

Project Documentation Documentación de Proyecto

Single-family home renovation | Rehabilitación de Vivienda Unifamiliar

Sg Magi – Sitges, Spain



Abstract | Resumen

Building Data Datos del edificio			
Year of construction Año de construcción	2023	Heating Demand Demanda de calefacción	16 kWh/(m²a)
U-value floor slab Valor U solera	0,30 W/(m ² K)	Cooling Demand Demanda de refrigeración	21 kWh/(m²a)
U-value external walls Valor U muros exteriores	0,22 W/(m ² K)	Primary Renewable Energy (PER) Energía primaria renovable (PER)	63 kWh/(m ² a)
U-value roof Valor U cubierta	0,15 W/(m ² K)	Generation of renewable energy Generación de energía renovable	83 kWh/(m ² a)
U-value window Valor U ventanas	1,04 W/(m ² K)	Non-renewable Primary Energy (PE) Energía primaria no renovable (PE)	99 kWh/(m ² a)
Heat recovery Recuperación de calor	89 %	Pressurization test n ₅₀ Ensayo presurización n ₅₀	0,7 h ⁻¹
Special Features Soluciones Especiales	Photovoltaic system Sistema Fotovoltaico		

Breve Descripción del proyecto

Vivienda Unifamiliar Casa Sg Magí

La casa Sg Magí es una vivienda unifamiliar aislada, ubicada en Sitges, Catalunya, a 16 mts sobre el nivel del mar. Se ubica en una parcela con pendiente orientada al sur y tiene una superficie de referencia energética de 81,70 m².

Está certificada como Enerphit Plus.

Se trata de la rehabilitación y renovación de una vivienda construida en 1953.

En la planta baja se eliminaron todos los tabiques para generar una planta abierta y de esta manera aprovechar al máximo las reducidas dimensiones del edificio, y se concentró el programa de noche en la planta superior.

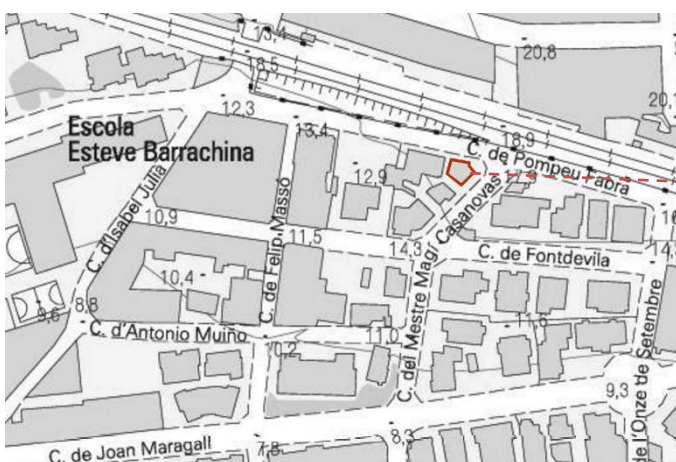
La mayor superficie acristalada de la casa se orienta al sureste, propiciando así una mayor captación solar en invierno, lo que permitirá reducir las demandas de calefacción de la vivienda. Las persianas exteriores y el porche de planta baja combinado con un toldo, reducen la demanda de refrigeración en verano.

La casa Sg Magí fue construida originalmente con estructura de paredes cerámicas de carga y forjados unidireccionales de bovedilla cerámica con viguetas de hormigón. En el proceso de rehabilitación se añadió aislamiento térmico por el exterior de las fachadas con sistema SATE de EPS con grafito de 12 cm y se añadió también XPS en el suelo y la cubierta. Para garantizar la hermeticidad de la vivienda, se aplicó una capa de yeso por la cara interior de las paredes cerámicas, lo que nos permitió hacer una barrera continua y hermética a lo largo de la vivienda. En los encuentros entre diferentes materiales y paramentos, se reforzó la barrera de hermeticidad con pintura blowerproof.

En cuanto a sistemas activos, se utilizaron dos máquinas de climatización por conductos tanto para calefacción como refrigeración. Otra bomba de calor aire-agua produce Agua Caliente Sanitaria. Para el sistema de ventilación se utilizó una máquina de ventilación de doble flujo con recuperación de calor sensible Zehnder, ubicada dentro de la envolvente térmica.

Las ventanas están protegidas con persianas colocadas por el exterior.

Se aprovechó la cubierta para añadir una instalación fotovoltaica para la generación de energía renovable.



Emplazamiento - Norte

Responsible project participants Participantes del proyecto

Architect Arquitecto	Arquitectura i eficiència energètica SLPU www.sgarq.com
Technical architect Arq. Proyecto Ejecución	Santi Sellarés Saiz www.sgarq.com
HVAC engineer Ingeniería Instalaciones	Sitges Instal·lacions www.sitgesinstal.com
Structural engineering Ingeniería estructural	-
Building Physics Físico de la construcción	Ricardo Montoya Ramirez www.sgarq.com
Passivhaus Designer Diseñador Passivhaus	Ricardo Montoya Ramirez www.sgarq.com
Site supervision Dirección de obra	Arquitectura i eficiència energètica SLPU www.sgarq.com

Certifying body Organismo cetificador

Praxis Resilient Buildings
www.praxis-rb.com

Certification ID ID certificado

42640_PRB_PH_20240515_OS

Project-ID7671 (www.passivehouse-database.org)

Author of the Project Documentation Autor de la memoria de proyecto

Ricardo Montoya Ramirez

Date
Fecha

Signature
Firma

Sitges, 10 de Septiembre de 2024



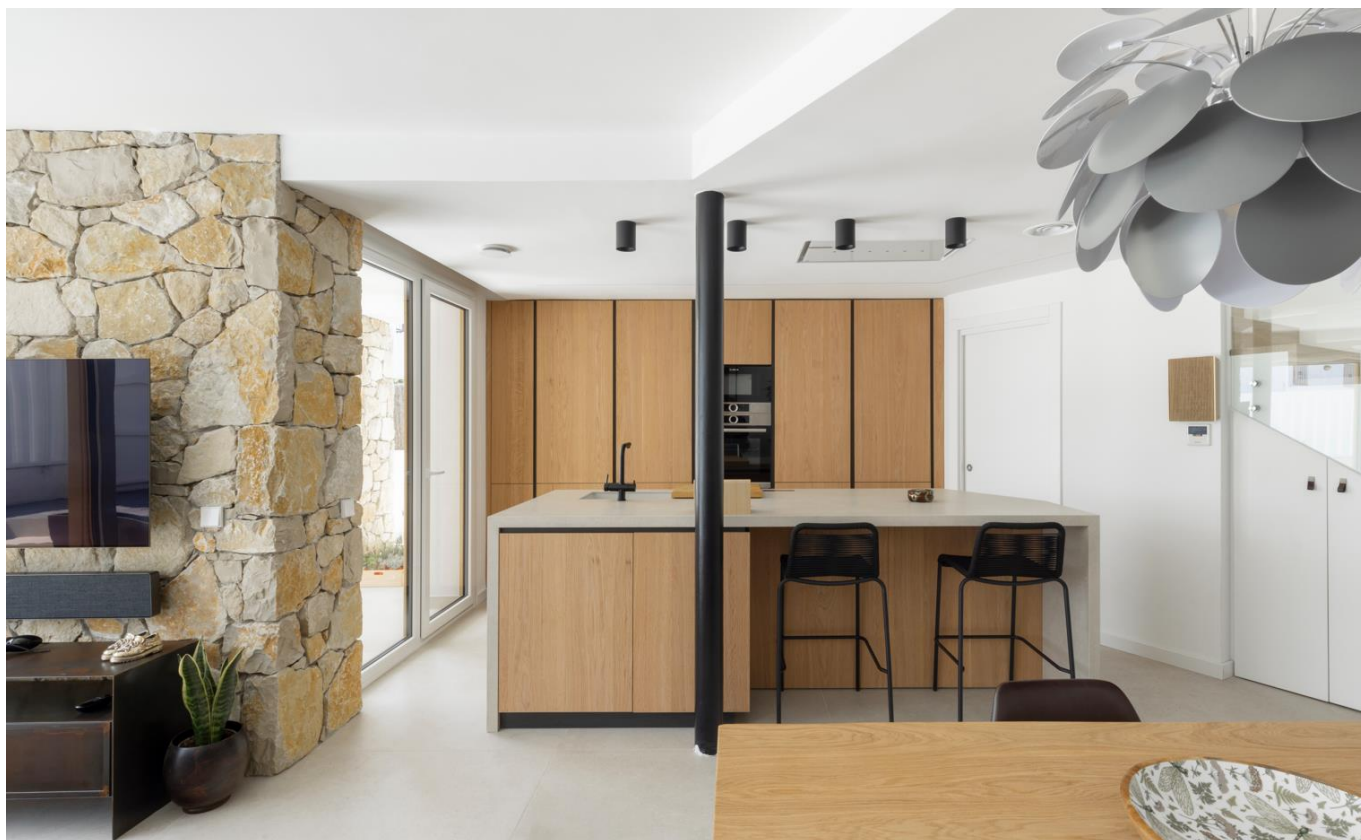
1. Fotos exteriores



2. Fotos interiores

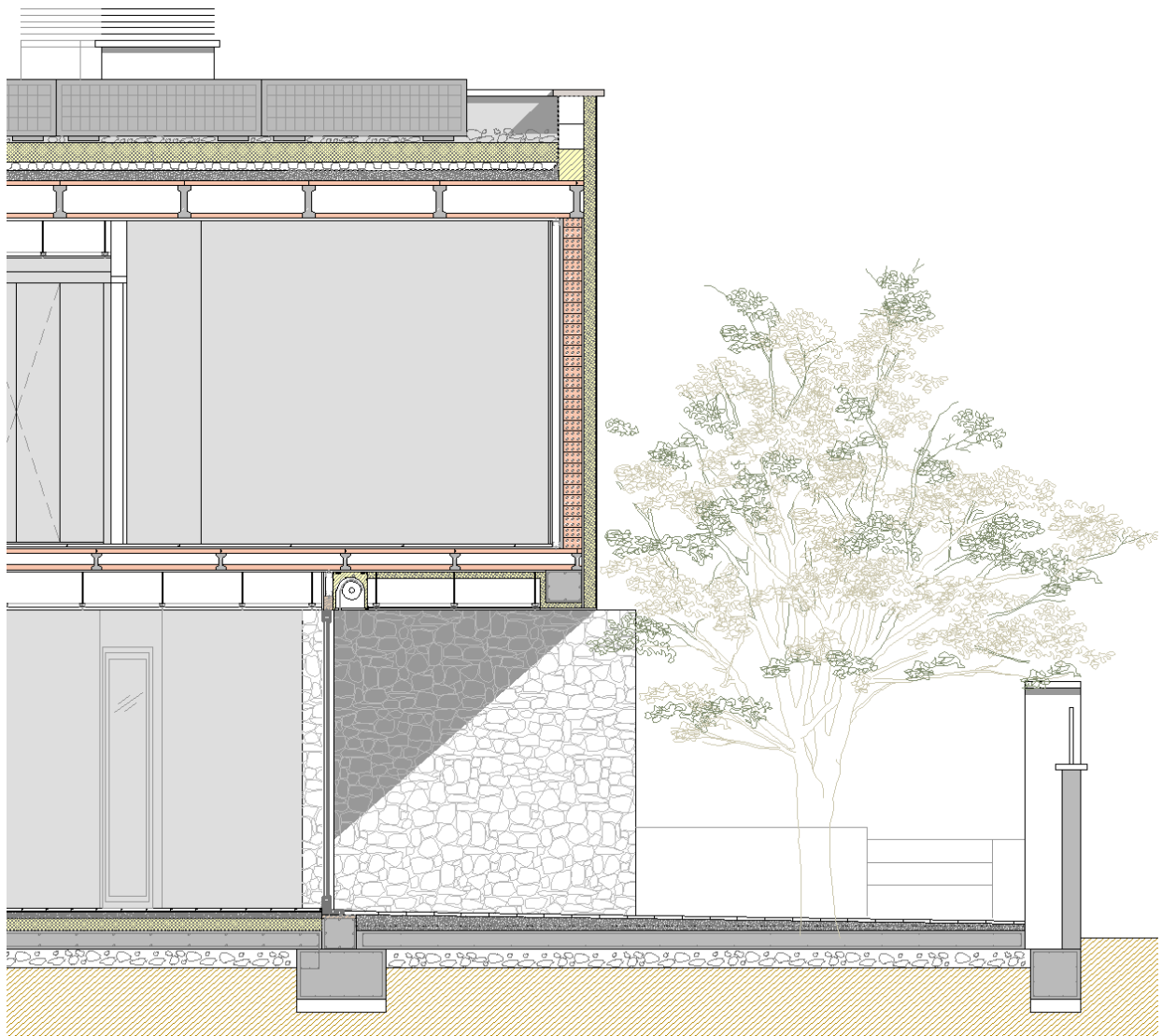
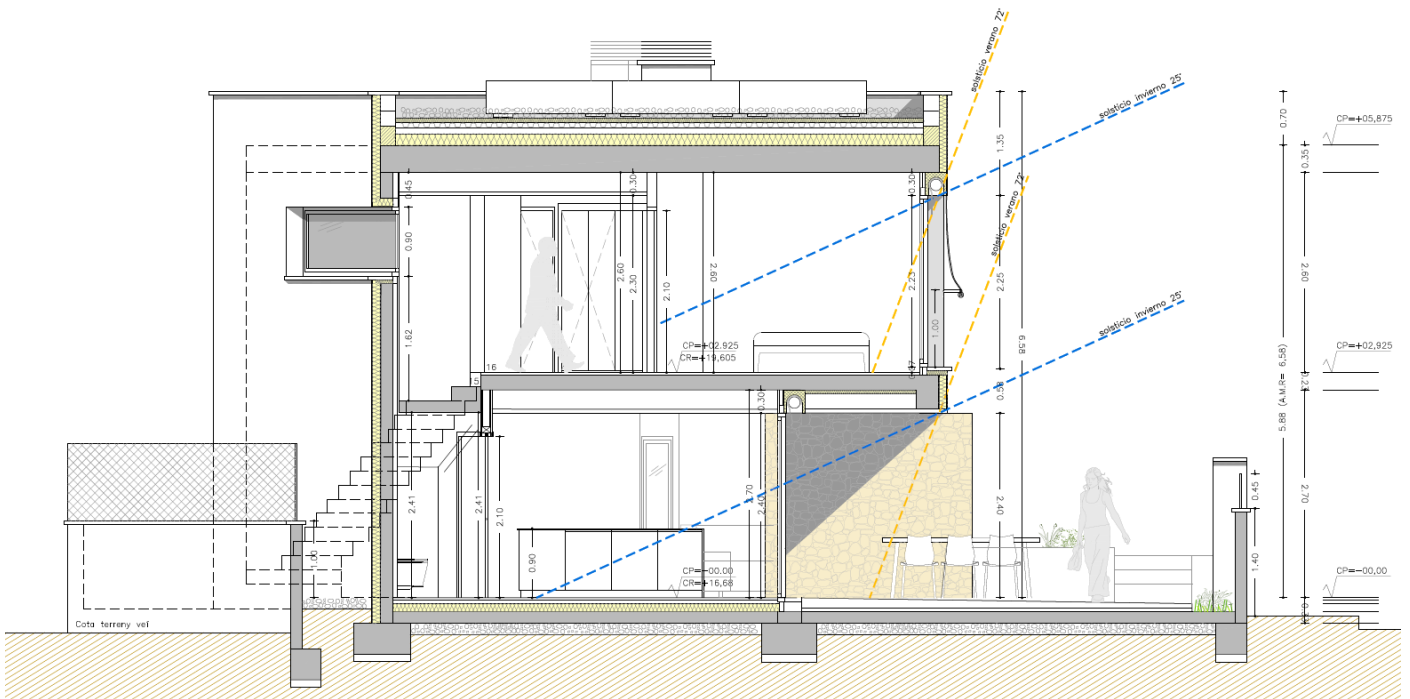


Salón Comedor – Planta baja



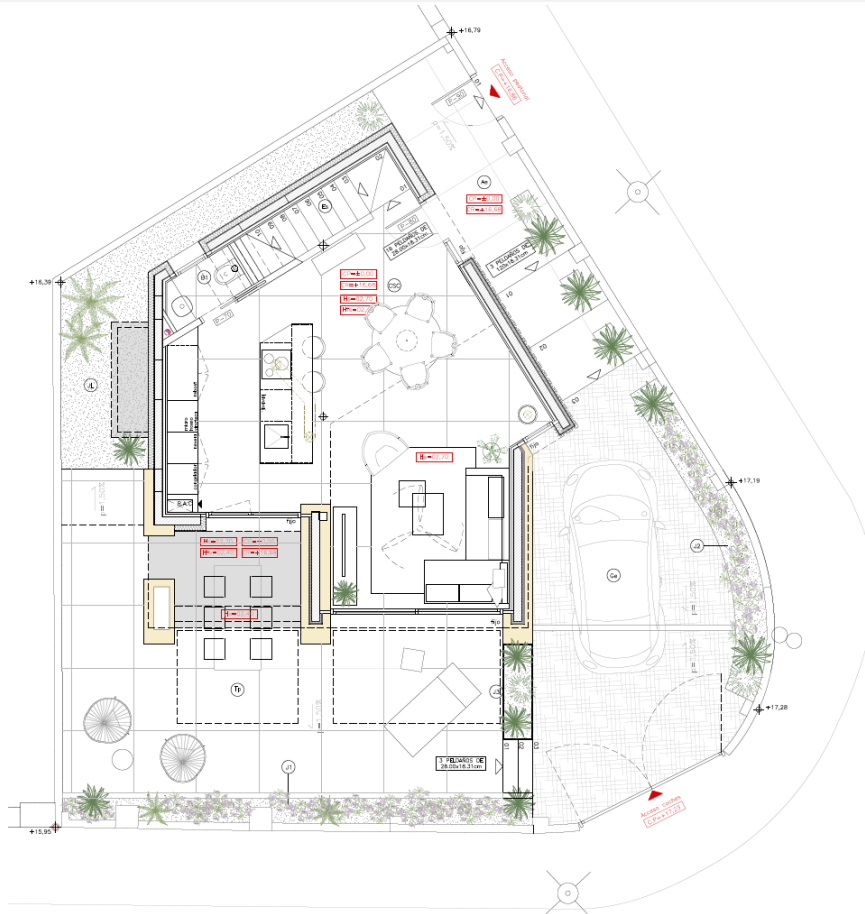
Cocina -Planta baja

3. Sección



4. Plantas arquitectónicas / Envoltente térmica

Planta baja



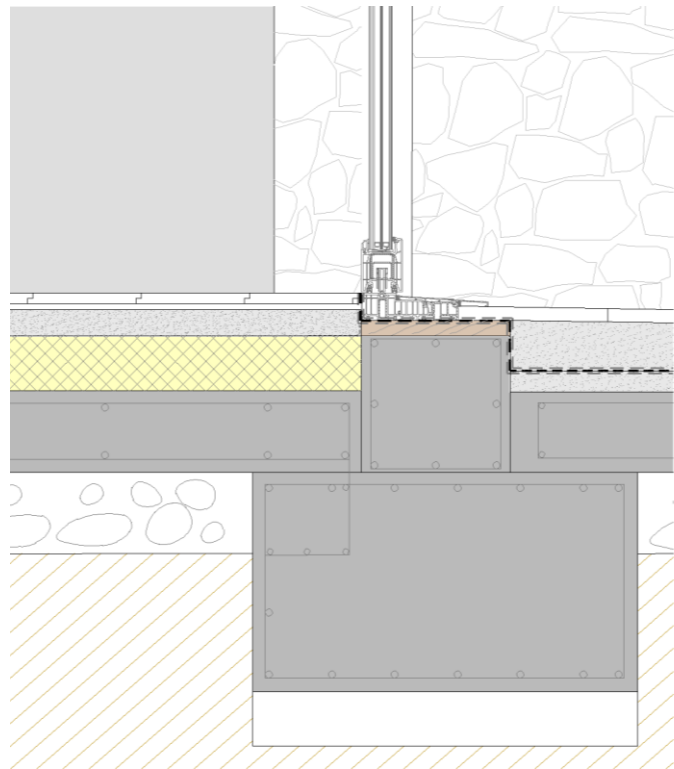
Planta primera



No hay partes del volumen de la vivienda que estén fuera de la envoltente térmica.

5. Construcción del suelo

Detalle constructivo Solera - Fachada



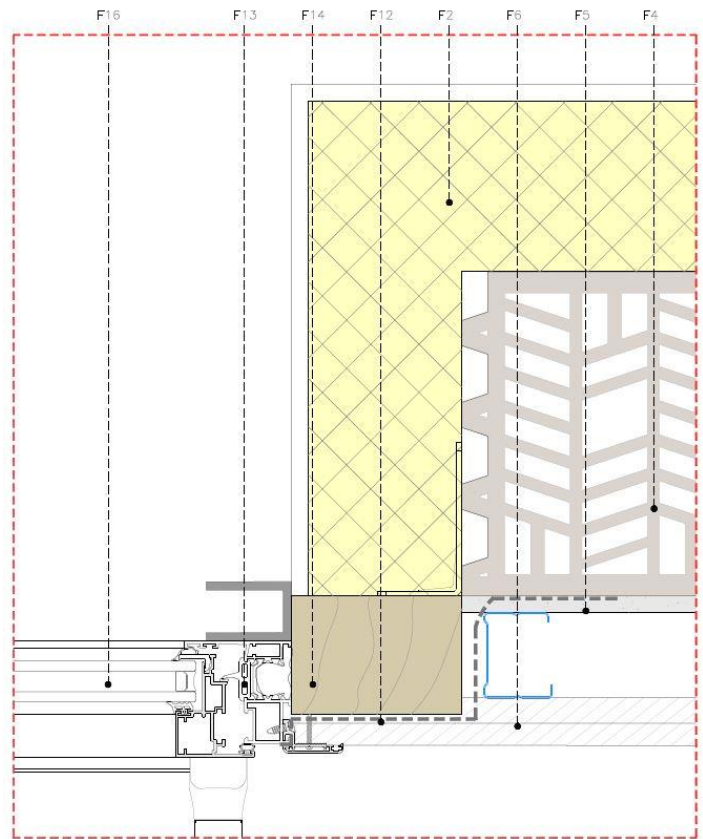
Para la construcción del suelo se ha colocado el aislamiento térmico por encima de la solera de hormigón existente, formando una capa de espesor de XPS de 10 cm.

U-Value Solera en PHPP

Nr. elem. cons.		05ud SOLERA				¿Aislamiento interior?	
Inclinación del elemento		3-Suelo		Resistencia térmica superficial [m²K/W]			
Adyacente a		2-Terreno		interior R _{si}	0,10		
				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]	
TARIMA DE MADERA	0,130					20	
MORTERO EN SECO	1,800					50	
AISLAMIENTO XPS	0,034					100	
LOSA DE HORMIGON	2,500					150	
HORMIGON DE LIMPIEZA	2,000					50	
GRAVAS	2,000					150	
Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 3		Total	
100%						52,0 cm	
Suplemento al valor-U				Valor-U:		0,296 W/(m²K)	

6. Construcción de muros exteriores

Sección constructiva Fachada SATE



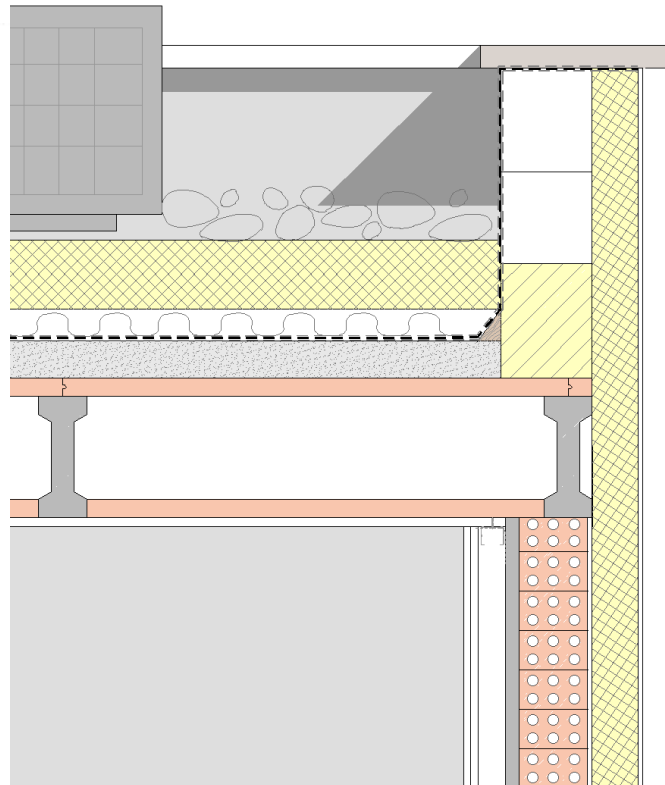
En esta vivienda se han utilizado tres tipos de muro: uno con sistema SATE, otros con sistema SATE recubierto con lamas de madera, y otros con sistema SATE recubierto con revestimiento de piedra natural, lo cual permite dar diferentes acabados. Todos están compuestos por una estructura principal de ladrillo cerámico existente de 11 cm, y un trasdosado interior para paso de instalaciones; siendo la cara exterior lo que varía entre acabado SATE de EPS con revoco, lamas de madera o piedra natural. La hermeticidad se logra mediante enyesado de la cara interior de la pared cerámica.

U-Value Fachada SATE en PHPP

Nr. elem. cons.		02ud FACHADA SATE				¿Aislamiento interior?	
Inclinación del elemento		2-Muro		Resistencia térmica superficial [m²K/W]			
Adyacente a		1-Aire exterior		interior R _{se}	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]	
MORTERO	1,800					10	
AISLAMIENTO EPS	0,031					120	
REVOQUE	1,800					15	
TOCHANA	0,688					110	
HORMIGON HA	1,800					40	
CAMARA DE AIRE	0,270	PERFILES	17,000			50	
PLADUR	0,250					30	
Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 3		Total	
100%		0,3%				37,5 cm	
Suplemento al valor-U		0,01 W/(m²K)		Valor-U:		0,231 W/(m²K)	

7. Construcción de Cubierta

Sección constructiva Cubierta



La cubierta se compone de una estructura existente con forjado unidireccional de piezas cerámicas de 4 cm sobre viguetas de hormigón, enyesado por la cara interior de la vivienda y con un falso techo de pladur que guarda una cámara de aire. Por la parte exterior, se generan las pendientes con el mortero y se coloca el aislamiento de XPS de 20 cm con un acabado de gravas de unos 15 cm.

U-Value Cubierta en PHPP

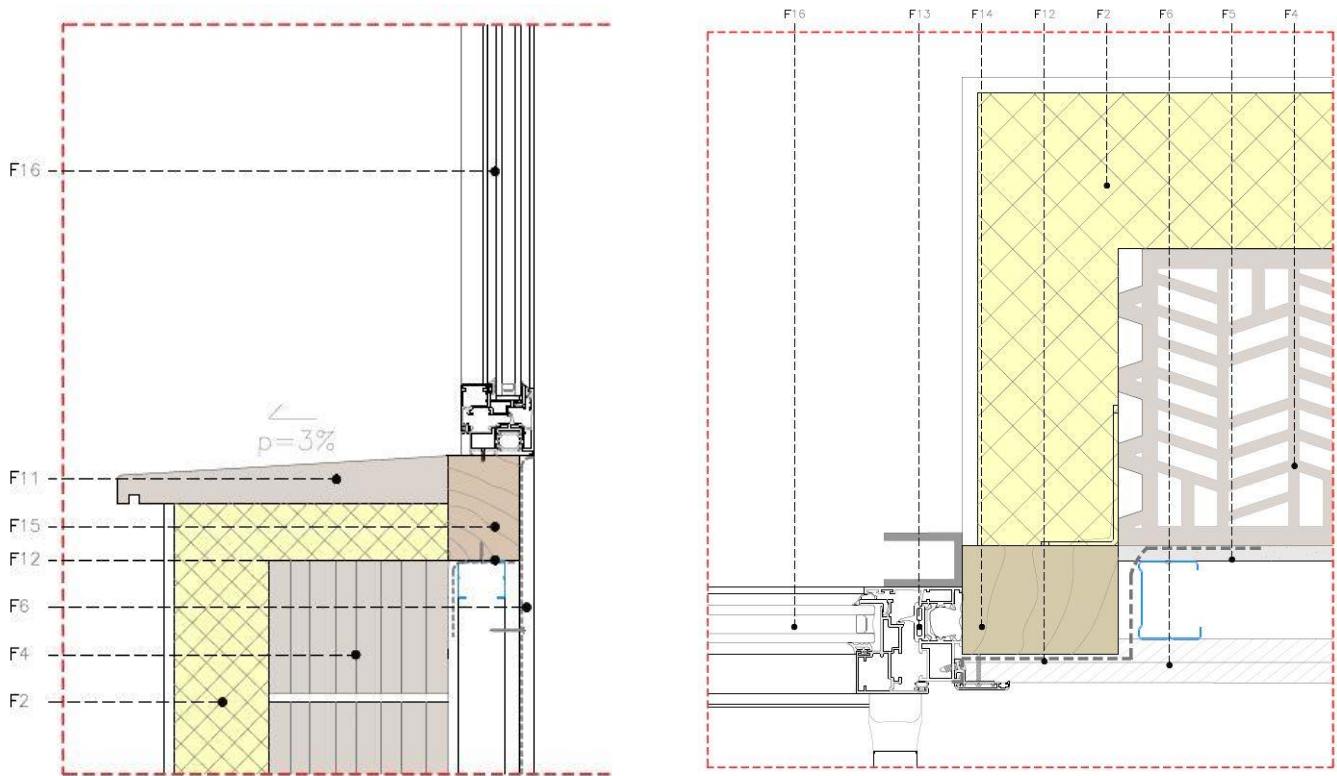
Nr. elem. cons.	Denominación de elemento constructivo		Resistencia térmica superficial [m ² K/W]				¿Aislamiento interior?
01ud	CUBIERTA GRAVAS						<input type="checkbox"/>
Inclinación del elemento	1-Techo	interior R _{se}		0,17			
Adyacente a	1-Aire exterior	exterior R _{se}		0,04			
Superficie parcial 1	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(mK)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(mK)]	Espesor [mm]	
GRAVAS	2,000					150	
AISLAMIENTO XPS	0,034					200	
CARPETA HA	2,500					50	
MACHIHEMBRO CERAMICO	0,444					40	
CAMARA DE AIRE	1,100	Vigueta de hormigon	2,500			180	
PLADUR	0,250					30	
Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 3		Total	
95%		5,4%				65,0 cm	
Suplemento al valor-U		W/(m ² K)		Valor-U:		0,153 W/(m ² K)	

8. Instalación de ventanas

Carpintería y vidrios

Se utilizaron ventanas de PVC y vidrios dobles con espaciadores Technoform Glassinsulation. La mayor superficie acristalada se encuentra orientada hacia el sur, lo cual permite captar mayor cantidad de radiación solar durante los meses fríos. Para evitar el sobrecalentamiento en verano, se colocaron persianas.

En la planta baja se genera un porche para evitar la insolación en las peores horas de verano.



Marca y Modelo de ventanas	Weru Afino One
Persianas	Cajaislant
Valor U del Marco (Uf)	1,04 W/(m ² K)
Tipo de acristalamiento	Doble vidrio bajo emisivo con control solar, y gas argón en cámaras
Transmitancia del vidrio (Ug)	0,72 W/(m ² K)
Factor solar del vidrio (g)	0,49
Espaciadores de vidrio	TGI Spacer technoform glassinsulation (Ψ=0,037)

9. Fotografías Ejecución



Derribos



Barrera de hermeticidad

9. Fotografías Ejecución



Colocación de ventanas



Rotura de puente térmico en solera



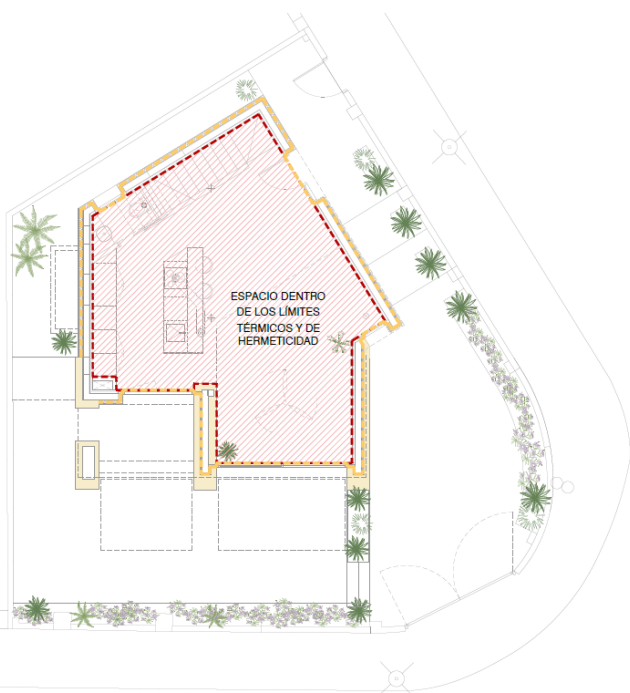
Aislamiento térmico de solera

10. Descripción hermeticidad

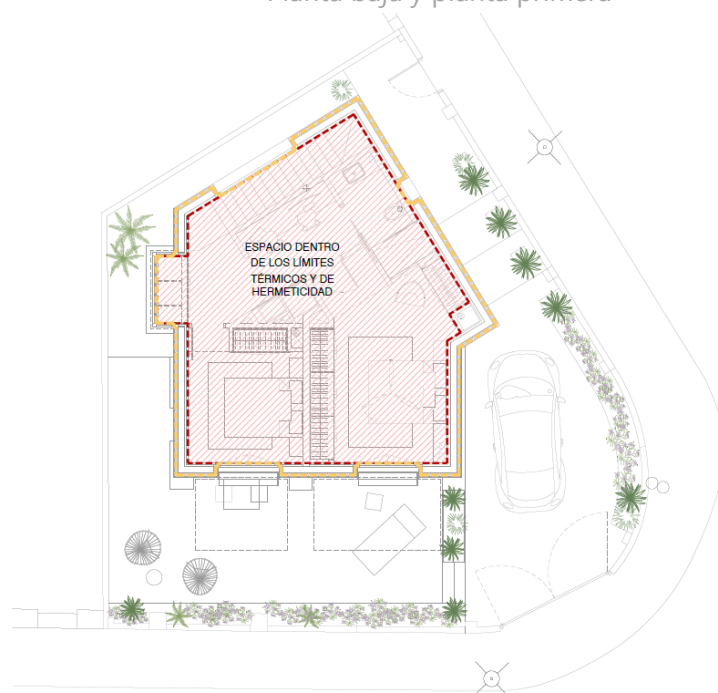
Línea de hermeticidad

Para la hermeticidad de la vivienda, se utilizó la solución de enyesado por la cara interior de la pared cerámica para conseguir una envolvente completamente sellada. Esta capa de yeso actúa como una película continua que impide el paso del aire, eso sí teniendo en cuenta posibles perforaciones por instalaciones o ventanas. Para las conexiones entre los diferentes cerramientos y/o huecos de ventanas también se optó por la pintura Soudatight LQ a base de polímeros aplicada con pincel.

Planta baja y planta primera

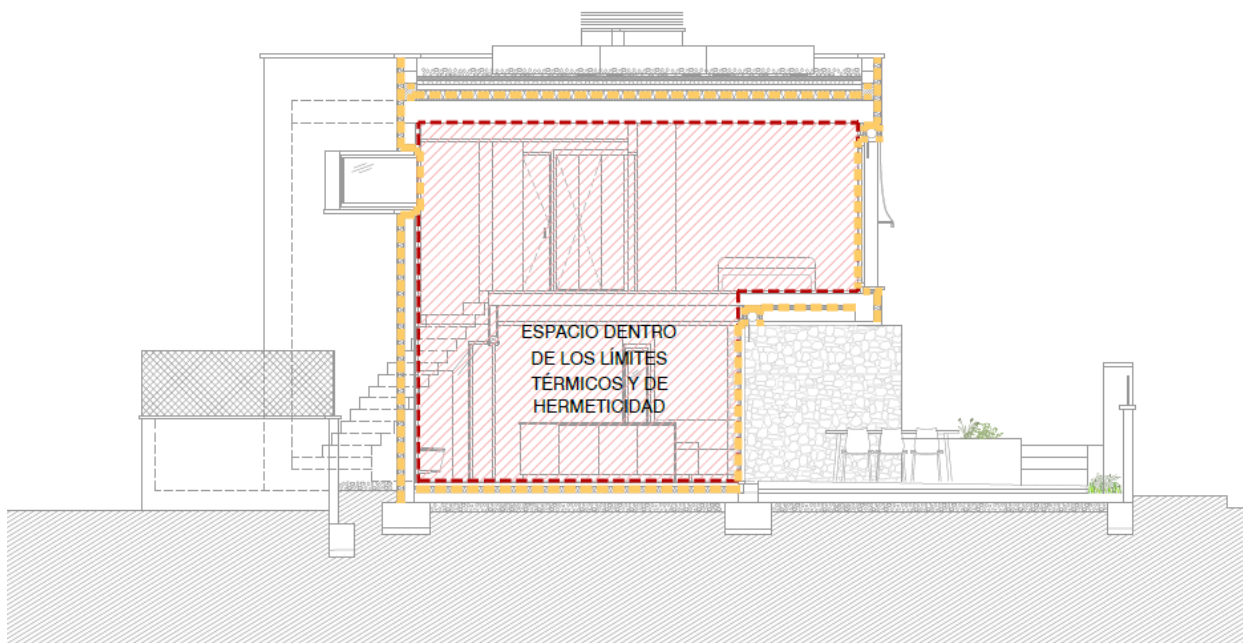


PLANTA BAJA



PLANTA PRIMERA

Sección transversal y sección longitudinal



10. Descripción hermeticidad



Detalle de la solución de la hermeticidad en forjados de cubierta y viguetas de hormigón con la pintura Soudatight LQ y la capa interior de enyesado.

Ensayo Blower door



Se realizó una primera prueba de hermeticidad en la fase intermedia de obra, con todas las instalaciones pasadas y los trasdosados interiores abiertos para tener acceso a la capa hermética para detectar y reparar posibles infiltraciones.

En el ensayo de Blower door final se realizó el 3 de noviembre de 2023, obteniendo como **resultado del ensayo $n_{50} = 0,69$ r/h.**

Ensayo BD – Timo Hoek

Objetivo q50 : 2,5-5,0 m3/h/m2	Resultado q50 Obtenido: 0,48 m3/h/m2
--------------------------------	--------------------------------------

Objetivo n50: 0,64r/h	Resultado n50 obtenido: 0.69r/h
-----------------------	---------------------------------

Cumplimiento con la Norma

Ensayado en ambas direcciones / Opcional	Si
Velocidad de viento inferior a 3Bft o 6m/s	Si
Nivel de Incertidumbre <10%	Si
5 puntos o más de presión inducido	Si
10 Mediciones de presión caudal cero cada 5 segundos	Si
5 Mediciones de presión inducida registrados cada 10 seg.	Si
Mínima presión base de 10Pa o 5 veces presión cero	Si
Pendiente $> = 0.5$ y $< = 1.0$	Si
Correlación $> = 0.98$	Si
Cumple con la regla 500m.K	Si
Mínima presión de 50 Pa en edificios residenciales	Si
Mínima presión de 25 Pa en edificios no residenciales	Si

De acuerdo con la Norma UNE ISO 9972:2019, a 03/011/2023:




Técnico: Timo Hoek

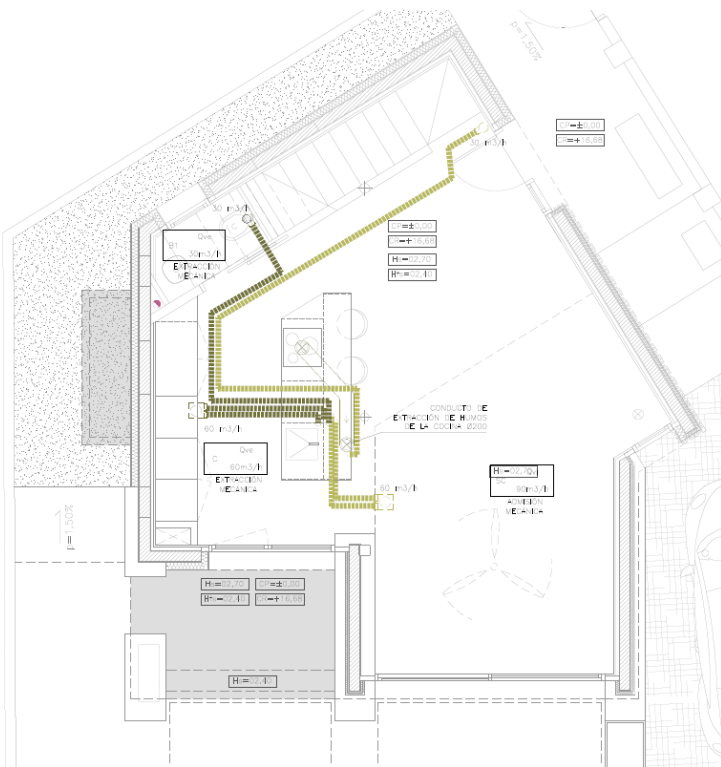
Despresurización, Análisis ensayo				
Correlación, r [%]:	99.872			
	Media	95% límites de confianza		Incertidumbre
		Inferior	Superior	
Pendiente, n:	0.707	0.68644	0.72766	
Coefficiente de pérdida, C_{enu} [m ² /h/Pa ⁿ]:	9.6741	9.004	10.39	
Coefficiente de pérdida, C_e [m ² /h/Pa ⁿ]:	9.6498	8.982	10.37	
Tasa Renovaciones de aire a 50 Pa, n_{50} [h]	0.6817	0.6596	0.7038	+/-3.2%
Tasa de fuga 50 Pa, q_{50} [m ³ /h]	153.38	151.5	155.2	+/-1.2%
Tasa de fuga específica (envolvente) 50 Pa, q_{E50} [m ³ /h/m ²]	0.47050	0.455	0.486	+/-3.2%
Tasa de fuga específica (suelo) 50 Pa, q_{F50} [m ³ /h/m ²]	2.6909	2.6039	2.7780	+/-3.2%
Área efectiva de fuga ELA10 Pa, [cm ²]	33.50	32.67	34.35	+/-2.5%
Área de fuga Efectiva (envolvente) ELA _E 10 Pa, [cm ²]	0.10277	0.099	0.106	+/-3.2%
Área de fuga Efectiva (suelo) ELA _F 10 Pa, [cm ²]	0.588	0.569	0.607	+/-3.2%
Área de fuga equivalente 50 Pa, EQLA [cm ²]	76.64	75.72	77.58	+/-1.2%

Presión Medida, [Pa]	15.6	19.4	23.8	27.9	31.3	37.1	40.5	44.3	47.1	51.7	
Presión Inducida [Pa]	15.8	19.6	23.9	28.1	31.5	37.2	40.7	44.4	47.2	51.9	
#1, Range B74	Presión Fan [Pa]	52.9	69.5	90.2	108.1	126.7	152.1	167.1	186.3	207.2	226.7
	Caudal [m ³ /h]	68.15	78.31	90.76	100.5	111.0	123.5	130.4	139.3	149.6	157.0
	Caudal Total, q_t [m ³ /h]	68.1542	78.3127	90.7647	100.520	111.046	123.531	130.426	139.336	149.649	157.021
	Error [%]	0.9%	-0.6%	0.0%	-1.0%	0.8%	-0.3%	-1.2%	-0.8%	2.0%	0.2%

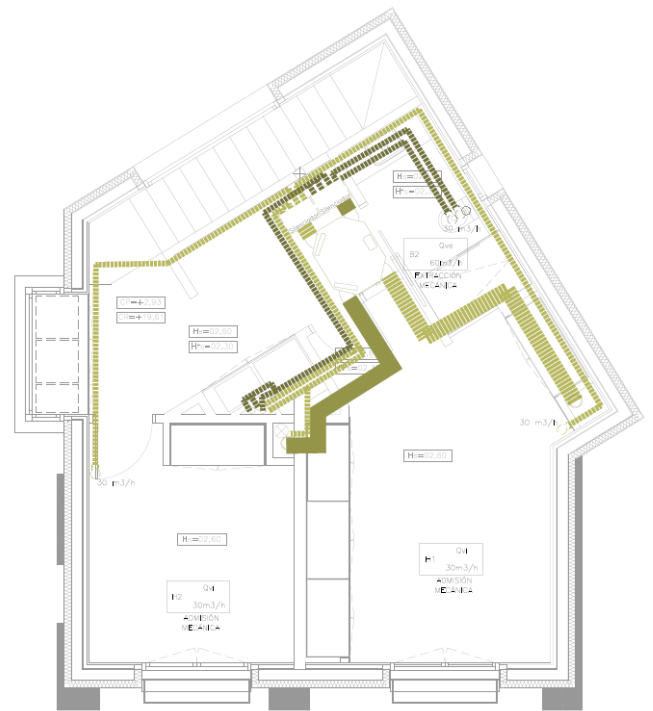
12. Sistema de ventilación

Diseño del sistema de ventilación

Se plantea un sistema de ventilación con distribución por conductos individuales para evitar que los sonidos se transfieran entre estancias. Las tomas de aire van a cubierta dejando entre si una distancia. Dado que en todas las estancias de la vivienda se contaba con falso techo, se ha realizado una distribución de los conductos de impulsión y extracción por techo. Se utiliza ventilación de extracción en las estancias húmedas y que puedan ser propensas a olores, como e baños y cocina, y se inyecta aire de impulsión en zonas de estar, dejando un paso debajo de las puertas que permite generar un flujo de aire de calidad dentro de la vivienda sin perder confort térmico, y con una buena calidad.



Planta Baja



Planta primera

12. Sistema de ventilación

Fotografías de Ejecución



Unidad de Ventilación – Recuperador

Se utilizó un sistema ventilación mecánica de doble flujo con intercambiador de calor, para reducir la demanda de calefacción y refrigeración, y garantizar una buena calidad del aire. El equipo se instaló dentro de la envolvente térmica con salida de conductos a cubierta. Se utilizó el equipo certificado por PHI Zehnder ComfoAir Flex Q250 ERV y componentes de la misma marca comercial.

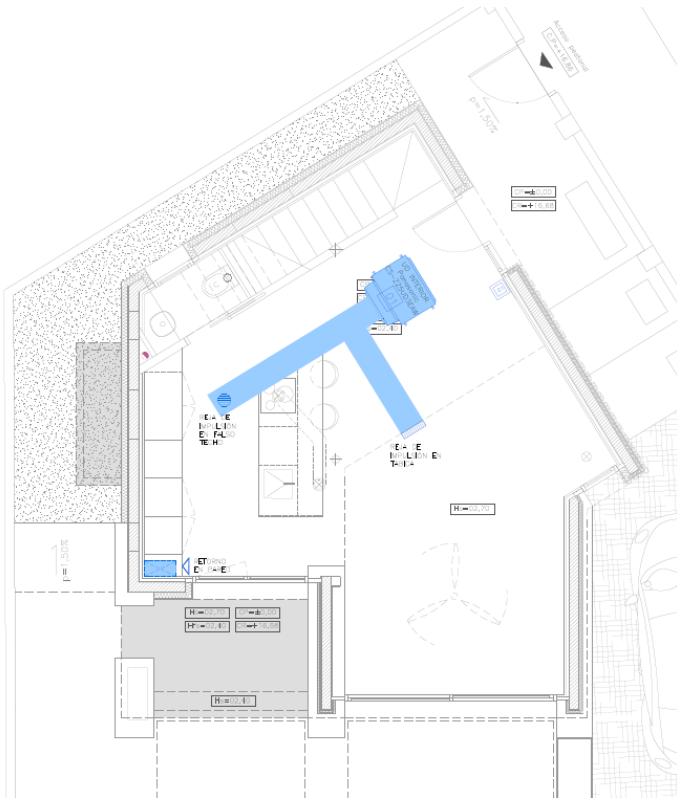
Fabricante	Zehnder
Modelo	ComfoAir Flex 250
Rendimiento del recuperador	89%
Eficiencia eléctrica	0,25 Wh/m ³

13. Sistema Calefacción / Refrigeración y ACS

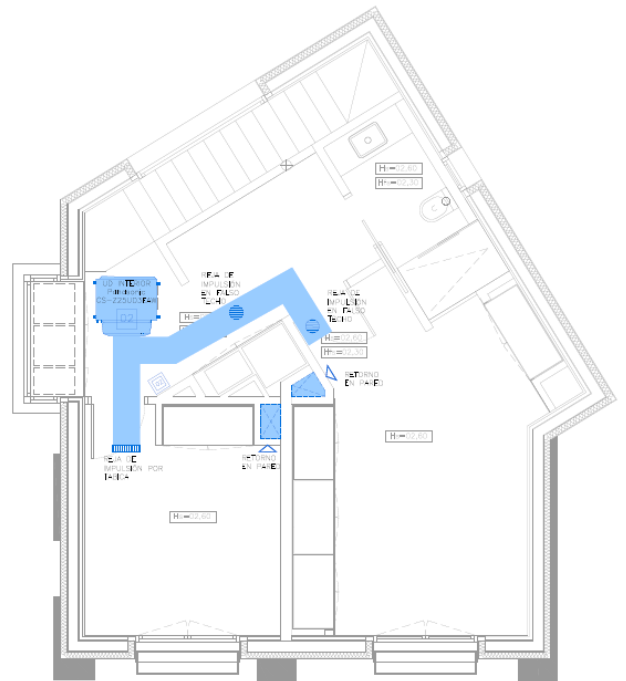
Climatización y Agua caliente sanitaria

Para el sistema de climatización de la vivienda se utilizó un sistema de impulsión por conductos que consta de dos unidades interiores, y dos unidades exteriores.

El agua caliente sanitaria se produce con un equipo independiente, permitiendo así que en los meses más calurosos se pueda utilizar la refrigeración y el agua caliente al mismo tiempo. La vivienda no dispone de recirculación de agua caliente, lo cual reduce las ganancias internas.



Planta baja



Planta primera

14. PHPP-Resultados

EnerPHit Comprobación



Arquitectura: Arquitectura i eficiència energètica SLPU
 Calle: AV/ Camí dels Capellans, 81 local 2A
 CP / Ciudad: 08870 Sitges
 Provincia/País: Barcelona ES-España

Consult. energética: Ricardo Montoya Ramirez
 Calle: AV/ Camí dels Capellans, 81 local 2A
 CP / Ciudad: 08870 Sitges
 Provincia/País: Barcelona ES-España

Año construcción: 2023
 Nr. de viviendas: 1
 Nr. de personas: 2,1

Edificio: Sg Magi
 Calle: Carrer Pompeu Fabra 16
 CP / Ciudad: 08870 Sitges
 Provincia/País: Barcelona ES-España
 Tipo de edificio: Vivienda Unifamiliar
 Datos climáticos: ES0002c-Barcelona
 Zona climática: 5: Cálida Altitud de la localización: 16 m

Propietario / cliente: Ramon Benazet Homedes
 Calle: Carrer Pompeu Fabra 16
 CP / Ciudad: 08870 Sitges
 Provincia/País: Barcelona ES-España

Ingeniería: Sitges Instal - Rafel Font i Buixens
 Calle: Carrer Verge de la llum 6
 CP / Ciudad: 08870 Sitges
 Provincia/País: Barcelona ES-España

Certificación: Oliver Style - Praxis Resilient Buildings
 Calle: Carrer Ramon Turró 100 5-7
 CP / Ciudad: 08005 Barcelona
 Provincia/País: Barcelona ES-España

Temp. interior invierno [°C]: 20,0
 Temp. interior verano [°C]: 25,0
 Ganancias internas de calor (GIC); caso calefacción [W/m²]: 2,7
 GIC caso refrig. [W/m²]: 3,9
 Capacidad específica [Wh/K por m² de SRE]: 124
 Refrigeración mecánica: x

Valores específicos del edificio con referencia a la superficie de referencia energética

		Superficie de referencia energética m²		Criterios alternativos		¿Cumplido?²
Calefacción	Demanda de calefacción	kWh/(m²a)	81,7	≤	-	-
	Carga de calefacción	W/m²	16,1	≤	-	-
			23,5	≤	-	-
Refrigeración	Demanda refrigeración & deshum.	kWh/(m²a)	20,7	≤	-	-
	Carga de refrigeración	W/m²	11,2	≤	-	-
	Frecuencia de sobrecalentamiento (> 25 °C)	%	-	≤	-	-
	Frecuencia excesivamente alta humedad (> 12 g/kg)	%	0	≤	10	Sí
Hermeticidad	Resultado ensayo presión n50	1/h	0,69	≤	1,0	Sí
Energía Primaria no renovable (EP)	Demanda EP	kWh/(m²a)	99	≤	-	-
	Demanda PER	kWh/(m²a)	63	≤	48	63
Energía Primaria Renovable (PER)	Generación de Energía Renovable (en relación con área de la huella del edificio proyectado)	kWh/(m²a)	83	≥	60	79

EnerPHit (modernización): Características de los componentes

Envolvente térmica en contacto con el aire exterior¹ (Valor-U)	W/(m²K)	0,22	≤	0,5	Sí
Envolvente térmica en contacto con el terreno¹ (Valor-U)	W/(m²K)	0,30	≤	0,78	Sí
Muro con aisl. interior en contacto con el aire exterior (Valor-U)	W/(m²K)	-	≤	0,75	-
Muro con aisl. interior en contacto con el terreno (Valor-U)	W/(m²K)	-	≤	1,45	-
Cubierta plana (IRS)	-	72	≥	-	-
Superficie externa inclinada y vertical (IRS)	-	65	≥	-	-
Ventanas/Puertas de entrada (U _{v, instalada})	W/(m²K)	1,19	≤	1,26	Sí
Ventanas (U _{v, instalada})	W/(m²K)	-	≤	1,31	-
Ventanas (U _{v, instalada})	W/(m²K)	-	≤	1,41	-
Acristalamiento (valor-g)	-	0,49	≥	-	-
Acristalamiento/protección solar (carga solar máxima)	kWh/(m²a)	97	≤	100	Sí
Ventilación (Eficiencia efectiva del recuperador de calor)	%	68	≥	-	-
Ventilación (eficiencia de recuperación de humedad)	%	0	≥	-	-

¹ Sin ventanas, puertas y paredes exteriores con aislamiento por el interior
 ² Celda vacía: Falta dato; -: Sin 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.

¿EnerPHit Plus?

Sí

Función: 2-Certificador Nombre: Oliver Apellido: Style
 ID Certificado: 42640_PRB_EP_20240515_OS Emisión: 15/05/24 Ciudad: Barcelona

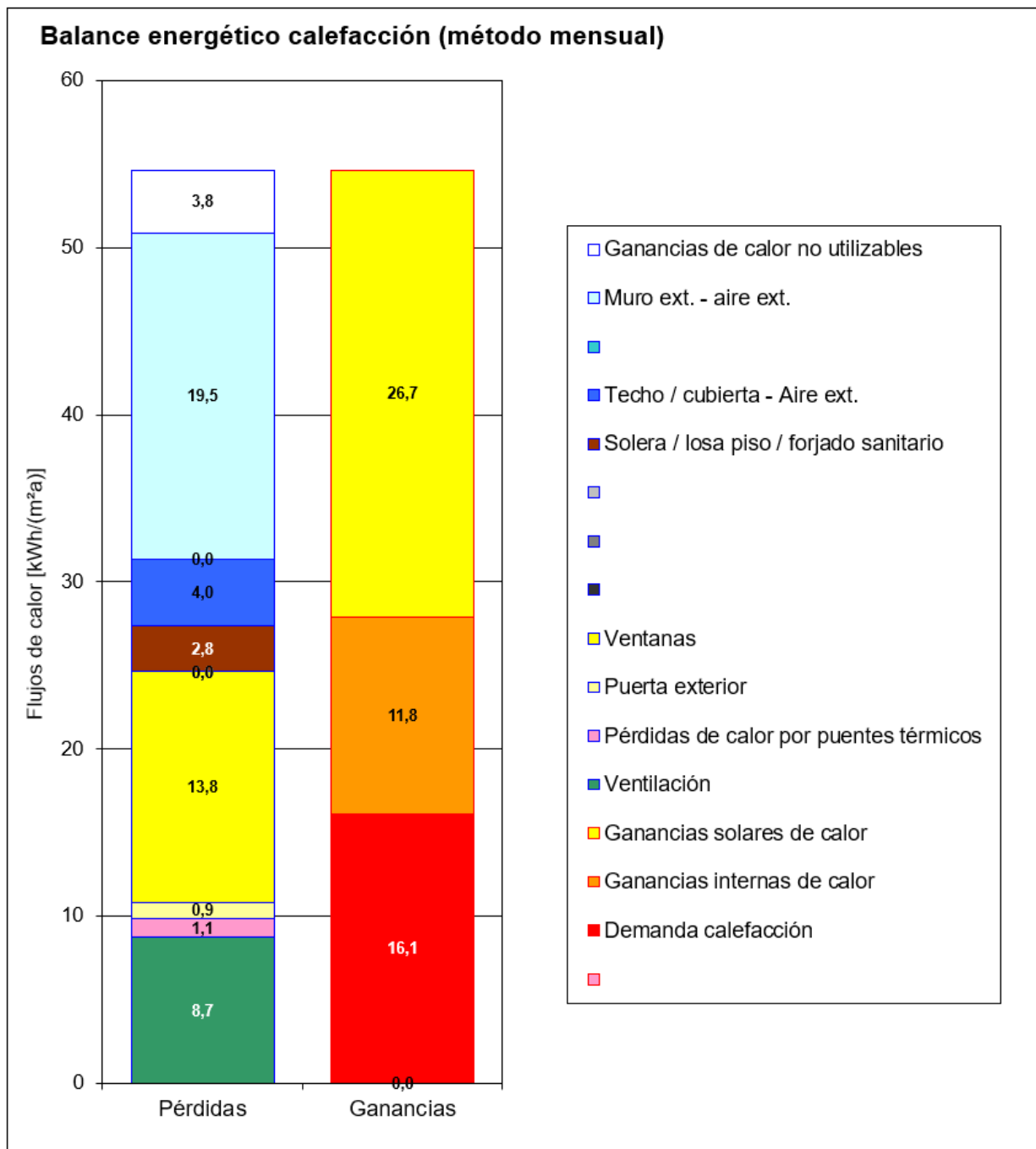
Firma:

14. PHPP-Resultados

Balance energético calefacción

La siguiente gráfica obtenida de PHPP muestra los resultados para el balance energético entre pérdidas y ganancias para invierno. Las ganancias solares aportan el 26,7% de lo necesitado para cubrir las necesidades de calefacción; mientras que las ganancias internas un 11,8%. De esta forma; solo resta cubrir una demanda de calefacción del 16,1%.

Los muros de fachada representan un 19,5% de las pérdidas, esto se debe a que no hay una gran superficie de la envolvente en contacto con el aire exterior y teniendo en cuenta la compacidad de la vivienda.



Resultados energéticos hora de comprobación PHPP