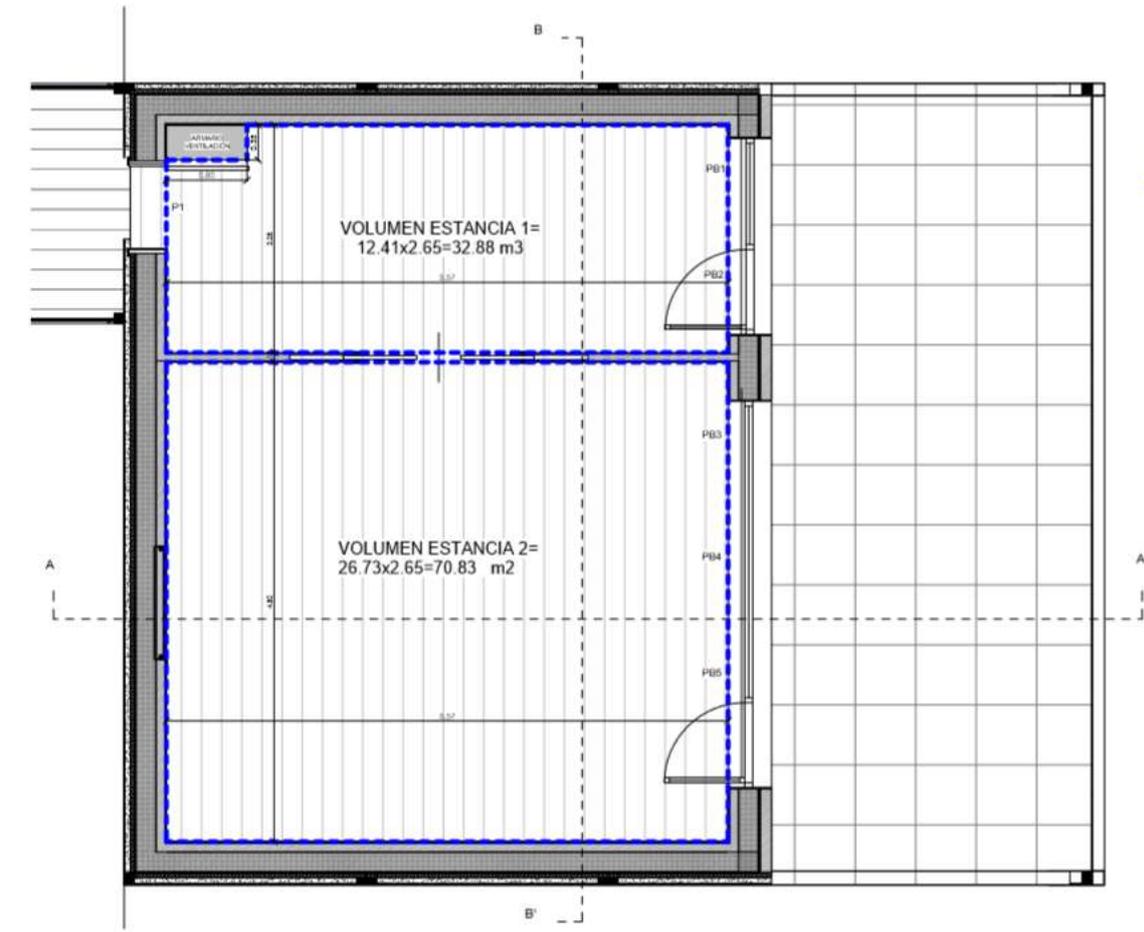


Imagen 24: Esquema de la envolvente hermética del edificio.



Imagen 25: Aplicación de emplastecido sobre la capa de cartón yeso para configurar la capa hermética.

6.1 Descripción del ensayo de presión. Resultados n50

Durante la ejecución del edificio se realizó un único test *blower door* obteniendo un valor resultante n50 de 0,38 r/h. El ensayo se realizó de forma eficaz y sin encontrar problemas relevantes lo que supuso valorar la realización de capas de estanqueidad mediante soluciones de cartón yeso en futuras construcciones.



Imagen 26: Realización del ensayo n50.

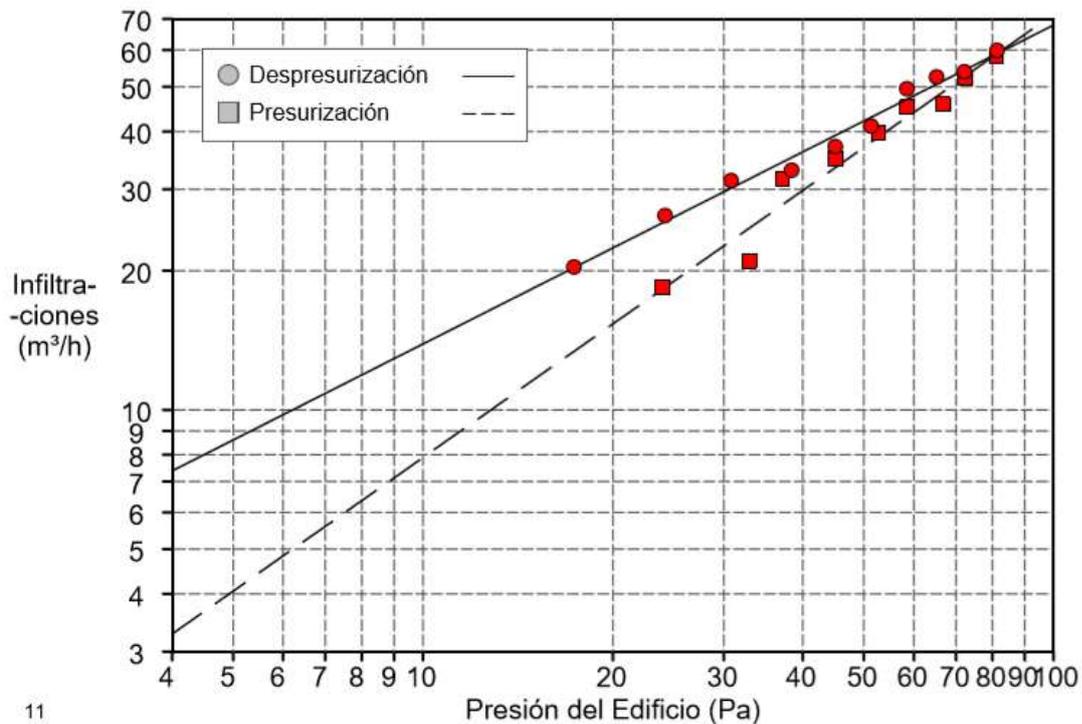


Imagen 27: Resultados obtenidos a presurización y despresurización.

7. Descripción del sistema de Ventilación

El edificio se ha equipado con un sistema de ventilación mecánica de doble flujo con recuperación de calor. El modelo instalado es ALDES Aéraulique, componente certificado por el PHI, con las características que se indican a continuación:

Category: **Air handling unit with heat recovery**
 Manufacturer: **ALDES Aéraulique**
France
 Product name: **InspirAIR Home SC240**

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
123–187 m ³ /h
Heat recovery rate
$\eta_{HR} = 86\%$
Specific electric power
$P_{el,spec} = 0.35 \text{ Wh/m}^3$



Imagen 28: Plano esquemático del sistema de ventilación mecánica con recuperación de calor + ITA.

Debido a las características de uso del edificio dónde no se cuenta con estancias húmedas se ha planteado un doble circuito con impulsión y extracción en cada una de las estancias.

Caudal de aire de diseño	Tasa de intercambio	Rendimiento del equipo	Recuperación efectiva +ITA	Consumo eléctrico certificado
48 m ³ /h	0,35 r/h	86 %	85,3 %	0,35 Wh/m ³

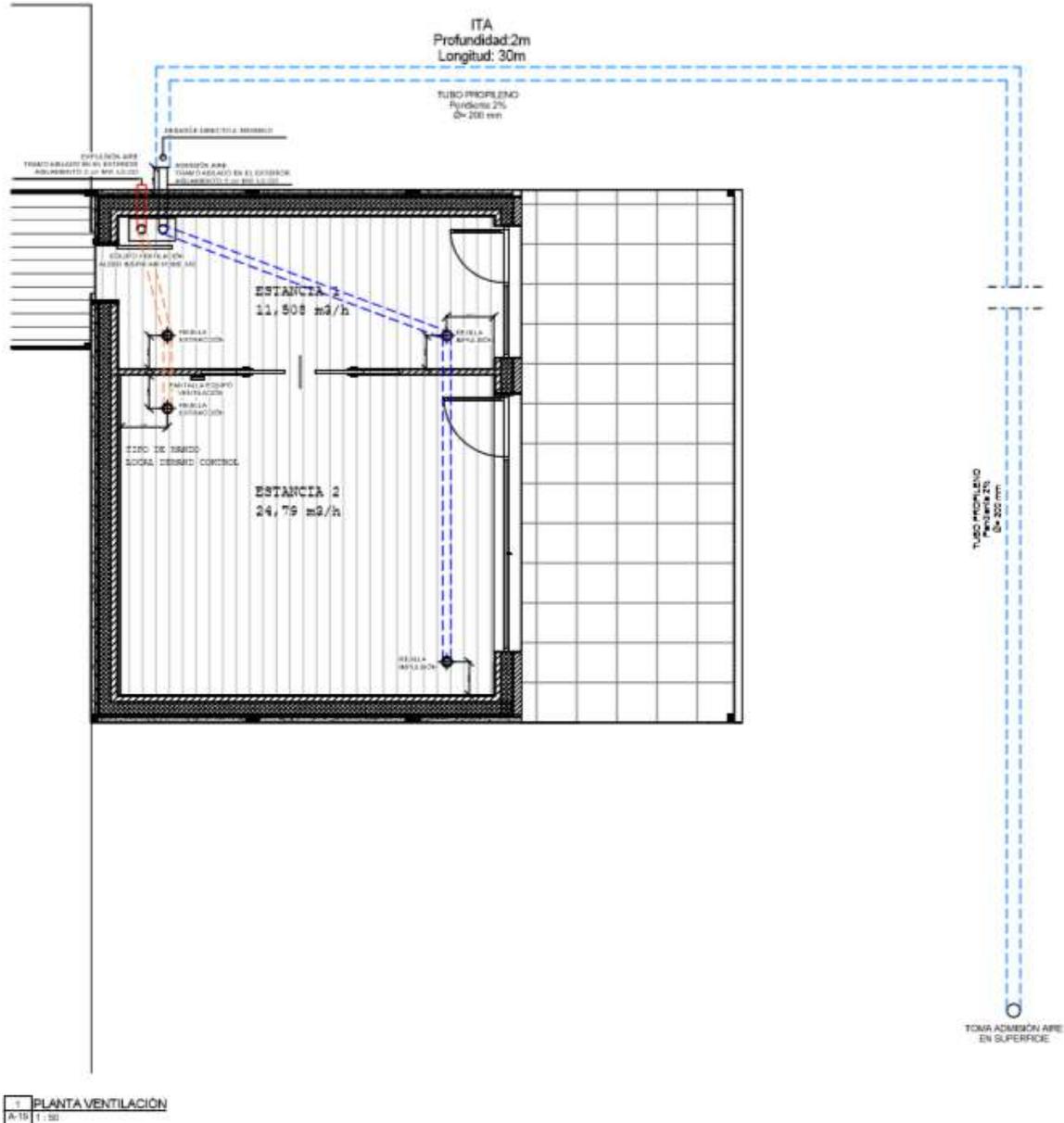


Imagen 29: Plano esquemático del sistema de ventilación mecánica con recuperación de calor + ITA.

Como instalación complementaria al sistema de ventilación se ha instalado un sistema de intercambio tierra aire o pozo canadiense mediante un tubo de 200 mm de diámetro, 40 m de longitud y a 2m de profundidad.

Este sistema cuenta con una compuerta que permite tomar el aire directamente del exterior o del intercambiador tierra-aire en función de las condiciones exteriores e interiores.

Eficiencia del Recuperador del intercambiador geotérmico

Eficiencia del intercambiador tierra-aire (ITA)

Eficiencia de recuperación de calor del ITA

η^*_{ITA}	20%
η_{ITA}	14%



Imagen 30: Plano esquemático del sistema de ventilación mecánica con recuperación de calor + ITA.



Imagen 31: proceso de ejecución ITA.

8. Descripción del sistema de calefacción.

El edificio está equipado con una instalación de bomba de calor de 8,1 kw de capacidad en calor, 7,1 Kw de capacidad en frío y distribución por conductos con retorno por plenum. Las necesidades en potencia instalada son claramente inferiores a las necesarias, pero estuvieron motivadas principalmente por los equipos en stock que disponía el distribuidor en ese momento.

Debido al tamaño y tipo de uso el edificio cuenta con la instalación para producción de ACS.

El fabricante y modelo de bomba de calor es Mitshubishi electric SEZ-KD71VAQ

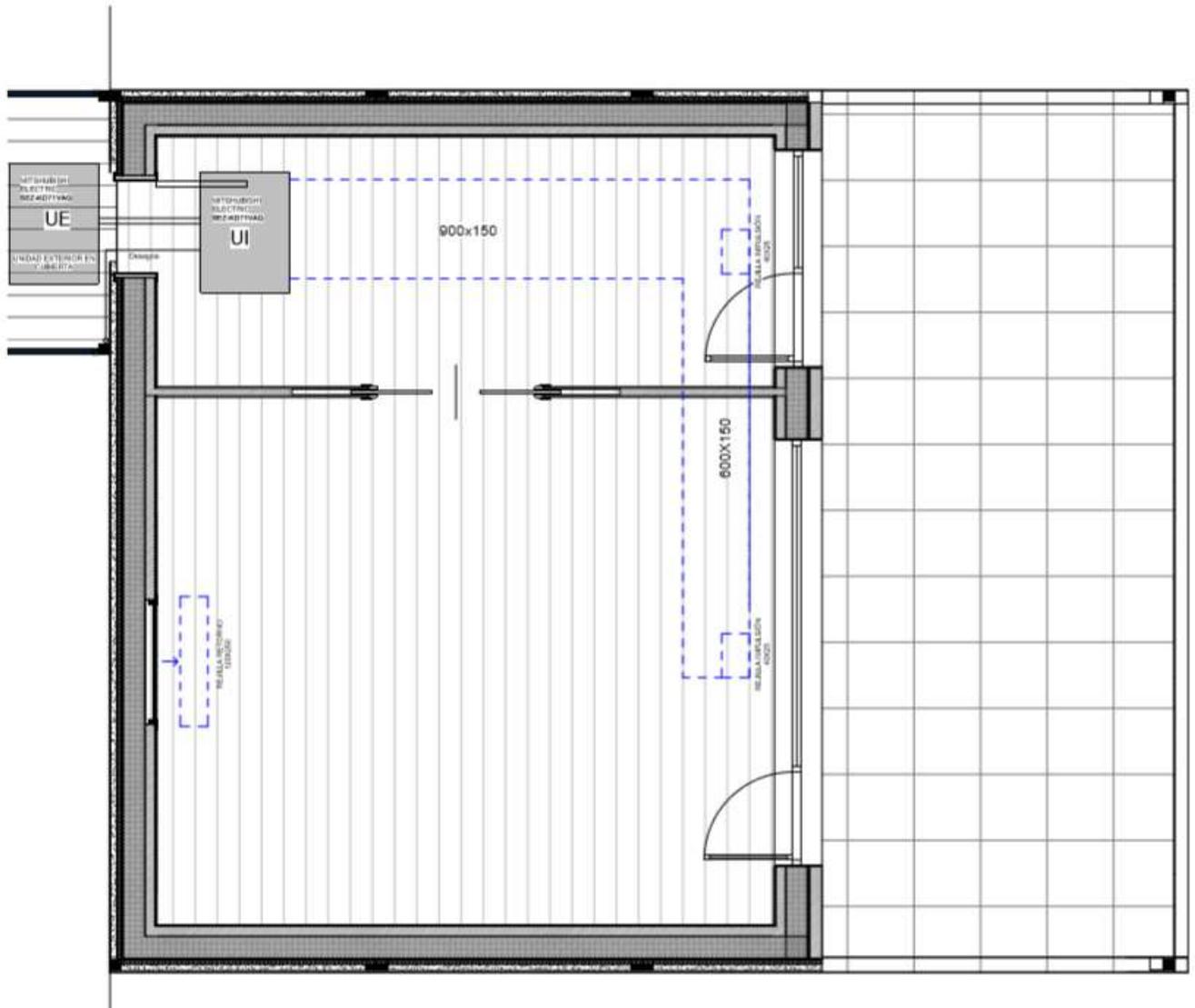


Imagen 32: Plano instalación calefacción y refrigeración.

9. Resultados PHPP

Se ha obtenido una demanda de calefacción de 5,8 kWh/(m²a), una carga de calefacción de 14 W/m², una demanda de refrigeración de 14 kWh/(m²a) y una carga de refrigeración de 10 W/m². El consumo de energía primaria no renovable obtenido es de 63 kWh (m²a).

A continuación se muestran los resultados energéticos oficiales obtenidos en el cálculo y certificación del edificio.

Valores específicos referenciados a la superficie de referencia energética					Criterios alternativos		¿Cumplido? ²
	Superficie de referencia energética	m ²	39,5		Criterio		
Calefacción	Demanda de calefacción	kWh/(m ² a)	5,8	≤	15	-	Sí
	Carga de calefacción	W/m ²	14,1	≤	-	10	
Refrigeración	Demanda refrigera. & deshum.	kWh/(m ² a)	14	≤	15	15	Sí
	Carga de refrigeración	W/m ²	10	≤	-	10	
	Frecuencia de sobrecalentamiento (> 25 °C)	%	-	≤	-	-	
	Frecuencia excesivamente alta humedad (> 12 g/kg)	%	0	≤	10	-	Sí
Hermeticidad	Resultado ensayo presión n ₅₀	1/h	0,4	≤	0,6	-	Sí
Energía Primaria no renovable (EP)	Demanda EP	kWh/(m ² a)	63	≤	120	-	Sí
Energía Primaria Renovable (PER)	Demanda PER	kWh/(m ² a)	30	≤	-	-	-
	Generación de Energía Renovable	kWh/(m ² a)	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: Pablo Apellido: Carranza Navarro Firma: 

Fecha emisión: 11/10/16 Ciudad: Zaragoza

Imagen 33: Resultados energéticos hoja comprobación PHPP.

Resulta destacable la reducción de pérdidas de energía debidas a puentes térmicos dónde únicamente ha sido necesario computar puentes térmicos de instalación de huecos de puertas y ventanas

Balance energético calefacción (método mensual)

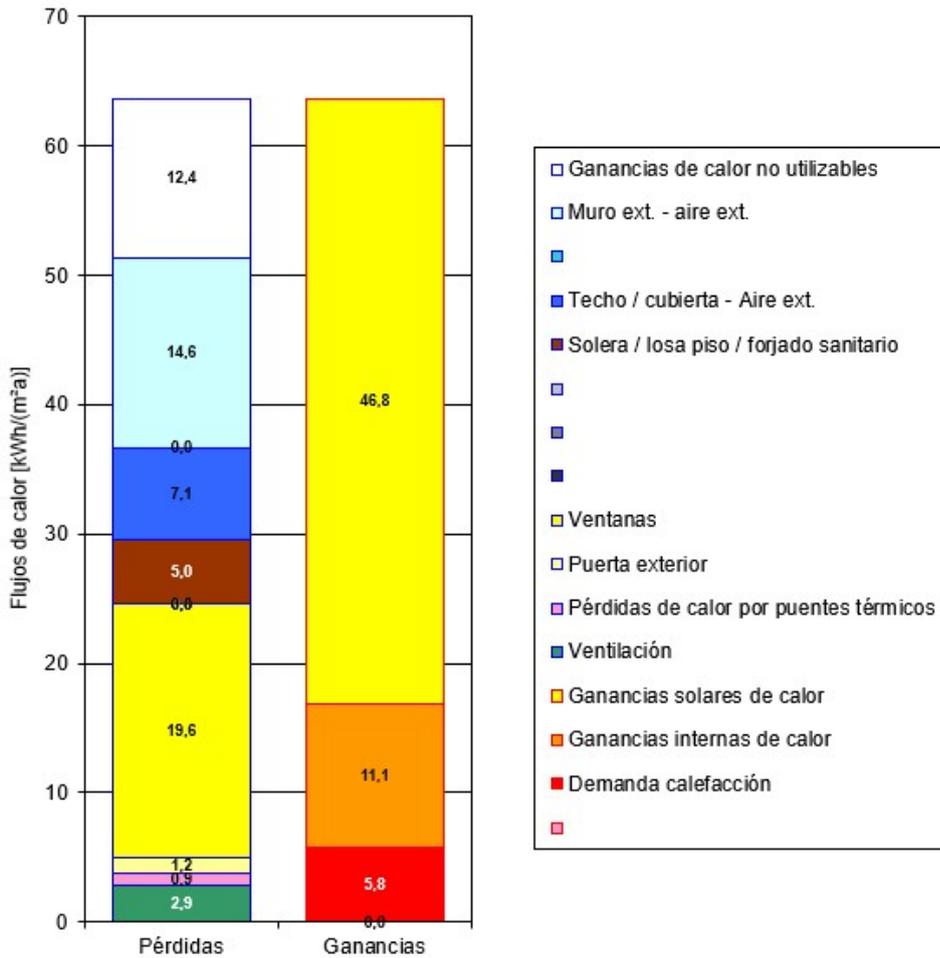


Imagen 34: Resultados energéticos hoja comprobación PHPP.

10. Conclusiones en fase de uso

En general se han obtenido resultados muy satisfactorios, especialmente en la situación del período frío con muy bajas temperaturas exteriores y días soleados dónde no ha sido necesario el aporte de energía de sistemas activos. Debido a la ocupación temporal de un espacio comercial ha resultado complicado cumplir con las hipótesis de uso establecidas en fase de diseño para el período cálido en cuanto al uso de persianas, la ventilación nocturna de verano y al uso del intercambiador geotérmico para la apertura de compuerta y el aumento de caudal de ventilación. Durante el período cálido ha sido necesario realizar la instalación de un toldo que cubriera la terraza y automatizar el uso de persianas para eliminar la dependencia del usuario.

Se ha realizado una monitorización de temperaturas muy sencilla según se muestra en las siguientes imágenes, incluyendo tres sondas que miden temperatura exterior, temperatura a la salida del intercambiador geotérmico y temperatura interior de la sala.



Imagen 35: Medición sin aporte activo. De izquierda a derecha, 17 de enero 2017 20:30 h y 18 de enero 2017 7:30 h.

Como conclusión general se trata de un espacio muy pequeño y no representativo del comportamiento energético que pudiera tener un edificio residencial de gran tamaño (público al que está dirigido), pero dónde queda patente la necesidad de automatizar determinadas acciones basadas en digitalización y conectividad que mejoren la eficiencia y los resultados energéticos eliminando la dependencia del usuario final.

El edificio ha permitido divulgar el estándar entre la ciudadanía, futuros usuarios de edificios construidos mediante estándar passivhaus, centros de formación y técnicos del sector de la construcción. El resultado ha sido altamente positivo y de gran influencia sobre el usuario final para transmitir sobre un prototipo mínimo las ventajas relativas a confort, calidad de aire, bienestar y ahorros energéticos a la vez que ha permitido formar y convencer a directivos para apostar por un modelo de negocio basado en la eficiencia energética.



Imagen 36: Jornada divulgativa para alumnos formación profesional en técnicos de la construcción