

Project documentation / Documentación del proyecto



1. Abstract / Resumen



SINGLE FAMILY HOUSE. A BAICELA. OUTEIRO DE REI. LUGO

1.1. Data of building / Datos del edificio

Year of construction Año de construcción	2020	Space heating Demanda de calefacción	13 kWh/(m²a)
U-value external wall Valor U pared exterior	0.125 - 0.150 W/(m²K)	Frecuencia de sobrecalentamiento	1%
U-value basement ceiling Valor U solera	0.220 W/(m²K)	Primary Energy Renewable (PER) Energía primaria renovable (PER)	57 kWh/(m²a)
U-value roof Valor U de la cubierta	0.123 - 0.126 W/(m²K)	Generation of renewable energy Generación de energía renovable	0 kWh/(m²a)
U-value window Valor U ventanas	0.91-1.36 W/(m²K)	Non-renewable Primary Energy (PE) Energía primaria no renovable (PE)	89 kWh/(m²a)
Heat recovery Rendimiento recuperador	86.8%	Pressure test n50 Ensayo de presurización	0.2 h-1

1.2. Brief Description of the project / Breve descripción del proyecto.

La casa A Baicela está situada en una zona rural de la periferia de la ciudad de Lugo, en el concello de Outeiro de Rei. La altitud del emplazamiento es 460m. Según la normativa de construcción española CTE, la zona climática que le corresponde es la D1, es decir, severidad climática de invierno tipo D (alta) y severidad climática de verano 1 (baja).

La parcela tiene una superficie de 3.488m² y se sitúa en una ladera que cae hacia poniente con considerable pendiente. Hacia el este existe una importante masa de árboles mientras que hacia el oeste norte y sur el entorno inmediato está más despejado. Dentro de la parcela destaca una línea de arbolado en el borde este y un roble aislado de gran porte cerca del borde norte. En la parcela colindante a sur se sitúa una edificación agrícola. Una de las razones para no orientarse al sur puro fue evitar su visión desde las estancias principales.

La vivienda se sitúa en la cota media de la parcela. Es de planta única y tiene una forma irregular pero con más desarrollo en el eje noroeste- sureste en paralelo a las curvas de nivel. En ese eje, las habitaciones ocupan la parte noroeste mientras que el salón y cocina están en el extremo sureste. Las estancias principales se suceden en la cara suroeste mirando al entorno más abierto, pero también se ha tratado de corregir la posición con un quiebro en la distribución interior para poder obtener más ganancias solares de sur en el salón comedor. Los locales de servicio se sitúan a lo largo de la fachada noreste. La superficie de referencia energética es de 142,29 m² y la superficie construida 173, 63 m².

La base constructiva del cerramiento y la cubierta es el panel estructural de madera contralaminada CLT de espesores entre 80, 100 y 120mm. Los voladizos se soportan con vigas de madera y perfiles de acero laminado IPE y HEB de canto 140mm.

Por el exterior se sitúa la barrera de vapor en las juntas entre paneles con la base de la losa, el aislamiento monolítico de fibras de madera y la lámina de estanqueidad al viento y agua. Como acabado en cerramientos se aplica un Sate en determinados paños y un entablado de madera termotratada sobre rastreles en otros. La cubrición se resuelve con chapa de cinc. La cimentación es una losa de hormigón armado con aislamiento por su cara inferior.

La cubierta es a dos aguas en V con canalón interior en el eje central por lo que el detalle del canalón ha sido uno de los que han requerido más atención. Tanto para dar solución correcta a la evacuación del agua de lluvia, con gárgola en los extremos, como para minimizar el puente térmico correspondiente.

A través de la optimización del diseño maximizando las ganancias solares, el alto nivel de aislamiento, la reducción de las infiltraciones y el sistema de ventilación de doble flujo con recuperación de calor, se garantiza el máximo confort interior con un mínimo consumo energético. El confort durante el verano se consigue mediante las protecciones solares en las ventanas captadoras y la ventilación nocturna.

La casa se certifica según el sello Passivhaus Classic y se ha optado por no instalar un sistema específico de calefacción convencional. Para cubrir las posibles necesidades de aporte de calor en determinados picos de bajas temperaturas se dispone una resistencia eléctrica en el sistema de ventilación y los dos cuartos de baño cuentan con toalleros eléctricos. La producción de ACS se realiza mediante una bomba de calor aire-agua.

Los materiales elegidos y el proceso constructivo marcan un proyecto que persigue una alta eficiencia energética y, por lo tanto, una intervención más sostenible que lo que prescribe la normativa española vigente. Dado que la energía consumida durante la vida útil de un edificio es centenares de veces superior a la energía embebida en los materiales utilizados, hemos dado preferencia a la reducción de la demanda energética. Así mismo se emplean materiales naturales, tanto la madera estructural, certificada PEFC, como el aislamiento de fibra de madera, también certificada PEFC y NaturePlus.

English Translation

Casa A Baicela is located in a rural area near the city of Lugo, in the municipality of Outeiro de Rei. The altitude of the location is 460m. According to the climatic classification of Köppen, the climate of Lugo is an oceanic climate of type Cfb, with influences of the Mediterranean climates and with certain continental character. The average annual temperature is 11.5 °C. According to the Spanish building regulations, the corresponding climate zone is D1, which means winter climate severity type D (high) and summer climate severity 1 (low).

The plot has an area of 3.488m² and is located on a slope that falls to the west with considerable slope. Towards the east there is a large mass of trees while to the west, north and south the immediate environment is clearer. Within the plot stands a line of trees on the eastern border and a single large tree near the northern edge.

The house is located in the middle of the plot. It has an irregular shape but with more development in the northwest-southeast axis parallel to the elevation lines. It has a single floor plan, and on that axis, the bedrooms are on the northwest side while the living room and kitchen stand at the southeast end. The main rooms are facing southwest where you can perceive the best views, although we have tried to correct the position with a shift in the interior distribution in order to obtain solar gains from the south in the living room. The service rooms are located along the northeast facade. The energy reference area is 142.29 m² and the built area is 173.63 m².

The constructive base of the enclosure and the roof is the structural panel of plywood CLT of thicknesses between 80, 100 and 120mm. The overhangs are supported by wooden beams and IPE and HEB laminated steel profiles.

On the outside, the vapour barrier is located in the joints between panels with the base of the slab, the monolithic wood fibre insulation and the wind and water tightness sheet. As the final layer there is a EIFS applied in certain walls and a thermo-treated wood paneling in others. The roof is covered with zinc plate. The foundation is a reinforced concrete slab with insulation on its base.

Considering some passive principles, maximizing solar gains, the high level of insulation, minimizing infiltration and the ventilation system with heat recovery, maximum interior comfort is guaranteed with minimum energy consumption. Summer comfort is achieved through solar protection on the windows and night ventilation.

The roof is a V-shaped gable with an inner gutter in the central axis, which is why the detail of the gutter has been one of those that have required the most attention. Both to provide the correct solution to the evacuation of rainwater and to reduce the corresponding thermal bridge effect..

The house is designed to be certified according to the Passivhaus Classic standards and it has been decided not to install a specific conventional heating system. In order to fulfil the possible needs of heat contribution in certain peaks of low temperatures, an electric resistance is placed in the ventilation system and the two bathrooms have electric towel rails. The production of DHW is provided by an air-water heat pump.

The chosen materials and the constructive process set a project that targets a high energy efficiency and, therefore, a more sustainable intervention than what the current Spanish regulations prescribe. Given that the energy consumed during the life-time of a building is hundreds of times greater than the energy embedded in the materials used, we have given preference to the reduction of energy demand. We also use natural materials, both structural wood, certified PEFC, and wood fiber insulation, also certified PEFC and NaturePlus.

1.3. Responsible project participants / Participantes responsables del proyecto

Architect Arquitecto proyecto básico	Jorge Gómez Cereijo, gAU Arquitectura e Urbanismo S.L.P. http://gau.com.es/
Implementation planning Arquitecto proyecto de ejecución	Jorge Gómez Cereijo, gAU Arquitectura e Urbanismo S.L.P. http://gau.com.es/
Building systems Ingeniería instalaciones	Miguel Angel García. Ingenia.
Structural engineering Cálculo estructura	Adolfo Montero Ramos. Oficina Tecnica de Maderas Besteiro. http://www.mbesteiro.com/ Jorge Gómez Cereijo, gAU Arquitectura e Urbanismo S.L.P.
Building physics Físico de construcción	Jorge Gómez Cereijo, gAU Arquitectura e Urbanismo S.L.P. Adolfo Montero Ramos. Oficina Tecnica de Maderas Besteiro.
Passive House project planning Proyectista Passivhaus	Jorge Gómez Cereijo, gAU Arquitectura e Urbanismo S.L.P. http://gau.com.es/
Site control Dirección de obra	Jorge Gómez Cereijo, gAU Arquitectura e Urbanismo S.L.P. Jaime López Soto. Lignia Ingeniería y Construcción en madera. S.L. Adolfo Montero Ramos. Oficina Tecnica de Maderas Besteiro.
Constructor	Lignia Ingeniería y Construcción en madera. S.L. http://www.mundolignia.com
Certifying body Certificador edificio PH	Energiehaus Arquitectos SLP, Martín Amado Pousa http://www.energiehaus.com/
Certification ID-IPHA ID-IPHA certificado edificio	ID: 6505
Author of project documentation Autor de la memoria	Jorge Gómez Cereijo, gAU Arquitectura e Urbanismo S.L.P. http://gau.com.es/

2. Fotografías del proyecto



1. Alzado suroeste. Mas y mayores huecos. Dos porches exteriores bajo alero de mayor vuelo.



2. Vista de alzado noroeste y suroeste. Esquina del dormitorio principal. Se observa la forma de la cubierta a 2 aguas en V con salida libre del canalón, evitando elementos de evacuación de agua de cubierta en todo el frente suroeste.



3. Detalle del alzado suroeste desde el porche. Se observa el revestimiento inferior del alero con panel Viroc de fibra de madera y cemento.



4. Detalle del alzado suroeste desde el vertice noroeste.



5. Vista interior desde el salón. El CLT se deja visto por el interior en determinados paños.



6. Vista interior de la habitación principal.



7. Vista interior del salón hacia la zona de comedor.

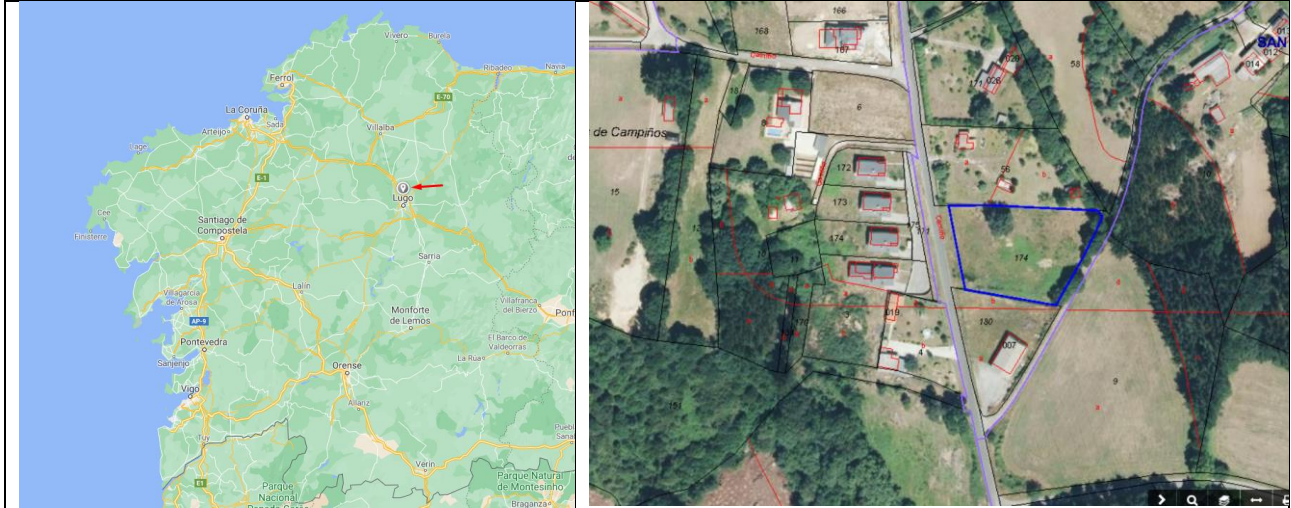


8. Vista interior de un dormitorio.
Determinados paños se cubren con trasdosado de pladur, para albergar las instalaciones.

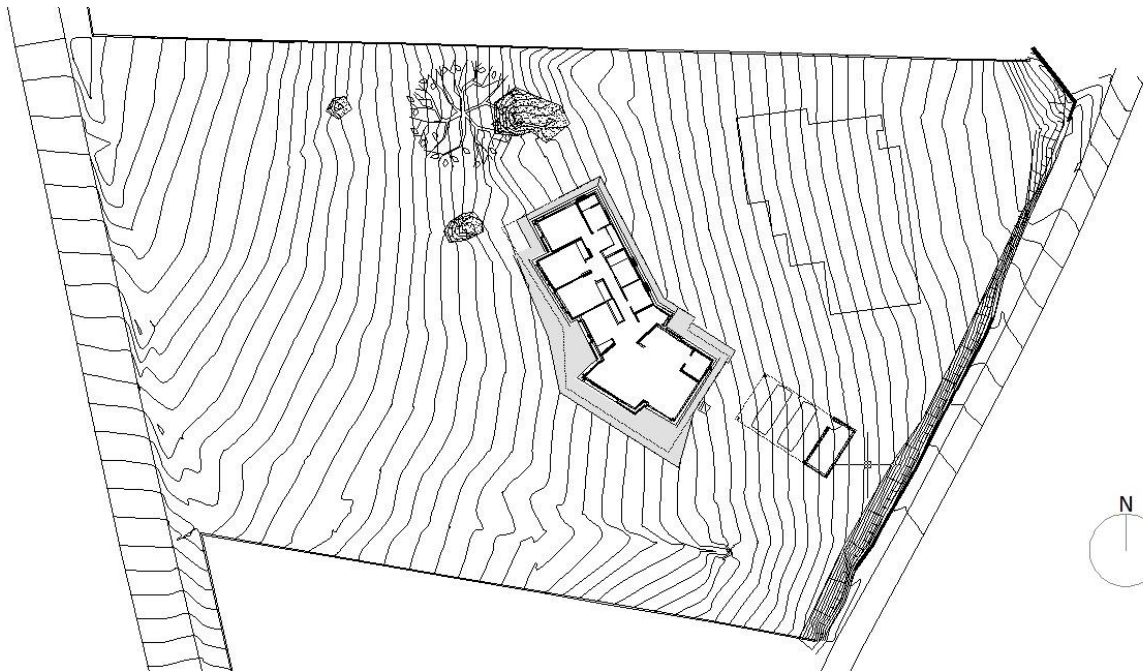
3. Situación y parcela

La parcela se sitúa en una ladera que cae hacia poniente con una pendiente media del 12%. Destaca un roble aislado de gran porte cerca del borde norte. La vivienda se sitúa en la cota media de la parcela, considerando que se planea la construcción de un taller en la esquina noreste en las cotas más altas.

La casa tiene una forma irregular pero con más desarrollo en el eje noroeste- sureste, sensiblemente en paralelo a las curvas de nivel aunque las estancias de día se giran ligeramente para buscar una orientación más sur. En la parcela colindante a sur se sitúa una edificación agrícola. Una de las razones para no orientarse al sur puro fue evitar su visión desde las estancias principales.



1. Localización del Concello de Outeiro de Rei y localización de la parcela en el entorno



2. Parcela con curvas de nivel y posición de la vivienda.

4. Descripción del edificio

4.1. Programa funcional

A la parcela se accede por el camino que discurre a este, por la cota más alta. A la vivienda también se entra por el lado noreste por el eje que separa las zonas de noche y día. En la zona de día, más orientada al sur, la cocina está abierta a la sala-comedor. Se completa con una despensa.

En la zona de noche en la dirección noroeste del eje, cuenta con 3 habitaciones y un estudio próximo a la sala-comedor, además de los servicios asociados: 2 cuartos de baño, vestidor y sala de instalaciones-sala de lavado.

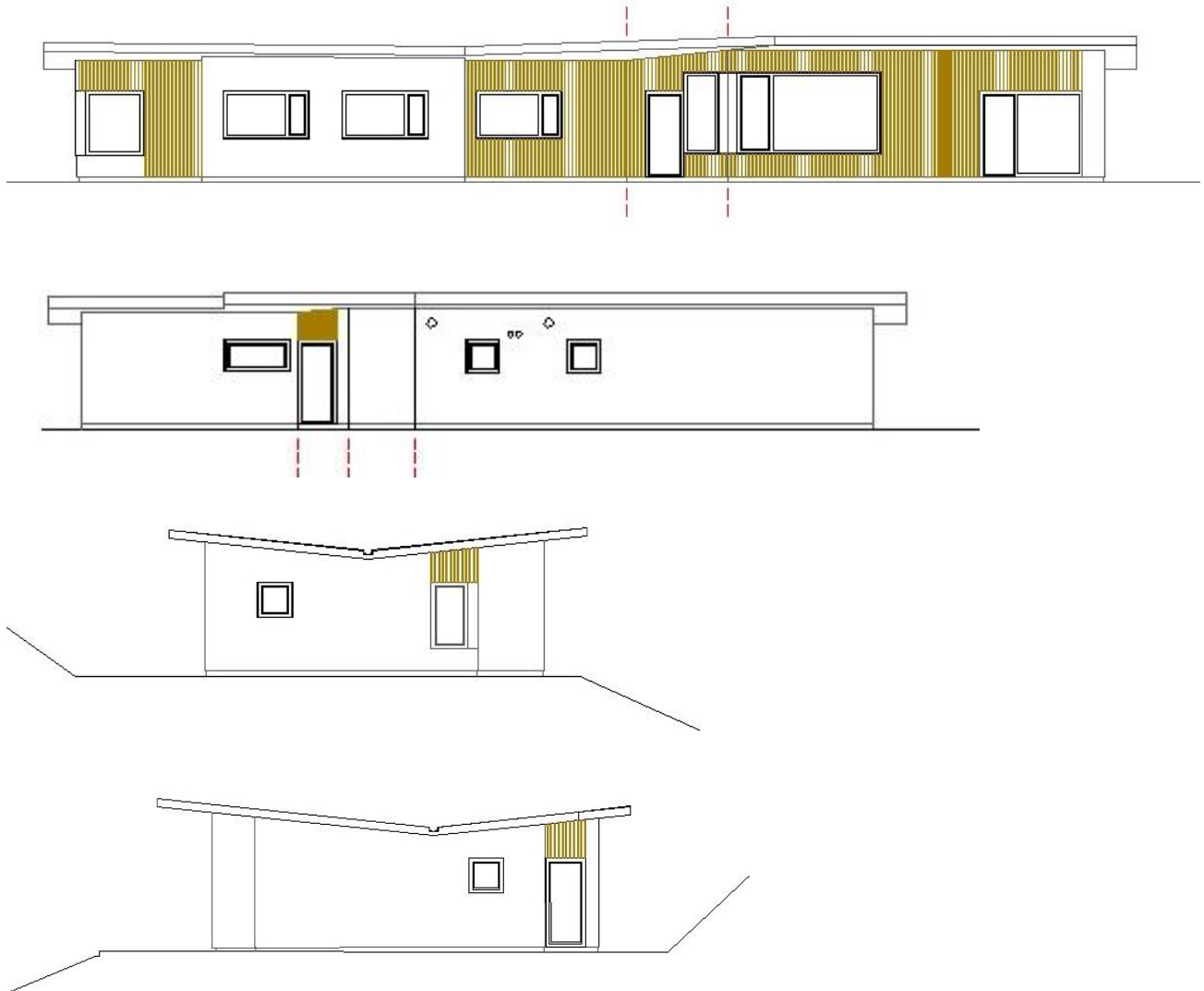


3. Planta

4.2. Configuración de la envolvente y estrategias pasivas

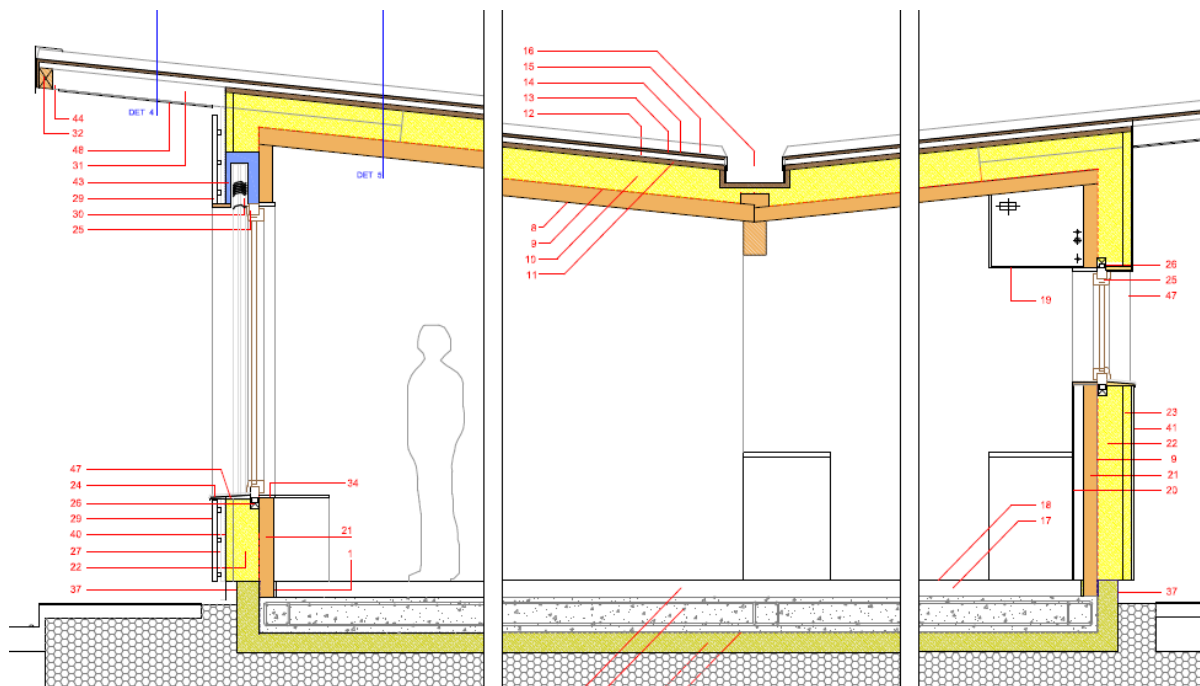
En los alzados se puede ver la forma de la cubierta en V con canalón interior para evitar los elementos encargados de la evacuación de las aguas de cubierta en el frente suroeste. Así las gárgolas se sitúan en los laterales cortos. El revestimiento de madera solo se aplica en los paños más protegidos por los aleros mayores.

La estrategia pasiva principal, se manifiesta precisamente en esa disposición de la cubierta que expresa la voluntad de abrirse a las ganancias durante la mayor parte del recorrido del arco solar. Se puede ver que las ventanas a suroeste son más y más grandes que las situadas a norte y noreste. Sin embargo la compacidad está limitada por el deseo de la propiedad de desarrollar todo el programa funcional en una sola planta para facilitar la accesibilidad a todas las estancias.



4. Alzados: suroeste, noreste, noroeste y sureste. (se representan con los paramentos extendidos)

5. Detalles constructivos de la envolvente térmica



5. Sección transversal

- 1.- Aislamiento térmico de panel rígido de XPS 500 de 1 cm en junta entre CLT y el recrecido para formación de pavimento.
- 2.- Aislamiento térmico horizontal de panel rígido de XPS 500 de 4 cm bajo el recrecido para formación de pavimento.
- 3.- Capa de grava de drenaje de 30cm de espesor.
- 4.- Impermeabilización de solera, con lámina de protección frente al Radón, protegida por lamina geotextil tipo Rothoblass Radon EVO.
- 5.- Lámina Rothoblass Ground Band 500 en canto de solera y con CLT solapada a la Radon EVO.
- 6.- Aislamiento térmico horizontal de panel rígido de XPS 500 de 14 cm bajo solera de hormigón.
- 7.- Losa de hormigón armado de 25 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/8/20/IIa.
- 8.- Forjado de panel contralaminado de madera (CLT), formado por tres capas de tablas de madera, acabado superficial calidad vista industrial, de madera de abeto rojo (Picea abies) y calidad no vista en la otra cara, de madera de abeto rojo (Picea abies) y pino silvestre (Pinus sylvestris); desolidarización con banda elástica de poliuretano de celda cerrada; refuerzo de paneles machihembrados para su correcto acoplamiento fijados con tornillos autoperforantes y sellado con cinta adhesiva bituminosa de doble cara; elementos de fijación mecánica, de acero galvanizado tipo DX51D+Z275N y cinta adhesiva de polietileno de 60 mm de anchura.
- 9.- Lámina impermeable al agua, freno de la difusión de vapor y de hermetización al aire tipo Proclima DA sellada con Cinta adhesiva resistente al agua para sellados de hermeticidad y uniones. Espesores variables.
- 10.- Aislamiento de fibras de madera Gutex Thermosafe regulador de humedad y abierto a la difusión del vapor de agua, conductividad térmica 0,037 W/mK y capacidad calorífica específica de 2.000 J/kgK. Espesor entre 22 y 24cm.
- 11.- Tablero impermeable de fibras de madera Gutex Multiplex Top de 18mm o 35mm, machihembrado a cuatro cantos, con conductividad térmica 0,044 W/mK y capacidad calorífica específica de 2.100 J/kgK.
- 12.- Rastrel de madera tropical dispuesto c/62,5 cm. Cámara de aire entre rastreles.
- 13.- Tablero de diafragma OSB/3 de espesor 18mm.
- 14.- Membrana Proclima Solitex UM, abierta a la difusión de vapor, Impermeable desde el exterior, con tejido 3D para ventilación inferior de cubierta de chapa, con banda autoadherente y sellada en zonas de solape y perímetro mediante cinta Proclima Tescon Vana o similar de 6 cm de ancho.
- 15.- Cubrición con revestimiento de zinc titanio en cubierta, laminado según UNE EN 988, de espesor 0,65mm y ejecutado mediante el sistema de la junta alzada de doble engatillado con 25mm y uniforme altura, con una distancia entre-ejes de junta de 58mm, fijado con patillas fijas de acero inoxidable colocadas cada 700mm a lo largo de la junta alzada y fijadas a la base con tornillos de acero inoxidable.
- 16.- Canalón oculto y limahoya fabricada en zinc titanio natural de 0,65mm de espesor y desarrollo 1000mm. Las uniones serán soldadas a base de estaño, dejándose una junta de dilatación de neopreno vulcanizado cada 9ml.
- 17.- Recreido/sistema de agarre del pavimento.
- 18.- Pavimento de tarima de madera en estancias principales.
- 19.- Falso techo continuo suspendido con placas de yeso laminado sobre subestructura de montantes metálicos o de maestras de madera.
- 20.- Trasdoso directo, realizado con placa de yeso laminado, fibra de yeso o cemento-yeso, anclada al paramento vertical mediante maestras.
- 21.- Muro estructural de panel contralaminado de madera (CLT), formado por tres capas de tablas de madera, acabado superficial calidad vista industrial, de madera de abeto rojo (Picea abies) y calidad no vista en la otra cara, de madera de abeto rojo (Picea abies) y pino silvestre (Pinus sylvestris);
- 22.- Aislamiento de fibras de madera regulador de humedad y abierto a la difusión del vapor de agua, conductividad térmica 0,037 W/mK y capacidad calorífica específica de 2.100 J/kgK, de 180mm de espesor, tipo Gutex Thermosafe homogen.
- 23.- Aislamiento de fibras de madera de conductividad térmica 0,039 W/mK de 60mm de espesor, tipo Gutex

Thermowall-gf, de base del revestimiento del SATE.

24.- Vierteaguas y recercado de chapa plegada de aluminio, espesor 4 mm.

25.-Carpintería madera-aluminio, de madera de pino y perfil exterior de aluminio extrusionado UNI ONE Coplanar Flat, fijado al perfil de madera mediante clips desmontables de material plástico.

26.-Premarco de carpintería de madera anclada al soporte de paneles de CLT, pero situada en el plano del aislamiento.

27.- Rastrel de madera tropical de sección trapezoidal dispuesto verticalmente.

28.- Elemento de soporte de puertas ISO-Top Winframer.

29.- Barrotillos de madera de pino silvestre termotratado de sección cuadrada de 45x45 mm, dispuestos verticalmente con una junta entre ellos de 10 mm fijado a rastreles horizontales mediante tornillos de doble rosca de acero al carbono con galvanizado.

30.- Persiana veneciana exterior de aluminio Griesser Metalunic, con lamas orientables.

31.- Viga de madera de abeto en formación de voladizo de sección según plano de estructuras.

32.- Elemento de madera de abeto de remate de cabezas de vigas.

33.- Tablero OSB/3 en revestimiento inferior de voladizos.

34.- Recercado interior de ventanas en madera.

37.- Elemento de zócalo-premarco con aislamiento ISO-Top Winframer.

38.- Murete de hormigón armado de apoyo del sistema de cerramiento y estructural.

39.- Vidrio triple con dos cámaras de argón 3+3/14/4/16/4.

40.- Lámina impermeable-transpirable Proclima Fronta Penta resistente a los rayos UV sellada mediante cinta adhesiva Tescon Invis.

41.- Revestimiento del SATE Thermowall de Gutex.

42.- Iluminación LED lineal sobre la perfilera del trasdosado.

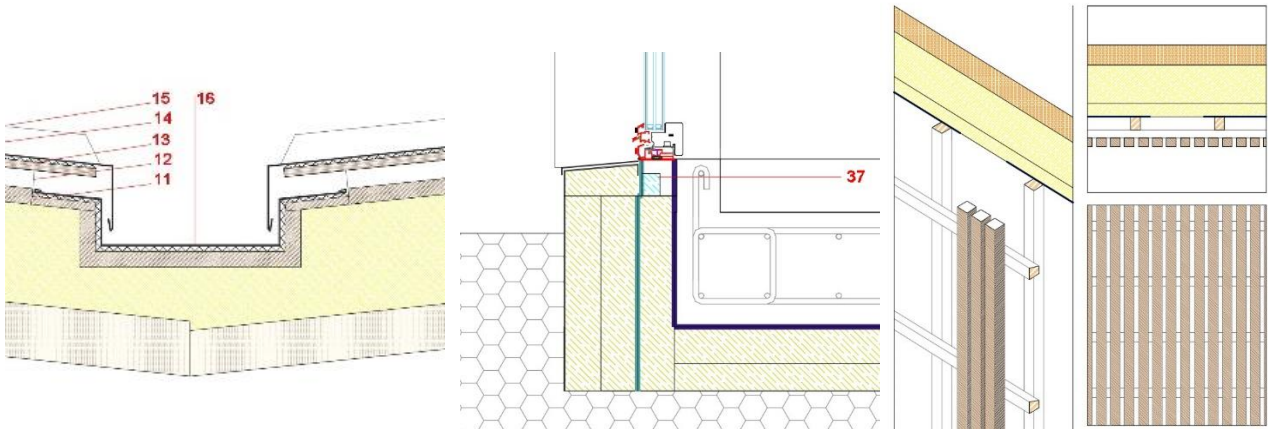
43.- Cajón GUTEX para soporte de sistema de protección solar tipo Griesser.

44.- Posición de la luminaria lineal LED para exterior anclada a subestructura de madera/ Alternativamente soporte de toldo vertical.

45.- Lámina geotextil.

46.- Tubo de drenaje de PVC ranurado enterrado en base de grava.

47.- Sistema Implio de GUTEX para recercado exterior de huecos en continuidad con el sistema SATE.



6. Detalles de canalón, solera de puertas y revestimiento de madera termotratada





7. Montaje de la estructura de madera contralaminada CLT y los elementos estructurales de los voladizos

5.1. Muros

El panel estructural de madera contralaminada CLT constituye la base del cerramiento. Por el exterior se sitúa el aislamiento monolítico de fibras de madera, primero el Gutex thermosafe de espesor 180mm y para recibir el revestimiento el Gutex Thermowall de 60mm. Como acabado se aplica un Sate en determinados paños y un entablado de madera termotratada sobre dos órdenes de rastreles en otros. En este ultimo caso previo a los rastreles se dispone la lámina abierta a la difusión del vapor y de protección frente al viento y agua Solitex Fronta Penta. El Panel CLT se ha dispuesto sobre la losa de cimentación, protegiéndose con la cinta Proclima Extoseal Finoc de 20cm como protección frente a la capilaridad. Para proteger el CLT respecto al recrecido interior Rothoblass Silent Egde.



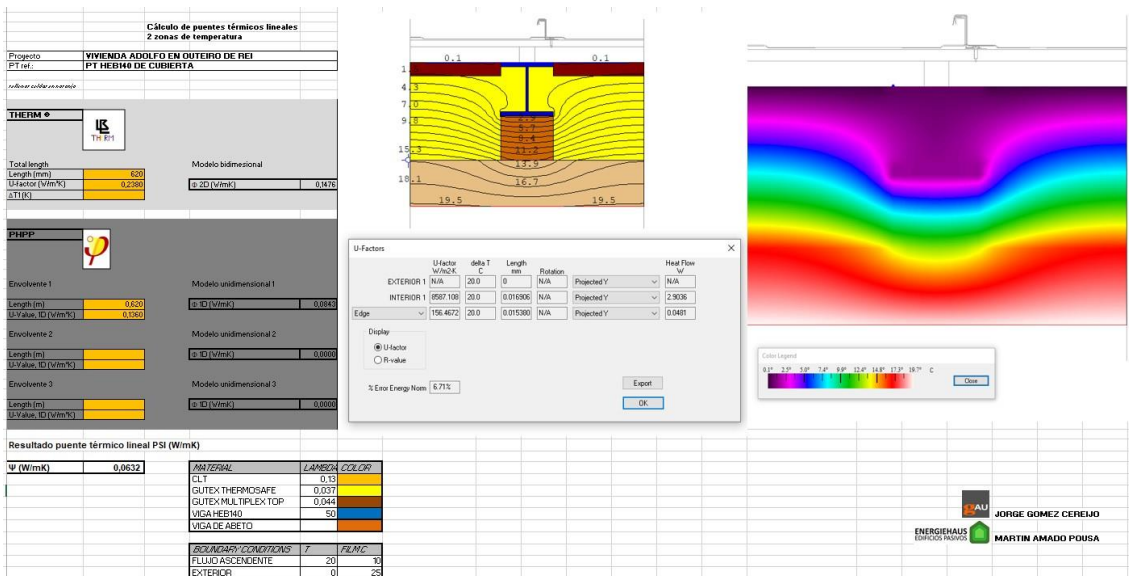
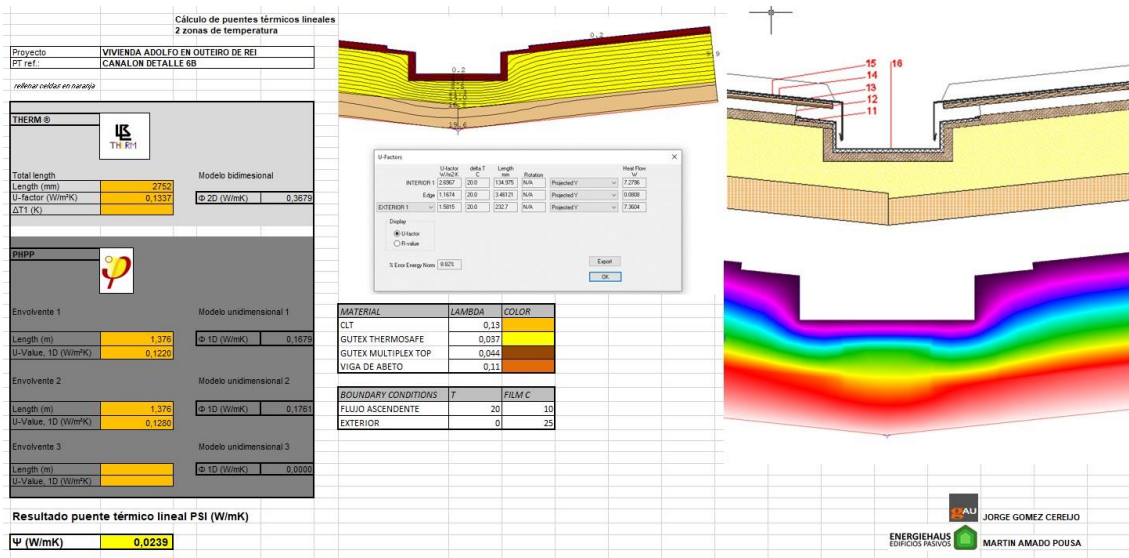
8. Colocación del aislamiento de fibra de madera en base de muros, encuentro con alero y con ventanas

5.2. Cubierta

Sobre la base del CLT se dispone el aislamiento de fibras de madera Gutex Thermosafe de espesor variable entre 220 y 240mm mas el Gutex Multiplex Top de 18 o 35mm, rastreles de madera creando una cámara de aire antes del tablero OSB/3 de 18mm. Después se coloca la cubrición de zinc-titanio ejecutado mediante el sistema de la junta alzada de doble engatillado pero dispuesta sobre la Membrana Proclima Solitex UM, abierta a la difusión de vapor, impermeable desde el exterior, con tejido 3D para ventilación inferior de la chapa zinc-titanio.



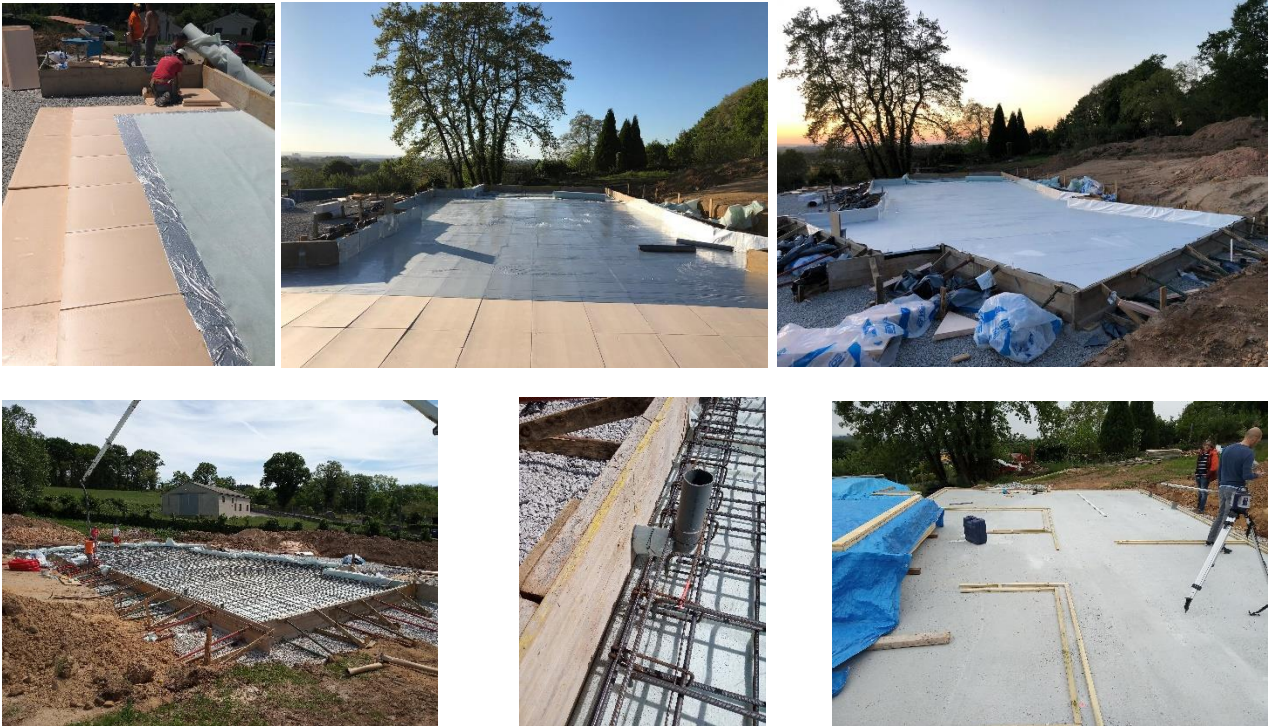
9. Colocación del aislamiento en cubierta, el rastrelado de la cámara de aire y el tablero de base para el cinc.



10. Cuantificación del puente térmico en cubierta por canalón y postizos de la estructura de voladizos con Therm®.

5.3. Suelo

Cimentación: losa de hormigón armado de canto de 25 cm sobre base de enchado, hormigón de limpieza y regularización y aislamiento de XPS de 14cm. Como acabado se dispone un pavimento de linóleo. Cuenta con lamina Radón Evo sobre el aislamiento y volteando en canto de la losa. Además se dispone Ground Band 500 en el encuentro con el CLT solapado sobre la Radon Evo.



11. Ejecución de la cimentación: aislamiento XPS, lámina impermeable, losa de hormigón

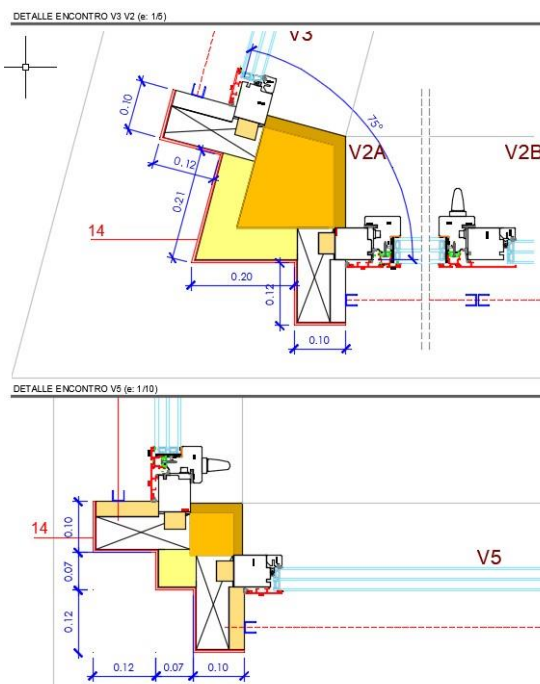
5.4. Ventanas y vidrios

La carpintería es de madera con protección exterior de aluminio clipado sistema UniOne Coplanar de Uniform con U_f de $1.28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Los vidrios son triples en dos configuraciones: la primera con 3+3 premium-14 argon-4-12 argon-4+4 premium con valor U_g de $0.70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ y factor solar g 0,49 y la segunda con 3+3 premium-14 argon-4-16 argon-4 premium con valor U_g de $0.60 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ y factor solar g 0,50.

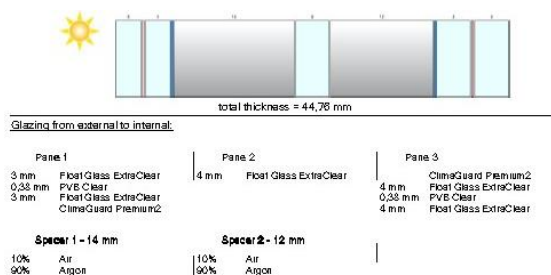
Se ha cuidado la resolución de los encuentros utilizando el sistema Implio de Gutex en la ejecución de recercados exteriores para minimizar el puente térmico y colaborar en la impermeabilización y hermeticidad del sistema.



12. Recercado exterior de ventanas con sistema Implio de Gutex y cajón para recibir la protección solar Griesser



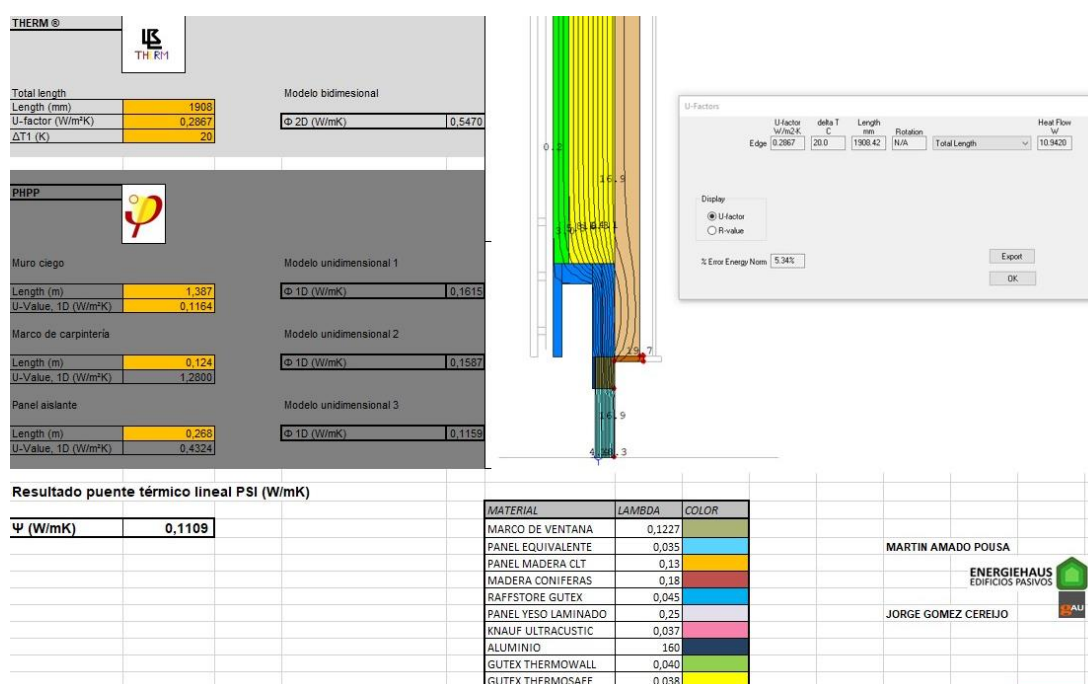
13. Sección de ventana tipo con cañón para protección solar y detalle de soluciones en esquina



Results	
Visible light [EN 410 - 2011]	
transmittance [%]	$t_v = 72.5$
reflectance external [%]	$\rho_e = 15.6$
reflectance internal [%]	$\rho_i = 15.5$
general colour rendering index	$R_a = 96.1$
Thermal properties [EN 673 - 2011]	
U-value [W/(m ² K)]	slope $\alpha = 90^\circ$
according to EN:	$U_g = 0.7$
3 decimal places:	$U_g = 0.672$
Solar energy [EN 410 - 2011]	
solar factor [%]	$g = 50.1$
shading coefficient [g10.87]	$sc = 0.58$
direct transmittance [%]	$t_{d,e} = 42.4$
direct reflectance external [%]	$\rho_{d,e} = 27.8$
direct reflectance internal [%]	$\rho_{d,i} = 28.2$
direct absorption [%]	$a_d = 29.8$
UV transmittance [%]	$T_{UV} = 0.5$
secondary internal heat transfer factor [%]	$q_c = 7.7$
Other data	
estimated sound reduction index [dB] (EN 717-1)	$R_w = \text{NPD}$ $C = \text{NPD}$ $C_{tr} = \text{NPD}$



15. Vistas de las ventanas con protección solar exterior tipo Griesser Lamisol.



16. Cálculos del puente térmico en el cajón que aloja el sistema por el exterior.

6. Hermeticidad/Blowerdoor

La línea de hermeticidad del cerramiento la constituye fundamentalmente el CLT con las juntas selladas con cinta Proclima Tescon Vana y con la cimentación con Proclima Cross-Seal. Los encuentros de las ventanas con el CLT y los premarcos se sellan por el interior con cinta Proclima Contenga Solido SL y por el exterior Contenga Solido Exo. En manguitos de instalaciones se utilizó la gama de Roflex y tapones Stoppa de Proclima.

Se realizaron 3 pruebas para verificar la hermeticidad: la primera, después de ejecutar toda la estructura del CLT, tapando los huecos con telas herméticas. La segunda, con las ventanas colocadas. La tercera, después de la ejecución de todos los elementos de la envolvente, acabados e instalaciones. El resultado de la prueba final de infiltraciones en el Test Blowerdoor fue de 0.20 r/h. Las primeras 2 pruebas arrojaron valores muy similares.

Fecha del Test 01/08/2020 Archivo de Test Test FINAL (Certificación)			
Técnico: E. Montero			
Número de proyecto: 01/2020			
Cliente:	Adolfo Montero Ramos Pol.88, Parcela 174, Mosteiro Lugo - 27153 Outeiro de Rei Teléfono: Fax: e-mail: adolfo.montero@me.com	Dirección del Edificio:	Casa CLT A Baicela Pol.88, Parcela 174, Mosteiro Lugo - 27153 Outeiro de Rei
Resultados del test a 50 Pa:	<u>Despresurización</u>	<u>Presurización</u>	<u>Media</u>
V50: m³/h50 (Caudal de Aire)	60 (+/- 2.2 %)	66 (+/- 1.1 %)	63
n50: 1/h (Tasa de Renovación de Aire)	0.16	0.17	0.17
w50: m³/(h·m² Área del Suelo)	0.41	0.46	0.43
q50: m³/(h·m² Área de la Envolvente)	0.13	0.14	0.13
Áreas de Infiltraciones:			
EqLA @ 10 Pa (cm²)	18.4 (+/- 6.1 %)	22.2 (+/- 2.1 %)	20.3
cm²/m² Área de la Envolvente	0.04	0.05	0.04
LBL ELA @ 4 Pa (cm²)	8.5 (+/- 9.9 %)	10.8 (+/- 3.5 %)	9.7
cm²/m² Área de la Envolvente	0.02	0.02	0.02
Curva de Infiltraciones del Edificio:			
Coefficiente de Caudal de Aire (Cenv) m³/(h·Paⁿ)	2.6 (+/- 15.8 %)	3.6 (+/- 5.6 %)	
Coefficiente de Infiltraciones (CL) m³/(h·Paⁿ)	2.6 (+/- 15.8 %)	3.6 (+/- 5.6 %)	
Exponente (n)	0.807 (+/- 0.043)	0.746 (+/- 0.016)	
Coefficiente de Correlación	0.99821	0.99966	
Norma del Test:	EN 13829		
Modo del Test:	Despresurización y Presurización		
Método del Test:	A		
Norma a cumplir:	EN13829 n50 ≤ 0.6 1/h		



17. Detalle del informe del test y fotografía del momento del test.



18. Elementos de hermeticidad en base de muros, juntas y fachada ventilada.



19. Elementos de hermeticidad en cubierta bajo la lámina de cinc.

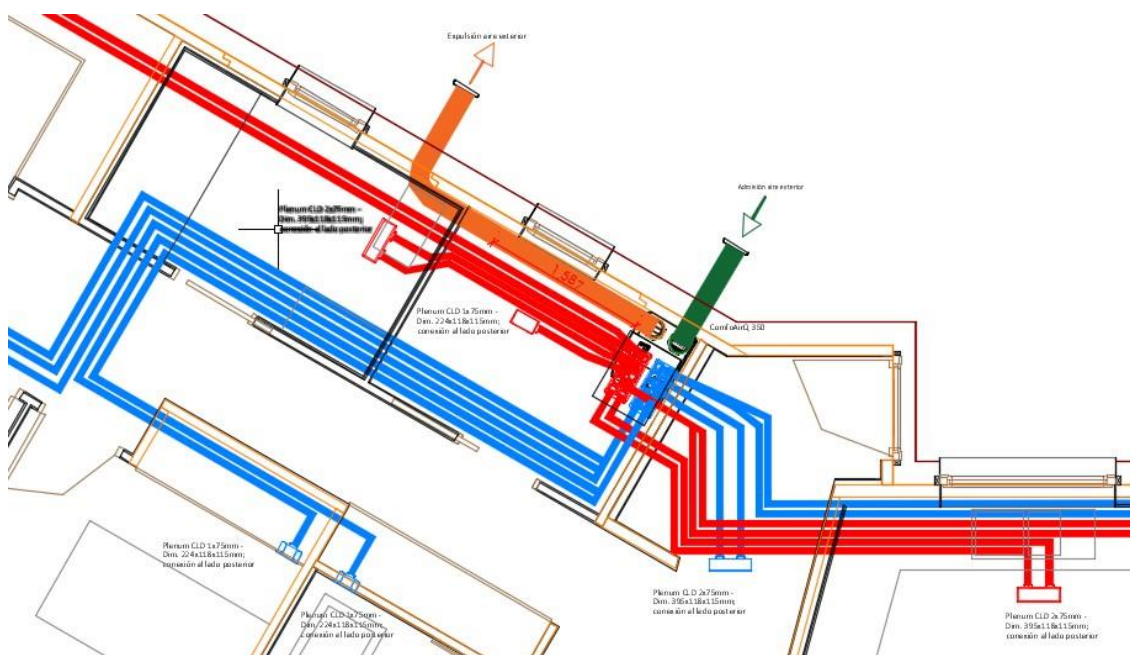


20. Elementos de hermeticidad en ventanas por interior y exterior.

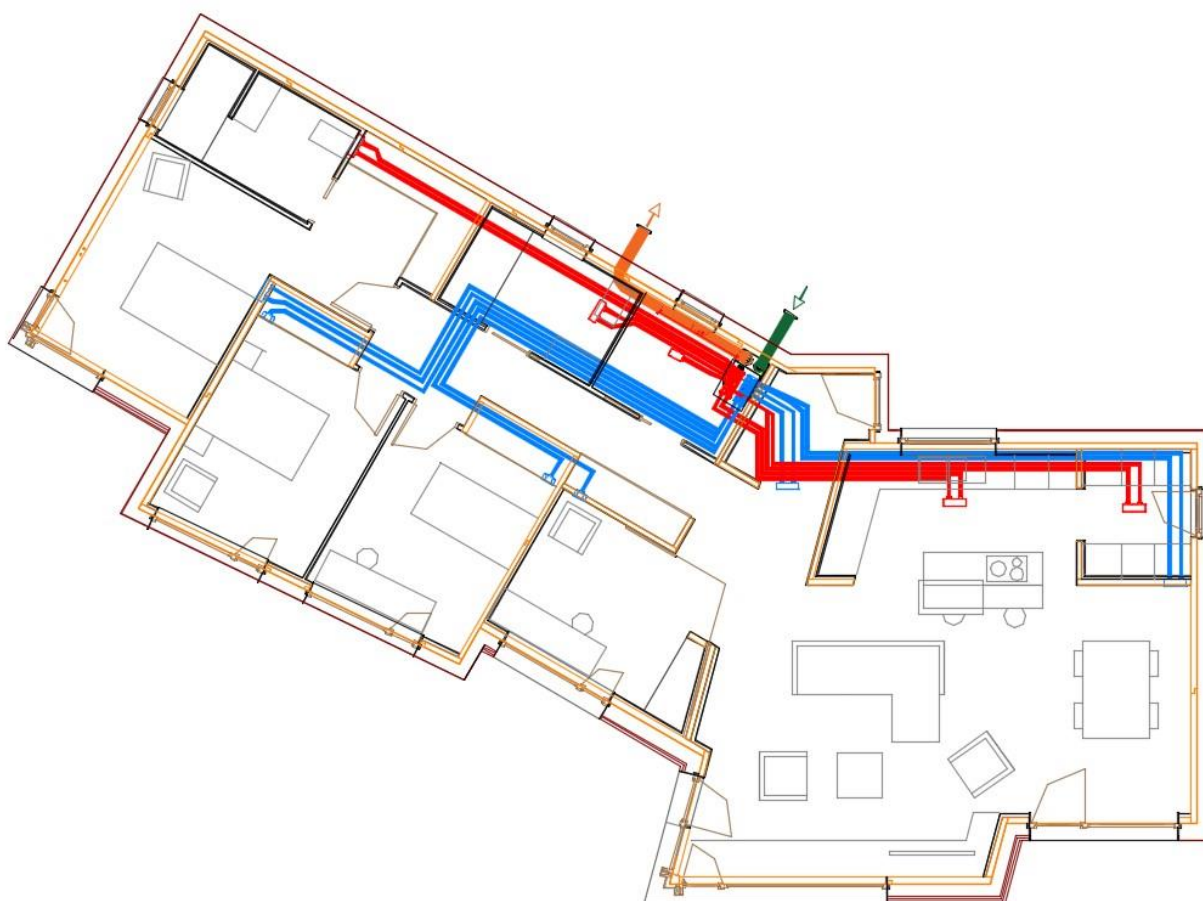
7. Ventilación

La instalación de ventilación es de doble flujo con recuperador de calor Zehnder ComfoAir Q350. La eficiencia del recuperador es del 86.8%. Se le acopla una resistencia eléctrica de 2kW para precalentar el aire de impulsión.

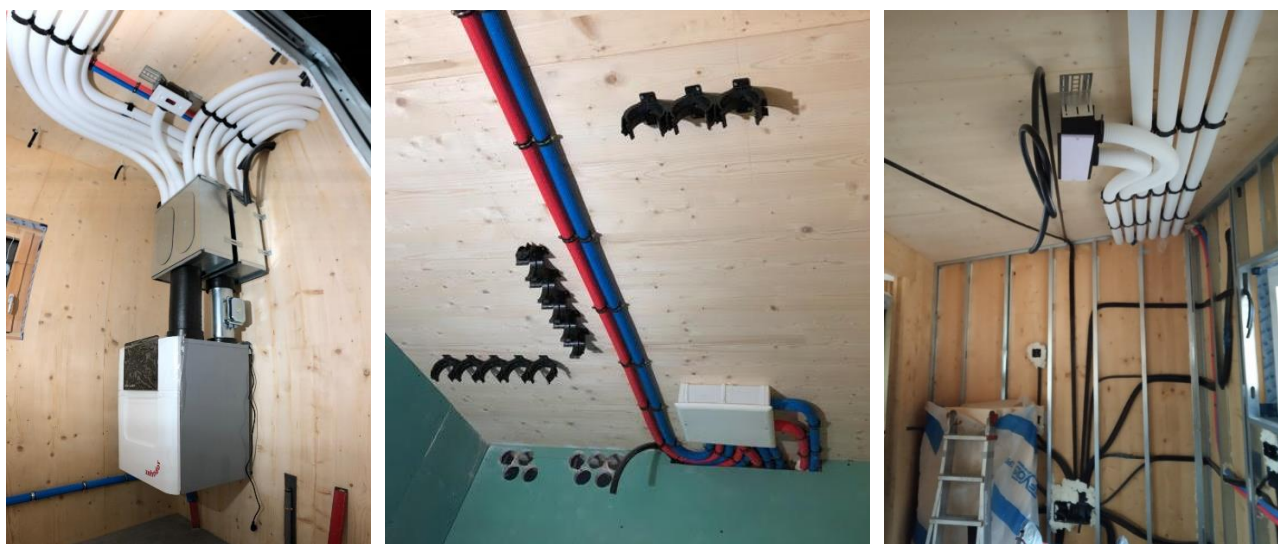
Dado que se quería dejar a la vista la estructura CLT en techos de las estancias principales, los conductos de ventilación discurren solo por las áreas con falso techo (entrada, cocina, pasillo, baños y sala de instalaciones). Por lo tanto las impulsiones en dormitorios, estudio y salón se colocan en los tabiques o paños verticales en contacto con pasillo o cocina.



21. Detalle de la planta de distribución del sistema de ventilación en el entorno del recuperador de calor.



22. Planta del esquema de distribución del sistema de ventilación de doble flujo



23. Recuperador de calor (con la batería eléctrica antes de los silenciadores), elementos de distribución y tomas.

Selección de aparato de ventilación con recuperación de calor						
Situación unidad ventilación		1-Dentro de la envolvente térmica				
Selección aparato ventilación		Ir a lista de aparatos de ventilación 1-Ordenar: COMO LISTA 01ud-Zehnder Group Zwolle B.V. - ComfoAir Q350 HRV, Co	Recuperación de calor RC efectiva	Humedad calor efva. RC efectiva	Específico RC efectiva [Wh/m²]	Uso [m³/h]
			0,90	0,00	0,24	70 - 270
						Protección contra la congelación
						yes
						Implementación de la protección contra la congelación
						2-Elec.
						Límite de temperatura [°C]
						2
						Energía útil(kWh/a)
						52
						Temperatura interior (°C)
						20
						Temp. media exterior periodo calefacción
						8,8
						Temp. media terreno (°C)
						13,0
Valor efectivo de recuperación de calor		$\eta_{RC,ef}$	86,8%			

24. Resultados del rendimiento del sistema de ventilación.

8. Calefacción y ACS

Para cubrir las necesidades de aporte de calor en determinados picos de bajas temperaturas, considerando que será necesario pocos días al año, se decidió no contar con la bomba de calor para la calefacción. Se coloca una resistencia eléctrica en el sistema de ventilación de 2000W y los dos cuartos de baño cuentan con toalleros eléctricos de 500W cada uno.



La producción de ACS se realiza mediante una bomba de calor aire-agua Vaillant Arostor VWL B 200 de 1.200W de potencia calorífica nominal y 1.900W de potencia máxima, con depósito acumulador de 200 litros.



9. Resultados

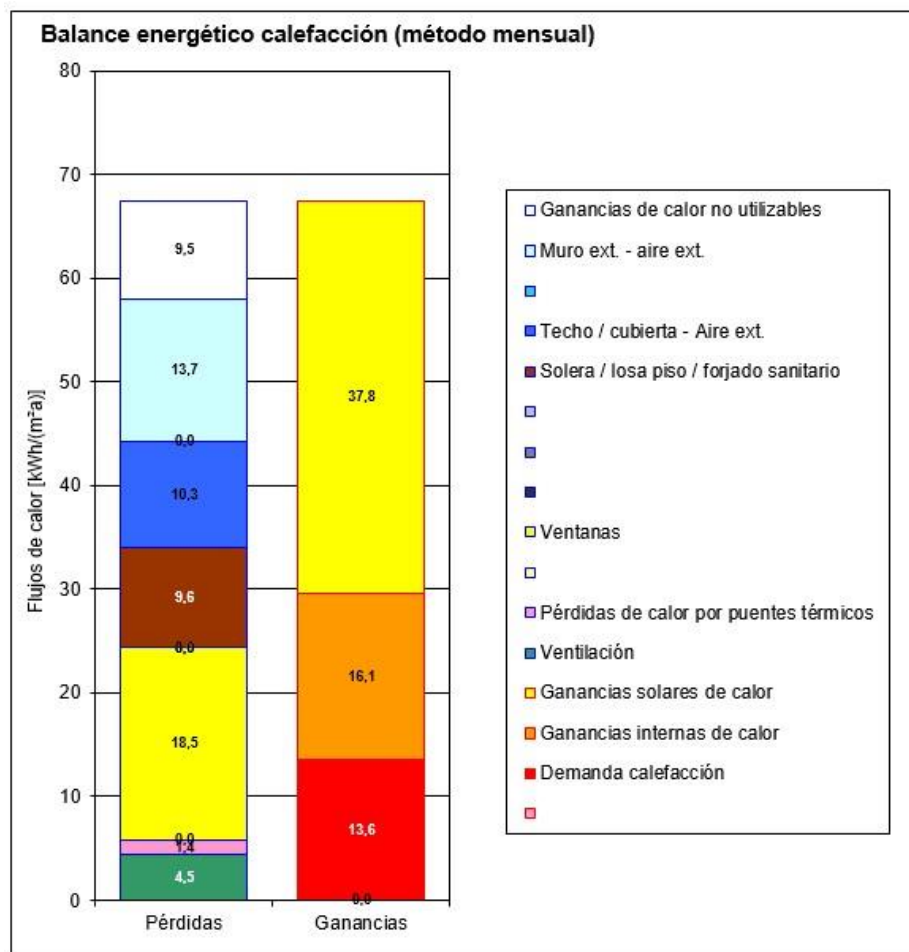
Partimos del hándicap que supone no poder mejorar la compacidad (por ser de una sola planta) y la orientación más suroeste que sur por las condiciones de la parcela y el entorno. Además, las condiciones climáticas, muy exigentes en invierno, implican mayores exigencias de aislamiento. A pesar de ello, se consigue alcanzar los valores Passivhaus, con aislamientos de grosor considerable y alto nivel de hermeticidad.

El riesgo de sobrecalentamiento es elevado por la orientación suroeste, por lo que fue imprescindible la utilización de protecciones solares apilables en los huecos más afectados.

El valor de la energía primaria necesaria se ve afectada por la decisión de prescindir de la bomba de calor para calefacción y que esta se encargue a los radiadores eléctricos y la batería en la ventilación. Sin embargo, está prevista la instalación de paneles fotovoltaicos para cubrir ese consumo.

Casa Pasiva Comprobación									
				Edificio: VIVIENDA A BAICELA Calle: Curro de arriba, Outon, Mosteiro Outeiro de Rei, Lugo CP / Ciudad: 27153 Concello de Outeiro de Rei Provincia/País: LUGO ES-España Tipo de edificio: vivienda unifamiliar Datos climáticos: ES0038a-Lugo Zona climática: 4: Cálida-templada Altitud de la localización: 445 m					
				Propietario / cliente: ADOLFO MONTERO RAMOS Calle: rúa Conde 9 - 11 LUGO CP / Ciudad: 27003 LUGO Provincia/País: LUGO ES-España					
				Ingeniería: Lignia Ingeniería y Construcciones en Madera S.L. Calle: Curro de arriba, Outon, Mosteiro Outeiro de Rei, Lugo CP / Ciudad: 27153 LUGO Provincia/País: LUGO ES-España					
				Certificación: Energiehaus Arquitectos SLP Calle: Pamplona 88, 3-2 CP / Ciudad: 08018 Barcelona Provincia/País: Barcelona ES-España					
Arquitectura: GAU arquitectura e urbanismo SLP Calle: Rua Circulo das Artes, 18 CP / Ciudad: 27002 LUGO Provincia/País: LUGO ES-España Consult. energética: Jorge Gómez Cereijo Calle: Rua Circulo das Artes, 18 CP / Ciudad: 27002 LUGO Provincia/País: LUGO ES-España				Año construcción: 2020 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 refriger. [W/m²]: 5,1 Nr. de personas: 2,9 Capacidad específica [Wh/K por m² de SRE]: 108 Refrigeración mecánica:					
Valores específicos del edificio con referencia a la superficie de referencia energética									
		Superficie de referencia energética	m²	142,3			Criterios alternativos		¿Cumplido?²
Calefacción	Demanda de calefacción	kWh/(m²a)	13	≤	15	-		Si	
	Carga de calefacción	W/m²	11	≤	-	10			
Refrigeración	Demanda refrigeración & deshum.	kWh/(m²a)	-	≤	-	-		-	
	Carga de refrigeración	W/m²	-	≤	-	-			
	Frecuencia de sobrecalentamiento (> 25 °C)	%	2	≤	10			Si	
	Frecuencia excesivamente alta humedad (> 12 g/kg)	%	0	≤	20			Si	
Hermeticidad	Resultado ensayo presión n ₅₀	1/h	0,2	≤	0,6			Si	
Energía Primaria no renovable (EP)	Demanda EP	kWh/(m²a)	89	≤	-			-	
Energía Primaria Renovable (PER)	Demanda PER	kWh/(m²a)	57	≤	60	60		Si	
	Generación de Energía Renovable (en relación con área de la huella del edificio proyectado)	kWh/(m²a)	0	≥	-	-			
² Celda vacía: Falta dato; -/-: Sin requerimiento									
Confirmo 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? Si
Función:		Nombre:		Apellido:		Firma:			
2-Certificador		Martín		Amado Pousa					
		ID Certificado		Emisión:		Ciudad:			
		28573_ENH_PH_20201125_MAP		25/11/20		A Coruña			

25. Detalle de la hoja de comprobación del PHPP.



26. Detalle de la gráfica de balance energético.

10. Planificación y costes de construcción

Ha sido especialmente delicada la ejecución de los elementos utilizados para conformar la envolvente de hermeticidad, así como la solución de cubierta, sobre todo por los días de lluvia durante la obra. El detalle del canalón ha requerido gran atención. Tanto para dar solución correcta a la evacuación del agua de lluvia, como para minimizar el puente térmico correspondiente. El coste de la obra en PEM es de 1.273 €/m² para 172.63 m² construidos.

La propiedad se instaló en verano antes de la colocación de las protecciones solares y verificó la necesidad de este sistema para obtener el confort esperado. En invierno se ha percibido la importancia de las ganancias y la capacidad de la casa para mantener temperaturas de confort. Actualmente se está instalando el sistema de monitorización de la vivienda y la domótica para programar los encendidos de los sistemas, incluida la regulación de las protecciones solares.

11. Publicaciones

<https://www.dlubal.com/es/descargas-e-informacion/referencias/proyectos-de-clientes/001182>

