

# Diseño de una cabaña industrializada para una estación invernal



Mario Barriuso San Pedro | Trabajo de Fin de Grado | 2021



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**





**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTO**

**DISEÑO DE UNA CABAÑA INDUSTRIALIZADA PARA UNA  
ESTACIÓN INVERNAL**

**Mario Barriuso San Pedro**

**Tutor:**

**Zulueta Pérez, Patricia Beatriz**

**Ingeniería de los Procesos de  
Fabricación**

**Valladolid, junio 2021.**

## Resumen

El Trabajo de Fin de Grado que a continuación se presenta pretende ser la propuesta de diseño de una cabaña de descanso que se instalará en los alrededores de la antigua estación de esquí Valle del Sol, con motivo de su posible reapertura y con la finalidad de crear un servicio atractivo para la zona y sus visitantes.

Se ha considerado que la posibilidad de pasar una noche en la montaña, concretamente en la Sierra de la Demanda, puede convertirse en una experiencia única, capaz de sumergir al usuario en la más pura naturaleza. Para ello se ha diseñado una construcción modular, industrializada, con un elevado grado de autosuficiencia.

## Palabras clave

Valle del Sol – Estación invernal – Cabaña – Industrializado – Construcción sostenible

## Abstract

*The Final Degree Project that is presented below is intended to be the design proposal of a rest cabin that will be installed in the surroundings of the old Valle del Sol ski resort, motivated by the possible reopening and in order to create an attractive service for the area and its visitors. For this, a modular, industrialized construction has been designed, with a high degree of self-sufficiency.*

## Keywords

*Valle del Sol – Ski resort – Cabin – Industrialized – Sustainable construction*



# ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....	1
II.	MEMORIA .....	2
1.	MEMORIA DESCRIPTIVA.....	2
1.1.	Entorno. Sierra de la Demanda.....	2
1.2.	Punto de partida .....	4
1.3.	Antecedentes.....	8
1.4.	Encuestas .....	12
1.5.	Temporalidad y usos.....	15
1.6.	Geometría del módulo.....	16
1.6.1.	Superficie útil y construida.....	19
2.	MEMORIA CONSTRUCTIVA .....	20
2.1.	Sustentación del módulo .....	20
2.2.	Sistema estructural .....	25
2.3.	Sistema envolvente.....	30
2.4.	Sistema de acabados .....	34
2.5.	Sistema de instalaciones.....	36
2.5.1.	Instalación eléctrica.....	36
2.5.2.	Instalación de aguas .....	37
2.5.3.	Calefacción .....	40
2.6.	Vivienda industrializada. Cabaña producto .....	41
2.7.	Transporte.....	43
2.8.	Equipamiento.....	46
2.9.	Modularidad .....	51
2.10.	Ecodiseño, impacto visual y ambiental .....	53
3.	ANEJOS DE LA MEMORIA .....	54
3.1.	Ficha técnica resumen .....	54
3.1.1.	Título.....	54
3.1.2.	Objetivo general .....	54
3.1.3.	Planteamiento del problema.....	54
3.1.4.	Justificación y descripción del trabajo.....	54

3.2.	Estudio de mercado .....	55
3.3.	Estudio de estructuras. Cargas por viento y nieve .....	59
3.4.	Instalaciones .....	66
3.4.1.	Eléctrica .....	66
3.4.2.	Fontanería y saneamiento.....	71
3.4.3.	Transmitancia térmica de la envolvente .....	73
3.5.	Estudio de fabricación y montaje. Diagrama de proceso.....	75
3.6.	Memoria gráfica.....	83
III.	PLANOS .....	88
01.	SITUACIÓN .....	88
02.	EMPLAZAMIENTO I.....	88
03.	EMPLAZAMIENTO II .....	88
04.	PLANO DE CONJUNTO .....	88
05.	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA .....	88
06.	PLANTA DIMENSIONES INTERIOR.....	88
07.	PLANTA DE CUBIERTA.....	88
08.	DIMENSIONES MÓDULOS.....	88
09.	DETALLES CONSTRUCTIVOS: UNIÓN ENTRE MÓDULOS.....	88
10.	DETALLES CONSTRUCTIVOS: SECCIÓN ENVOLVENTE.....	88
11.	ESTRUCTURA .....	88
12.	CIMENTACIÓN PILOEDRES.....	88
13.	ELECTRICIDAD I.....	88
14.	ELECTRICIDAD II .....	88
15.	FONTANERÍA.....	88
16.	SANEAMIENTO .....	88
IV.	PRESUPUESTO.....	90
1.	Costo de fabricación.....	91
2.	Mano de obra indirecta (m.o.i.) .....	94
3.	Cargas sociales (C.S.) .....	95
4.	Gastos generales (G.G.).....	96
5.	Presupuesto total .....	97

V. CONCLUSIONES.....	98
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	104
1. WEBGRAFÍA.....	104
2. ARTÍCULOS Y GUÍAS TÉCNICAS.....	108



# I. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Nos encontramos al este de la provincia castellanoleonesa de Burgos, concretamente en la Sierra de la Demanda, cadena montañosa compartida con la comunidad autónoma de La Rioja. Este es el lugar elegido para el desarrollo del Trabajo de Fin de Grado por su riqueza paisajística, por la heterogeneidad de sus bosques y por la multitud de actividades al aire libre que se pueden practicar en sus alrededores.

El objetivo principal de este trabajo no es otro que crear un espacio de descanso cercano a la estación de esquí Valle del Sol, con la finalidad de acercar los placeres de la montaña a sus visitantes, funcionando a su vez como reclamo y punto de interés turístico para la zona.

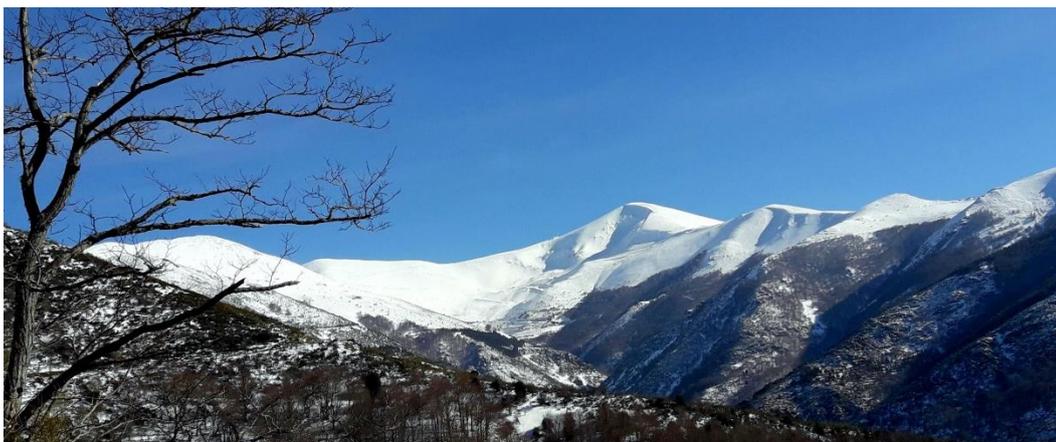
Se ha diseñado una cabaña industrializada pensada para cubrir todas las necesidades de sus huéspedes, con una estética que se mimetice con el entorno y no suponga ninguna alteración en el mismo. La huella que dejan la mayoría de construcciones en la naturaleza es irreversible y en muchos casos perdura en el terreno durante décadas. Por ello esta cabaña ha sido pensada para generar el menor daño a la zona, ofreciendo la posibilidad de ser desmontada y trasladada a otra ubicación en un momento dado.

## II. MEMORIA

### 1. MEMORIA DESCRIPTIVA

#### 1.1. Entorno. Sierra de la Demanda

La Sierra de la Demanda es una heterogénea comarca que pertenece al Sistema Ibérico y que se encuentra entre las provincias de Burgos y La Rioja. Ocupa una superficie superior a 190.000 hectáreas. El pico más alto de esta sierra, el San Lorenzo (2270 m.s.n.v.) se sitúa en La Rioja, en cuya ladera se encuentra la estación de esquí de Valdezcaray. El segundo pico más alto es el San Millán, localizado en Burgos, y seguido del pico Trigaza, 2131 y 2085 m.s.n.v. respectivamente. A pesar de que sus montañas no son muy escarpadas ofrecen grandes actividades para los amantes del senderismo o el alpinismo durante los meses más fríos. La diversidad de paisajes que presenta resulta especialmente atractiva, combinando formaciones calizas, sabinars, pinares, hayedos o espesos robledales. [1]



*Ilustración 1: Sierra de la Demanda. Silvestres Ezcaray*

La escasa industrialización de la zona, y la tradición forestal y ganadera, con una agricultura de subsistencia, ha permitido que el territorio se encuentre en un estado significativo de conservación. La variedad orográfica implica una riqueza faunística muy elevada. Abundan los jabalíes, corzos, zorros y ciervos; estos últimos ganan especial interés durante la época de apareamiento, cuando se les puede escuchar berrear y enfrentarse con sus cornamentas. También encontramos gatos monteses, nutrias, lirones, becadas, perdiz roja, pardilla...



*Ilustración 2: Berrea de un ciervo. Pinterest*

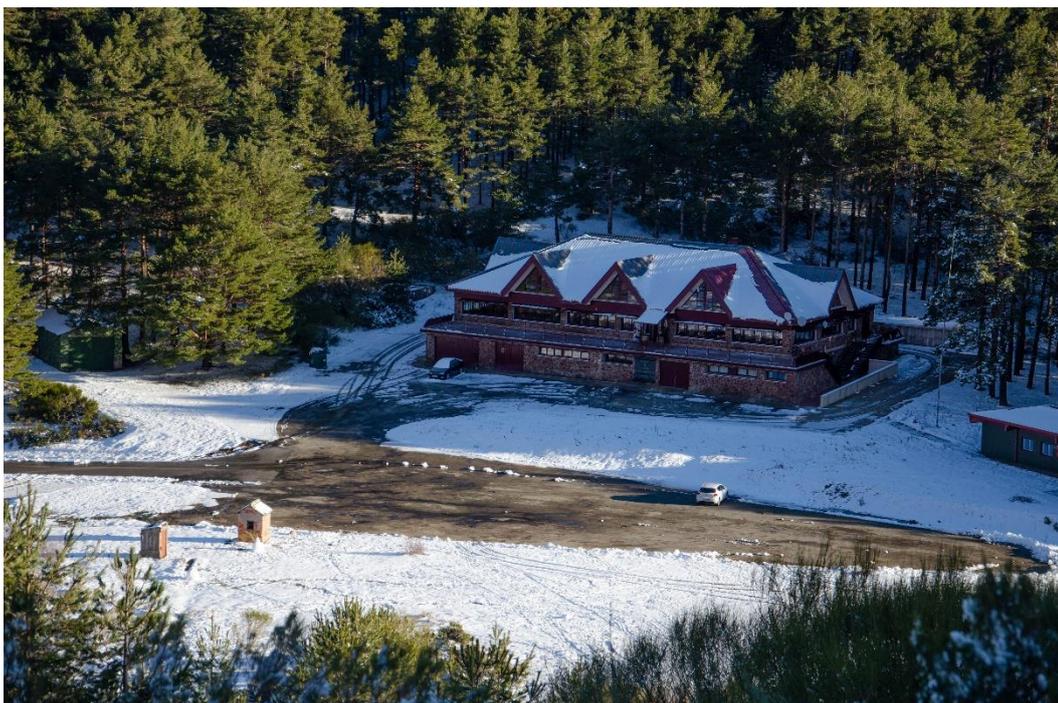
En esta sierra nacen las aguas del río Arlanzón, las cuales se embalsan en los pantanos de Arlanzón y Úzquiza, para más tarde surcar el centro histórico de Burgos. También manan de esta sierra las aguas de los ríos Tirón, Pedroso, Oca o Urbión.



*Ilustración 3: Pantano de Arlanzón. Elcorreodeburgos.elmundo.es*

## 1.2. Punto de partida

La estación de esquí de Valle del Sol se encuentra ubicada en las faldas del pico Mencilla, en pleno corazón de la Sierra de la Demanda, y desde el año 1975 hasta el 2005 ofreció a los burgaleses unas pistas invernales en las que iniciarse en este bonito deporte. La estación contaba con 1,5 kilómetros esquiabiles, un telebaby y dos telesquíes, que conseguía transportar a los esquiadores hasta una altura máxima de 1820 m, un aparcamiento y una carretera de acceso desde el municipio de Pineda de la Sierra.



*Ilustración 4: Albergue y parking Valle del Sol*

Aunque se trataba de una estación invernal modesta, durante los meses de invierno y fines de semana era habitual encontrarse con un gran número de alumnos o militares que acudían para debutar en este deporte. En el año 1975 se construyó el Albergue de Valle del Sol, a los pies de las pistas de esquí, lugar que contaba con un pequeño bar, múltiples habitaciones compartidas y un espacio para el alquiler de material. Este albergue, que sigue funcionando a día de hoy, es el centro de múltiples actividades que se desarrollan durante los meses de verano, como campamentos, aulas de la naturaleza o talleres para los más pequeños. Todo ello gestionado por una empresa privada.



*Ilustración 5: Instalaciones de las pistas de esquí*



*Ilustración 6: Cimentación de los postes*

Más adelante, y con la mejora de las carreteras hacia el Pirineo Aragonés (donde se podían encontrar una gran cantidad de kilómetros esquiables) el Valle del Sol fue perdiendo afluencia. Todo esto acusado con el descenso de las precipitaciones en forma de nieve de la zona, hizo que desde 1999 la estación solo abriera de forma esporádica, para, finalmente en 2005, acabar cerrando sus puertas definitivamente. [34]



*Ilustración 7: Pista de Valle del Sol en funcionamiento. Lugares de Nieve*

Aunque durante los meses de invierno, los amantes de la nieve se siguen acercando a esta ladera para deslizarse con trineos o practicar senderismo, la zona ha perdido parte del interés que suscitaba años atrás. Es por ello que aquí nace el proyecto de crear un atractivo extra para la Sierra de la Demanda, enclave en el que se encuentra el Valle del Sol, y conseguir reactivar la zona. [30]



*Ilustración 8: Esquiadores en la percha de remonte. Nevasport.com*

Realizando alguna búsqueda, se descubre que existe un proyecto sacado a concurso para reacondicionar la estación invernal de Valle del Sol, pero que, por falta de inversión no termina de salir adelante. La primera noticia sobre esta posible puesta en marcha aparece en el Diario de Burgos en el año 2015. [17] [18] [25]

### Un grupo inversor proyecta reabrir Valle del Sol, con 6 pistas a medio plazo

I.P. / Burgos - sábado, 28 de marzo de 2015

El proyecto 'Parque de nieve y monte de Pineda' se concibe como una iniciativa integral que estaría en servicio todo el año. La inversión inicial para arrancar con 2 pistas de esquí estaría en 1,2 millones. Ayer se presentó en la Diputación

*Ilustración 9: Recorte del periódico digital Diario de Burgos.*

En el año 2018 se vuelve a tratar el tema en los medios, pero ante la falta de capital el proyecto continúa en pausa.

# Pineda confía en reabrir Valle del Sol en diciembre de este año

La Junta abre a exposición pública el proyecto de reapertura de la estación de esquí de Pineda de la Sierra, que podría volver a estar operativa antes de que finalice el año

*Ilustración 10: Recorte del periódico digital Burgos Conecta*

Autor [Oriol Torrelles](#)

Mié, 14/02/2018 - 09:58

**La estación de Pineda de la Sierra inició su actividad en 1975 y tuvo que cerrar sobre el año 2000. Ahora, su reapertura está más cerca que nunca.**

*Ilustración 11: Artículo de Lugares de Nieve*

Realmente es complicado saber a ciencia cierta si finalmente esto sucederá, pero ha servido como motivación para acometer este trabajo diseñando un módulo de descanso en las cercanías de dicha estación, que funcionará como un segundo servicio al albergue Valle del Sol.

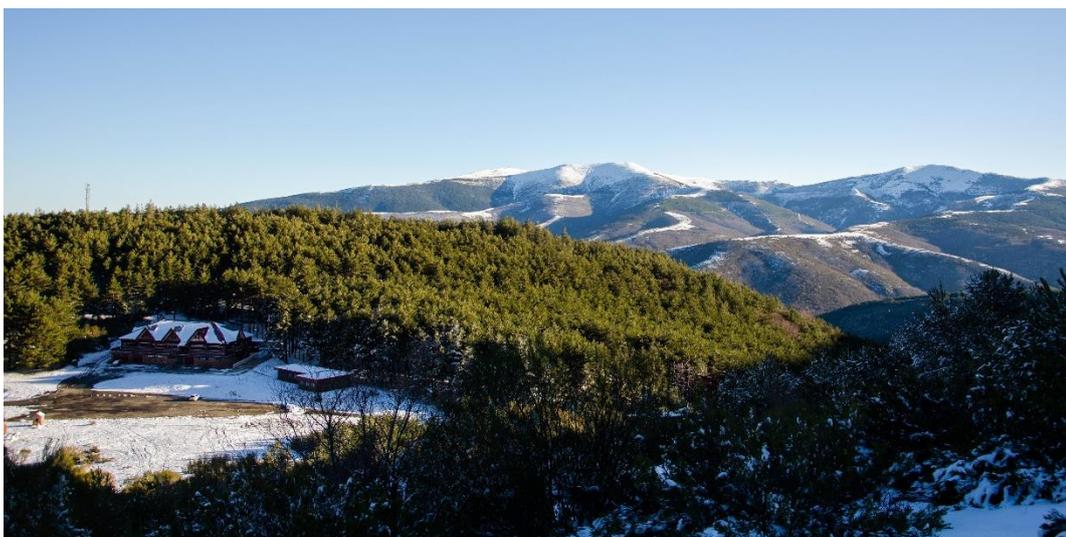
### 1.3. Antecedentes

Previo al comienzo del Trabajo de Fin de Grado, se realizaron varias visitas a la zona del futuro emplazamiento del módulo, con el objetivo de encontrar la ubicación adecuada, y servir de inspiración para el proceso de diseño.



*Ilustración 12: Estación invernal de Valle del Sol*

Una vez en el aparcamiento, la decisión fue ir ascendiendo por las antiguas pistas de esquí, recopilando fotografías del entorno y de las instalaciones en desuso. Al ir ganando altura aparecen las cumbres de los picos Trigaza y San Millán, este último el más alto de la provincia de Burgos.



*Ilustración 13: Albergue y picos Trigaza y San Millán*

Siguiendo los postes que daban soporte a la percha de esquí, se alcanzan los 1710 msnv. A partir de ese punto se realiza una travesía lateral de 300 metros que nos posiciona en el centro de “La Concha”, una formación muy característica de origen glaciar similar a un pequeño circo. Esta será la ubicación de la cabaña.

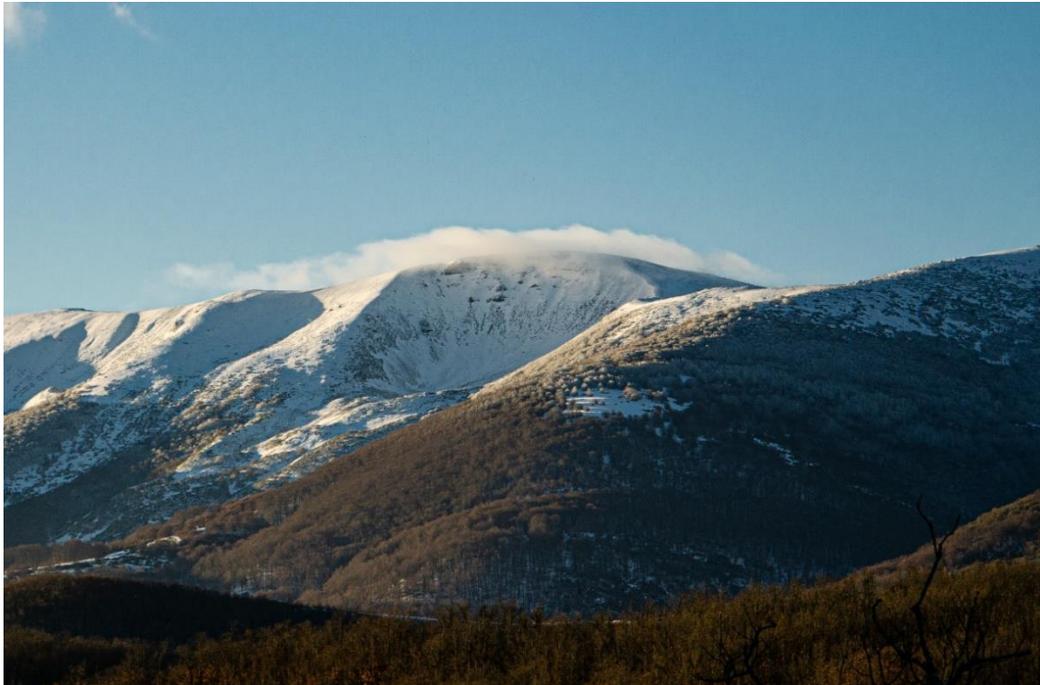


Ilustración 14: Concha del pico Mencilla



Ilustración 15: Mapa de la zona. QGIS

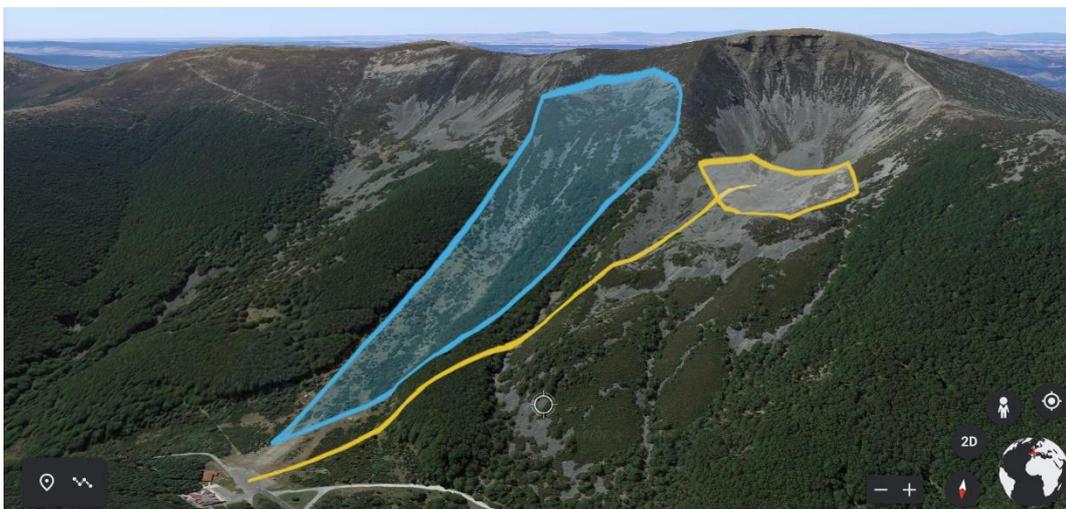
Es el momento de tomar imágenes, anotar la ubicación exacta y orientación solar óptima. Se advierte que debido a las grandes dimensiones del lugar, el riesgo de avalanchas es prácticamente inexistente. Tras varias mediciones, se obtuvieron

conclusiones acerca de la mejor orientación del módulo, para garantizar la incidencia del sol durante el mayor número de horas en las horas diáfanas del mismo.



*Ilustración 16: Tomando notas en el lugar*

Desde un principio estuvo presente la idea de crear un mirador, por lo cual el módulo debería situarse en el final de La Concha, donde el terreno comienza a caer, consiguiendo una sensación única en los huéspedes. Se ha comprobado también que la sombra que el pico Mencilla genera en sus faldas, no llegaría a cubrir el módulo.



*Ilustración 17: Sierra del Mencilla. Google Earth*

En la ilustración 17 se puede diferenciar en color azul, la zona por la que discurrían las pistas de esquí de Valle del Sol, y en color amarillo la ubicación escogida para emplazar el módulo de descanso.

## 1.4. Encuestas

Llegados a este punto creí conveniente realizar una encuesta sobre la zona y sobre los posibles intereses a tener en cuenta a la hora del diseño. Para comenzar la encuesta se realizaron una serie de preguntas filtro sobre el lugar para ubicar al encuestado:

-“¿Conoces la Sierra de la Demanda?”

-¿Conoces la existencia de la antigua estación invernal Valle del Sol, situada en la cara norte del pico Mencilla?

-Si los remontes de la estación volvieran a funcionar, ¿crees que la instalación de una zona de descanso en lo alto, sería un atractivo para la zona?

Una vez realizadas las preguntas filtro, en las que se introduce al encuestado en la temática, se procede preguntando sobre qué tipo de uso sería más conveniente dar a dicha cabaña o zona de descanso (como se denominó en la encuesta).

Dichos resultados revelaron que sería más interesante un balcón con vistas o un centro de interpretación, que una cafetería.

Dicha zona de descanso, ¿qué te gustaría que fuera? Marcar 2 únicamente

21 respuestas

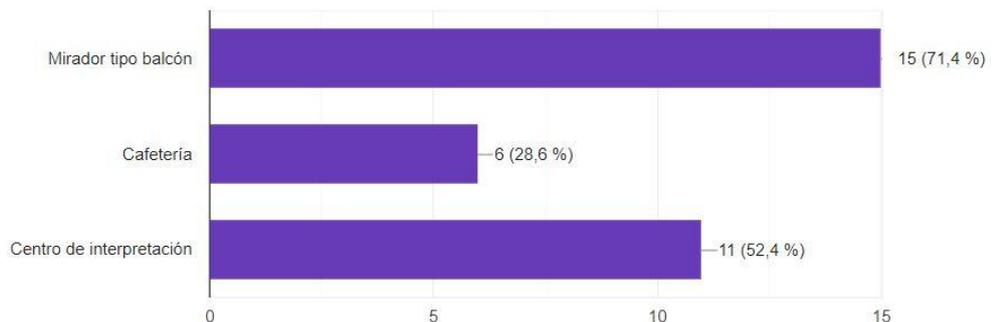


Gráfico 1

Suponiendo una reapertura en las pistas de esquí de Valle del Sol, se continuó pidiendo al encuestado una puntuación del 1 al 5 sobre los puntos que consideraba más importantes a tener en cuenta sobre la cabaña. Entre ellos: poder pasar la noche, llegada desde el remonte, impacto visual, ecodiseño y módulo prefabricado. A continuación se muestran las respuestas de los 22 encuestados:

Referido a lo anterior, en una escala del 1 al 5, ¿qué consideras más interesante? Bajo impacto visual/ambiental en el entorno que lo rodea 

21 respuestas

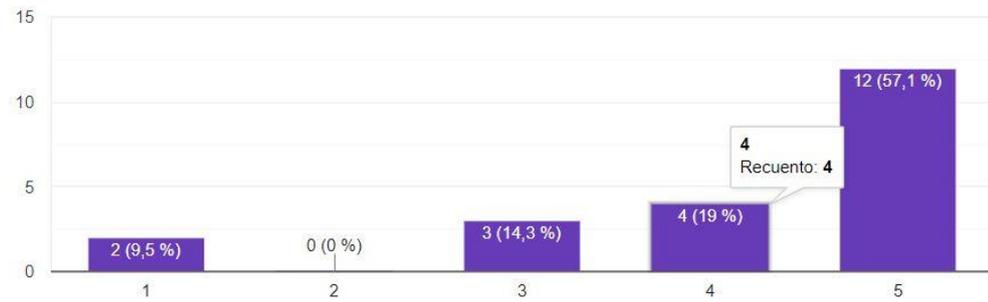


Gráfico 2

En una escala del 1 al 5, ¿qué consideras más interesante? Ecodiseño 

22 respuestas

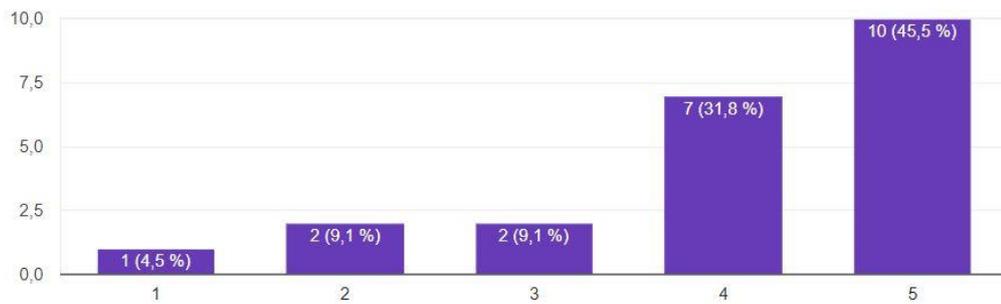


Gráfico 3

En una escala del 1 al 5, ¿qué consideras más interesante? Módulo prefabricado (que disminuye el impacto arquitectónico en la ladera de la montaña) 

22 respuestas

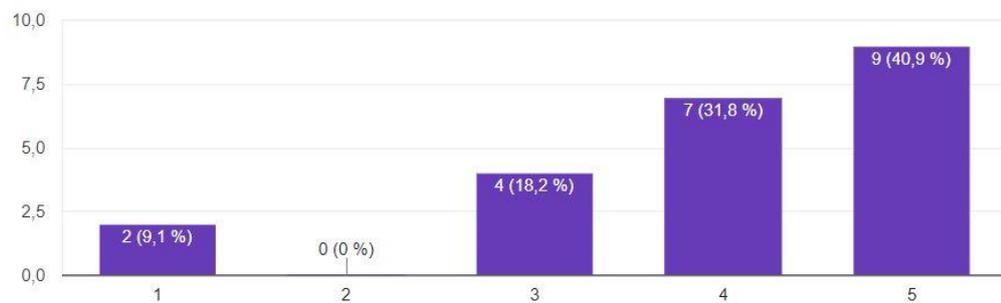


Gráfico 4

En una escala del 1 al 5, ¿qué consideras más interesante? Pasar la noche



22 respuestas

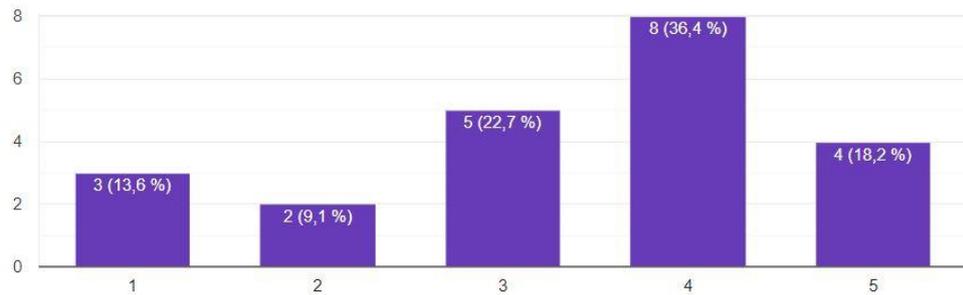


Gráfico 5

En una escala del 1 al 5, ¿qué consideras más interesante? Llegada a la zona de descanso desde el remonte (sin tener que caminar apenas)

22 respuestas

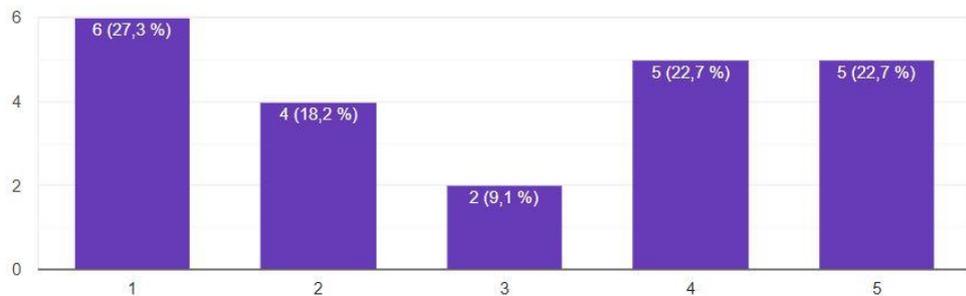


Gráfico 6

Sabiendo que el albergue Valle del Sol sigue operativo, no desagrada la idea de poder dormir en el módulo y no interesa que se pueda llegar sin apenas caminar desde el remonte (suponiendo que funcionara).

A su vez, se observa que existe una elevada consideración con el ecodiseño de la cabaña y una reducción en el impacto visual del entorno.

La encuesta fue creada a través de *Google Forms*, una sencilla herramienta que permite modelar una serie de preguntas con diferentes respuestas para enviar a los encuestados. Dado que se trata de un tema que requiere de ciertos conocimientos sobre el lugar, el formulario se envió a través de la plataforma de mensajería *WhatsApp* a amigos conocedores de la Sierra de la Demanda, que con frecuencia realizan actividades de senderismo y alpinismo por la zona. De este modo las 22 respuestas que se han obtenido, garantizan una alta fiabilidad y validez sobre los datos.

## **1.5. Temporalidad y usos**

Para determinar el correcto funcionamiento y suministro de la cabaña se hace necesario definir la estancia máxima y el número de huéspedes.

Dado a que se trata de una ubicación un tanto remota, el suministro mediante red eléctrica o de aguas es inviable. Por tanto, se considera que la cabaña puede dar un servicio óptimo hasta a cuatro personas (siendo ideal una pareja), durante un fin de semana, o tres días como máximo. De esta manera se garantiza el consumo de agua potable y electricidad, siendo siempre responsable con el uso.

Después de la estancia, la estación o el albergue sería la entidad encargada de poner a punto la cabaña para los siguientes huéspedes.

## 1.6. Geometría del módulo

Desde un primer momento se pensó en generar un espacio estéticamente atractivo tanto en el exterior como en el interior, pero sin olvidar los requerimientos y restricciones que suponen su ubicación. Dejando a un lado el concepto de refugio, el módulo deberá contar con todas las comodidades para poder disfrutar de unos días aislados en lo más profundo de la Sierra de la Demanda.

Las formas orgánicas y curvas predominaron los primeros conceptos y bocetos, pero poco a poco fueron siendo desechadas debido a la complejidad de conseguirlas trabajando con materiales como madera o chapa.

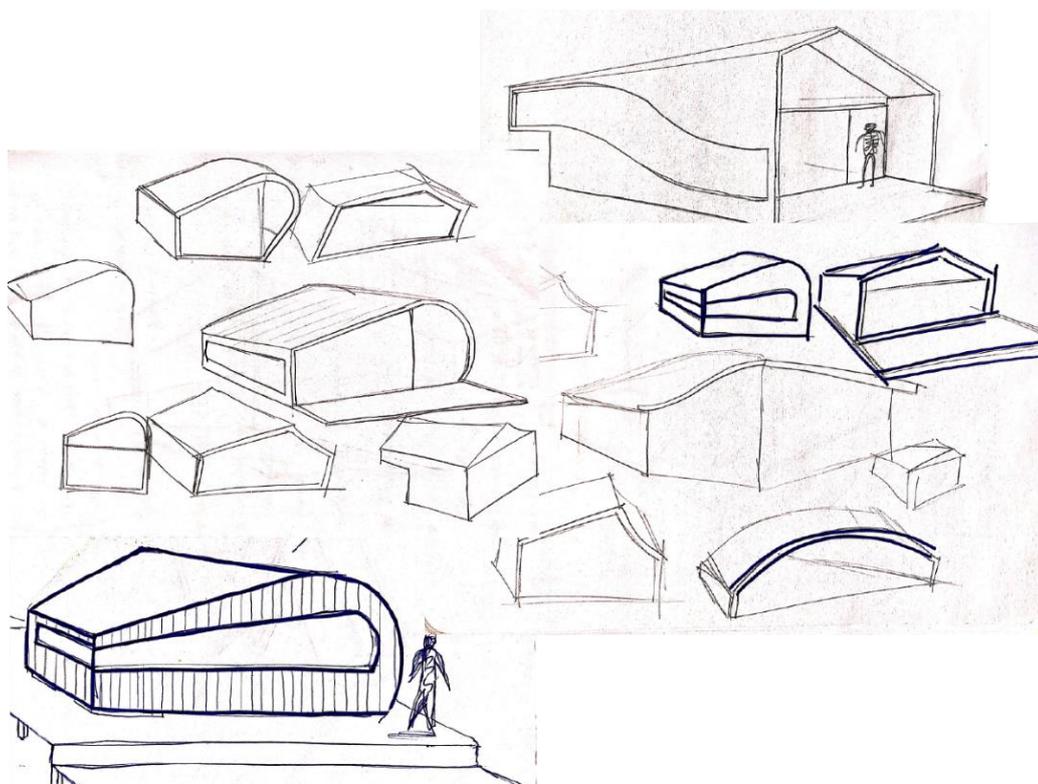


Ilustración 18: Primeros bocetos

Finalmente, la forma triangular fue la más acertada para el diseño. Con un tejado a dos aguas y con una considerada inclinación para evitar la acumulación de nieve.

Con una altura máxima de 4,5 metros se consigue suficiente sensación de espacio en el interior. Huyendo de la sensación de agobio generada en espacios angostos. La línea divisoria del tejado a dos aguas se ubica en  $\frac{1}{4}$  del ancho del tejado, justificando así dicha medida.

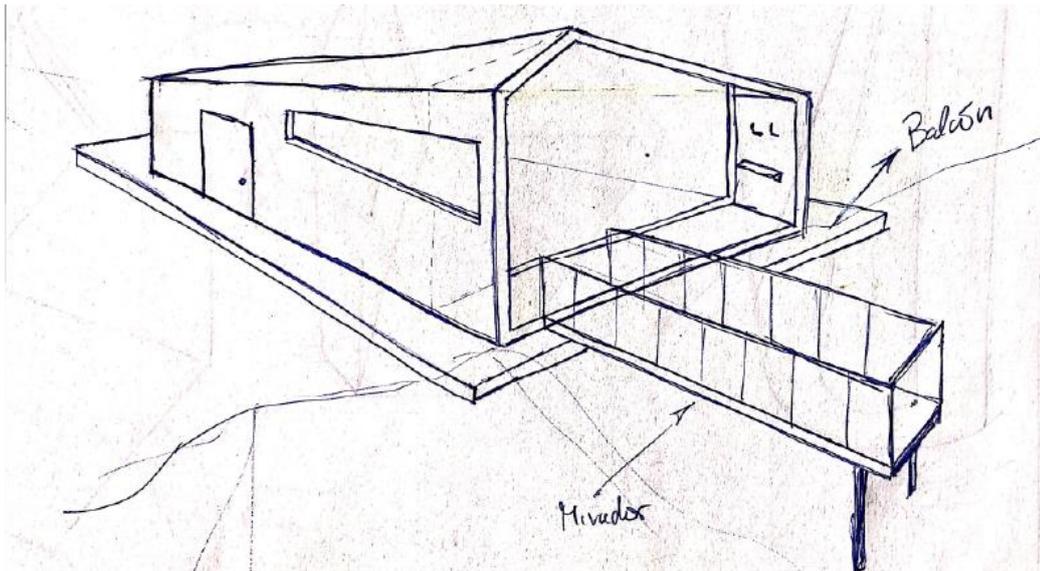


Ilustración 19: Boceto y primeras ideas

La idea es que se trate de un módulo industrializado que salga completamente preparado de fábrica, consiguiendo reducir mucho los tiempos de montaje in situ y garantizando el correcto seguimiento y acabado del producto. El espacio útil es de unos 42 m<sup>2</sup>, contando con la terraza y el segundo piso donde se encuentra el dormitorio. Espacio suficiente para un máximo de 4 personas.

Se ha querido buscar una geometría llamativa jugando con las formas triangulares y dando una segunda altura con voladizo, que recuerda a los techos de las furgonetas camper y autocaravanas.



Ilustración 20: Autocaravana. Autocaravanas Galicia



Ilustración 21: Exterior de la cabaña

Esta superficie en voladizo será ocupada por el dormitorio y con una gran ventana orientada hacia el este, conseguirá que la luz del amanecer ilumine a los huéspedes consiguiendo una conexión con la montaña única.

A su vez, la extensión del suelo del módulo por la zona oeste, será empleada como balcón y terraza, en la que poder disponer unas sillas para contemplar las vistas.

Cuenta con una superficie de  $8 m^2$  de los cuales 4 se encuentran bajo el resguardo de la cubierta principal del módulo.

### 1.6.1. Superficie útil y construida

Para la superficie total de construcción serán necesarios unos 45 metros cuadrados (10x4,5m), equivalente al total de la planta del módulo. Contando con que la envolvente tiene un grosor aproximado de 250 mm, la superficie útil será de 42 metros cuadrados, repartidos entre la habitación principal, la terraza, el baño y la segunda planta.

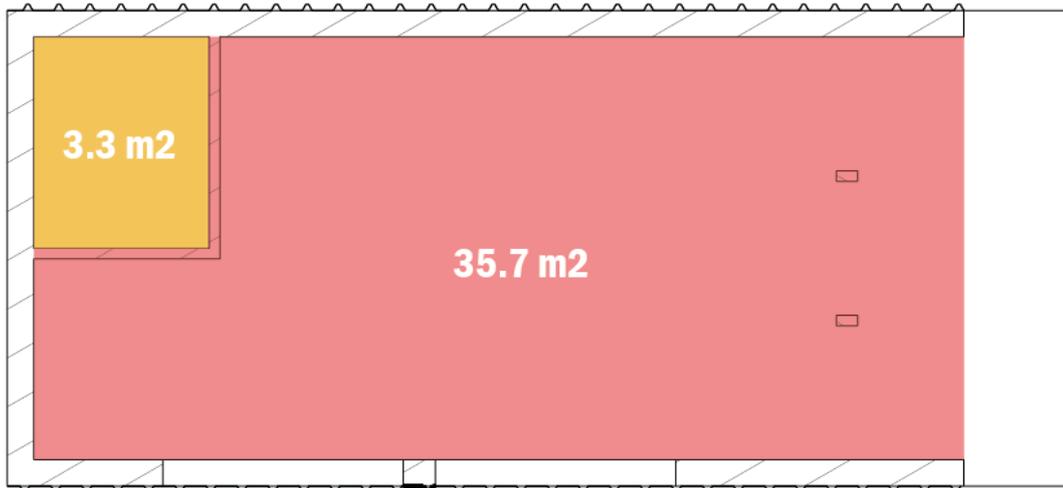


Ilustración 22: Superficie útil primera planta

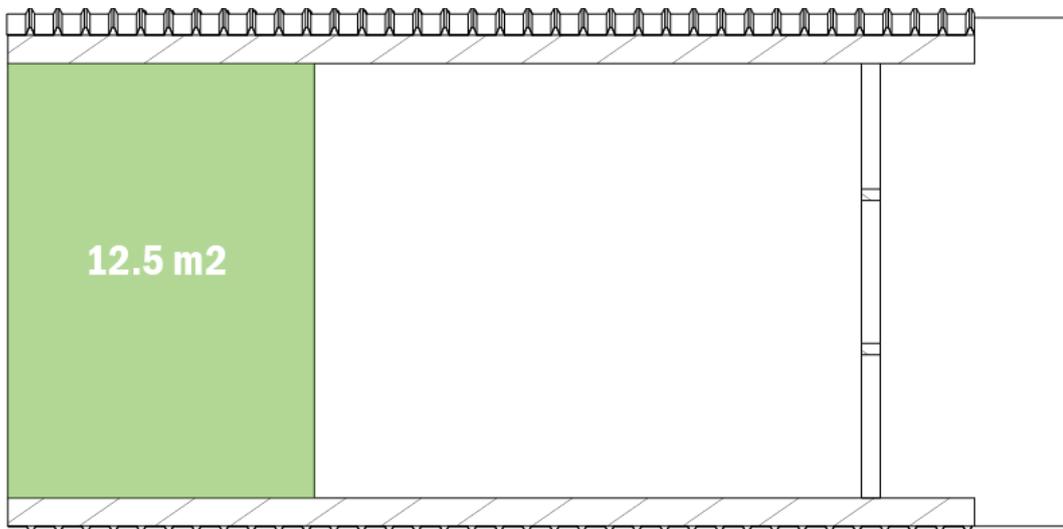


Ilustración 23: Superficie útil segunda planta

Este espacio está pensado para ser ocupado por un máximo de 4 huéspedes, siendo ideal para dos personas.

## 2. MEMORIA CONSTRUCTIVA

### 2.1. Sustentación del módulo

El tema de la cimentación ha sido uno de los más complejos. Se trata de una parte fundamental del proyecto que debe dar apoyo a toda la estructura, transmitiendo las cargas al suelo y garantizando una buena resistencia frente a las inclemencias meteorológicas y el deterioro producido por el paso del tiempo.

Por tanto, es un tema que debe quedar muy bien definido tras un estudio de diferentes alternativas.

Los adjetivos industrializado y temporal definen el proyecto y están muy presentes en el proceso de diseño. La temporalidad se encargará de definirla la empresa gestora. Aunque la cabaña no está pensada para ser movida constantemente, sí que cabe la posibilidad de ser desmontada y ubicada en otra zona, es por ello que la cimentación no debe ser algo persistente en el terreno.



*Ilustración 24: Cimentación tradicional. Grupo Torres Ocaña*

La mayoría de cimentaciones en casas prefabricadas o cabañas están formadas con una base de hormigón armado que permanecerá bajo tierra durante muchos años.

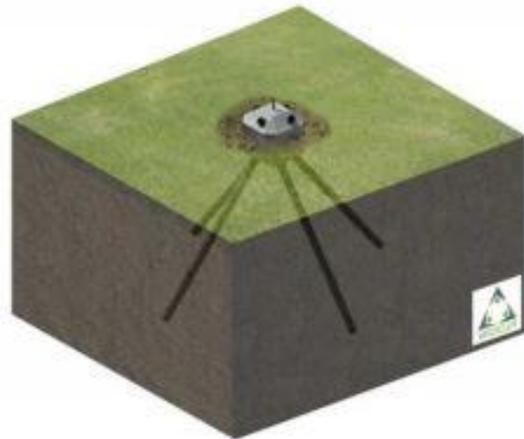
Se trata de una opción muy común pero muy poco conveniente para nuestra cabaña.

La alternativa elegida consiste en un sistema de cimentación superficial, prefabricado, de fácil instalación, recuperable y reutilizable. Se denomina Piloedre, y a continuación detallaremos sus características.



*Ilustración 25: Piloedre. Piloedre.es*

Se trata de elementos prefabricados capaces de sustituir la cimentación tradicional en estructuras ligeras, como es nuestro caso. Tienen una fácil instalación, utilizando maquinaria manual, además implican un mínimo impacto en el entorno, pudiéndose desinstalar y corregir posibles errores de instalación.



*Ilustración 26: Piloedre instalado. Piloedre.es*

Los Piloedres se componen de una pieza de hormigón armado que se atraviesa por cuatro barras de acero encargadas de fijarlo firmemente al terreno. Tiene un peso inferior a 30 kg, por tanto es manejable por una persona. Son agrupables y la manera de unión con el pilar es mediante una rosca hembra de M16. La ficha técnica del producto nos garantiza que resiste apoyos verticales de hundimiento de 100kN y apoyos sometidos a esfuerzos laterales de 20kN.

Para la instalación de los Piloedres en nuestra ubicación será necesario realizar una previa limpieza de rocas y pequeñas piedras de la capa superficial del terreno para posteriormente excavar un hoyo de unos 30x30x30 cm, donde irá emplazado

el Piloedre. Una vez instalado, se procede manualmente a introducir los cuatro tubos de acero controlando la nivelación, finalizando la instalación con un martillo neumático. Para acabar, se sellan los salientes de los tubos y se les cubre con un tapón para evitar la corrosión.

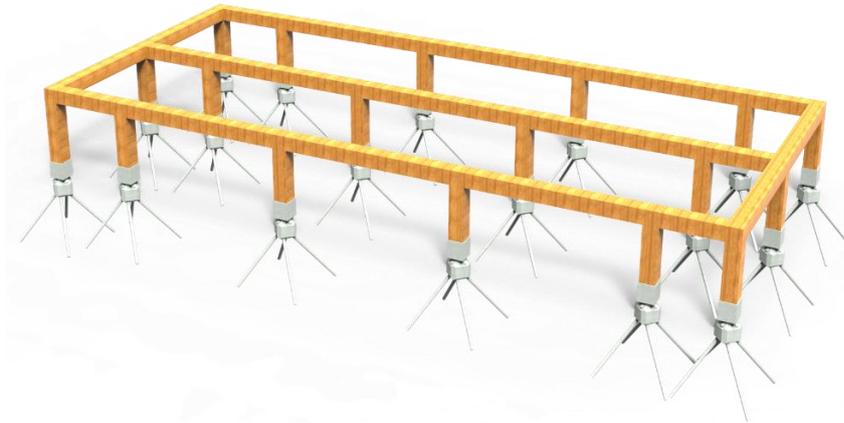


*Ilustración 27: Instalación de Piloedre. Piloedre.es*



*Ilustración 28: Sistema de anclaje en Piloedre. Piloedre.es*

Se genera un documento en el que se detalla la distribución de los Piloedres para el correcto reparto de cargas.



*Ilustración 29: Distribución de los Piloedres*



*Ilustración 30: Distribución de los Piloedres*

Serán necesarios 18 Piloedres dispuestos debajo de cada pilar, distribuyendo las cargas de la estructura al suelo.

La unión entre los Piloedres y los postes que soportan la estructura se resuelve de la siguiente manera:

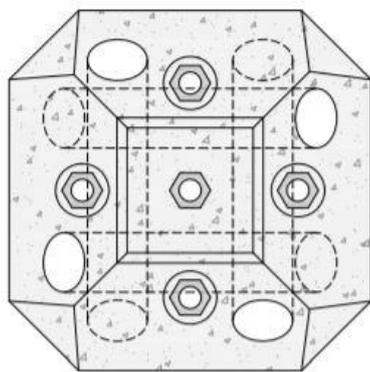


Ilustración 31: Unión poste con Piloedre

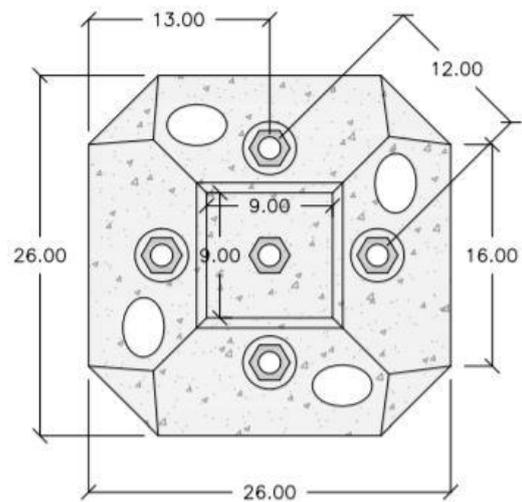


Ilustración 32: Unión poste con Piloedre terminada

Con una funda de acero de 10 mm de espesor conseguimos ensamblar el listón de madera de 200x200 mm. Dicha funda se fija al Piloedre mediante 4 tornillos ISO 4017 de M16 x160, que quedan empotrados en este.



PLANTA



COTAS PLANTA  
Cotas en cm

Ilustración 33: Dimensiones Piloedre PM5. Piloedre.es

## 2.2. Sistema estructural

La estructura básica de la cabaña se compone de listones de madera de roble de sección 150x150 mm. Los cuatro módulos se ensamblarán en fábrica siguiendo todas las especificaciones de fabricación. Para aportar mayor estabilidad y como sustento para formar la envolvente, se añaden viguetas de madera de sección 150x30 mm espaciadas entre sí 400 mm.

Las uniones entre vigas y viguetas se harán mediante ensambles en la madera como se indica a continuación y mediante chapas, pernos o broches, en función de las necesidades de cada una. [4]

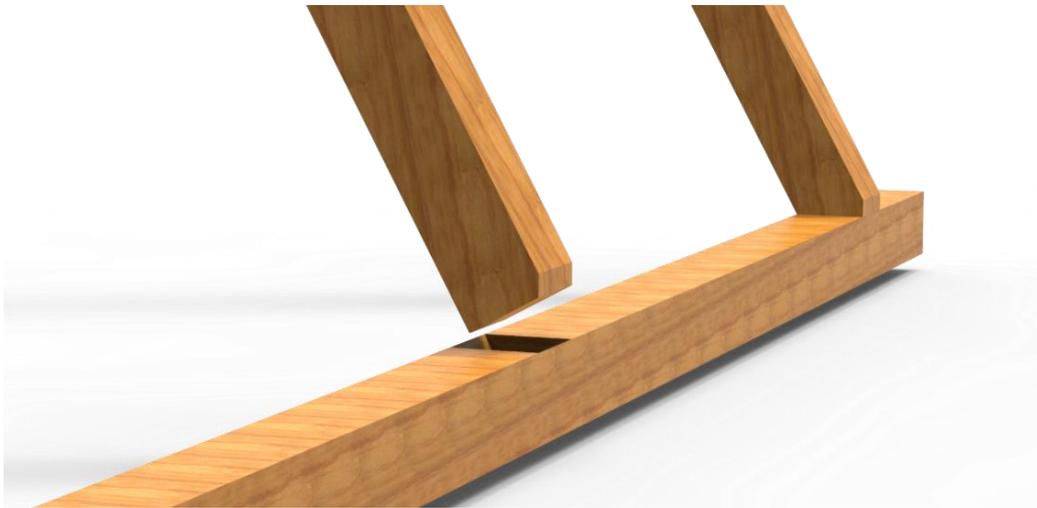


Ilustración 34: Detalle unión de la estructura



Ilustración 35: Diferentes chapas de unión para las vigas. Casaydiseno.com



Ilustración 36: Chapa de unión. Dmxsystem.com

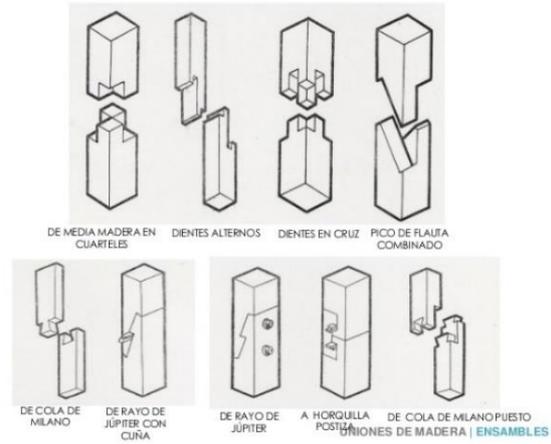


Ilustración 37: Ensamblajes en vigas de madera. Labois

Para construir la envolvente completa, primero se deben unir las 4 secciones en altura dos a dos, para conseguir 4 módulos que ensamblarán entre si gracias a un sistema de macho-hembra. Ilustración 39.

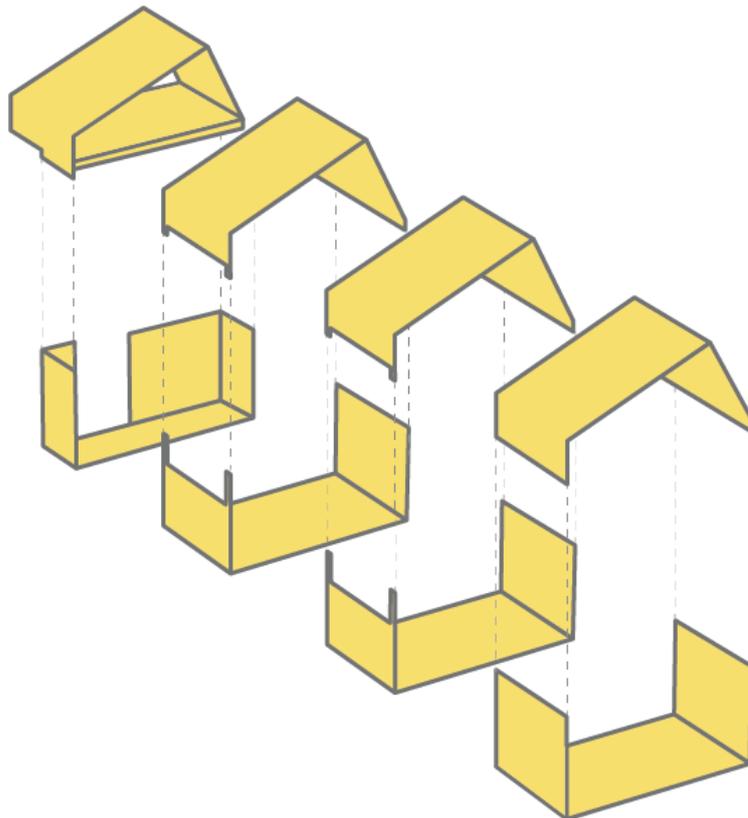
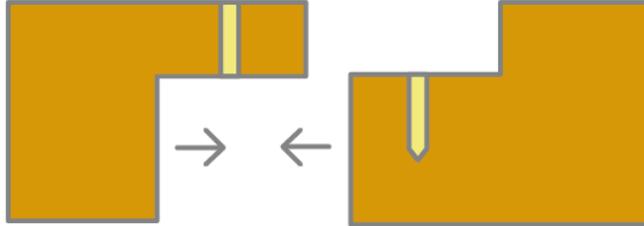


Ilustración 38: Paso 1 montaje estructura. Unión en altura de las secciones dos a dos

Para unir en altura las cuatro secciones de envolvente, se han realizado unos cajeados de 10 mm de profundidad en las vigas destinados a albergar unas chapas de acero encargadas de unir los dos alturas mediante tirafondos KOP DIN571. Estos tirafondos de cabeza hexagonal, están fabricados especialmente para

uniones de acero-madera y tendrán unas dimensiones de 12 mm de diámetro y 120 mm de longitud.

Las chapas de acero de 10 mm de espesor irán distribuidas aproximadamente cada 400 mm tanto por el interior como por el exterior, asegurando la envolvente frente a las cargas de viento o nieve.



*Ilustración 39: Sección de las dos vigas a unir*



*Ilustración 40: Chapas de acero distribuidas*



*Ilustración 41: Detalle chapas de acero y tirafondos KOP DIN 571*



*Ilustración 42: Paso 2 montaje estructura. Unión de las 4 secciones*

Las dos vigas de 200x150mm quedan perfectamente unidas entre ellas gracias a los tirafondos KOP DIN 571 especializados para madera dispuestos a lo largo de las mismas y separados entre sí unos 400 mm. Las dimensiones de los mismos serán de 16 mm de diámetro y 120 mm de longitud.



*Ilustración 43: Unión de las vigas*



*Ilustración 44: Unión de las vigas*



*Ilustración 45: Unión de las vigas*

De esta manera se consigue una estructura firme y que en un momento dado, se podrá desmontar para su traslado a otra zona de interés.

### 2.3. Sistema envolvente

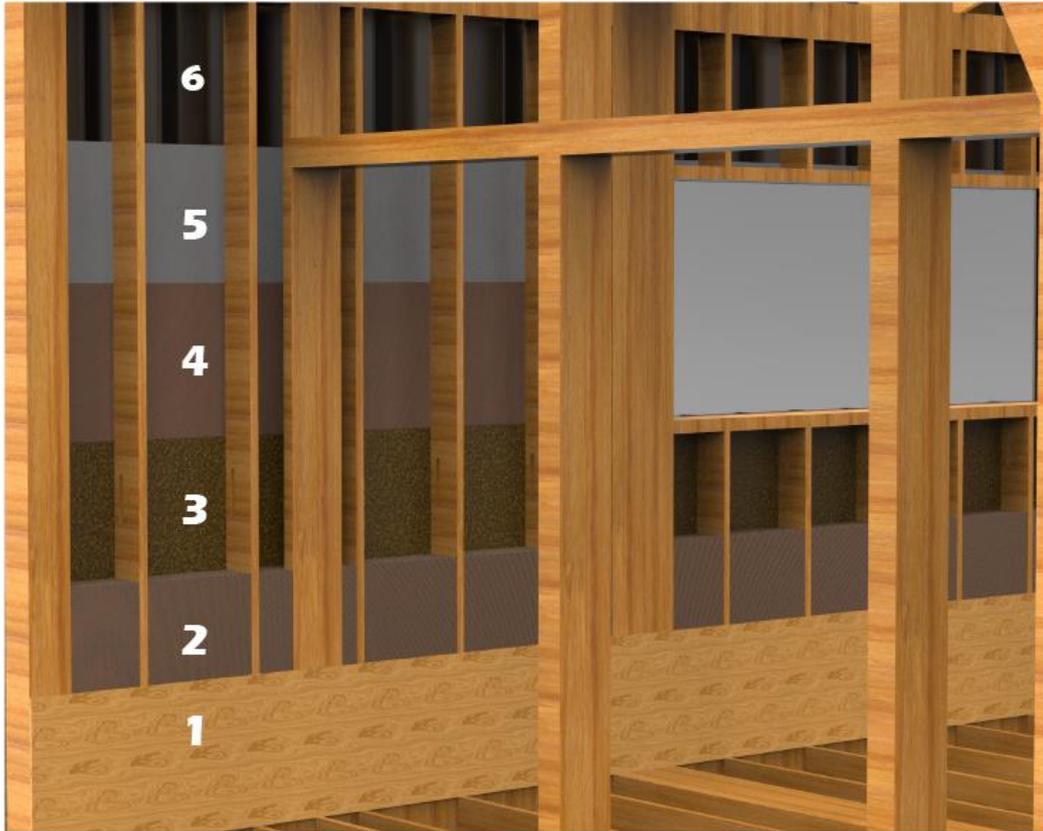
La envolvente de cualquier construcción es la encargada de mantener aislados a sus ocupantes, de las condiciones meteorológicas del exterior. Un buen diseño de la misma consigue mantener una temperatura fresca durante los meses más calurosos y a su vez retiene el calor en los meses de invierno.

En el mercado existen empresas que fabrican sus propias envolventes adaptándose a las necesidades de los clientes, pero en este caso, al tratarse de una ubicación un tanto especial, se ha optado por el diseño de un cerramiento propio mediante la superposición de materiales.

Crear una envolvente consiste en ir revistiendo con capas desde la estructura hacia el interior y hacia el exterior. Lo que básicamente se espera de este conjunto es que tenga un buen aislamiento, buscando la mínima transmitancia térmica, y que proteja al resto de materiales de la lluvia y el viento.

De interior a exterior se ha planteado de esta manera. (Ilustración 46) Lo primero que nos encontramos, y lo que el usuario ve cuando está en el interior de la cabaña, son unas láminas de madera de pino (1), que aportan sensación de calidez y amplitud. A continuación, se ha rellenado con 150 mm de lana de roca (2) el espacio entre los pilares de la estructura y las viguetas. Este material es el principal aislante térmico y acústico. Tiene un muy buen comportamiento frente al fuego, ya que es incombustible, posee una capilaridad nula frente al agua y cuenta con un elevado porcentaje de material reciclado, en torno a un 70%. Además su vida útil es larga, consiguiendo un producto duradero en el tiempo y respetuoso con el medio ambiente.

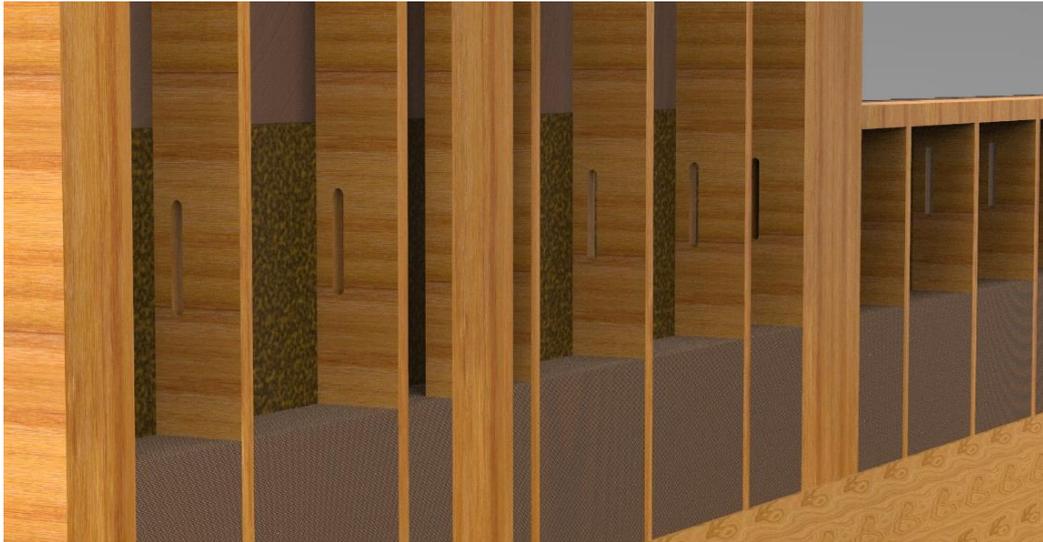
Como aislante térmico extra se ha elegido el corcho (3), dispuesto en placas de 40 mm de espesor y fijado mediante puntas de cabeza plana de 80 mm de largo a las vigas. Con una conductividad térmica muy similar a la lana de roca ( $0.038 \frac{W}{k} \cdot m$ ), destaca por ser 100% natural, muy ligero y elástico, siendo capaz de soportar las pequeñas dilataciones que se pudieran producir. Para dar consistencia a toda la envolvente, a continuación se atornillan con unos tirafondos de 100 mm unas planchas de tablero OSB (4) de 20 mm sobre las cuales se extenderán los rollos de tela aislante Tyvek Housewrap (5), que es el material encargado de proteger del agua y de permitir a todas las capas respirar, reduciendo la aparición de humedades. Se trata de un material 100% sintético hecho con fibras de polietileno de alta densidad.



*Ilustración 46: Capas que forman la envolvente*

Finalmente se acoplarán sobre el tablero de OSB unas chapas de aluminio corrugado de color oscuro (6) para crear la fachada y paredes exteriores. El aluminio tiene un comportamiento excelente frente a este tipo de climas, además ayuda a reducir el impacto visual de la zona, consiguiendo que nuestra cabaña se mimetice con el entorno. Posee un bajo coeficiente de rozamiento, ya que se trata de una superficie pulida, es por ello que en la cara Norte del tejado, con casi 60 grados de inclinación, la nieve no se depositará, y en la cara Sur deslizará fácilmente. Esto se trata de un punto con cierta relevancia, debido a que las cargas por el peso de la nieve suponen un importante reto a tener en cuenta durante el diseño de la estructura.

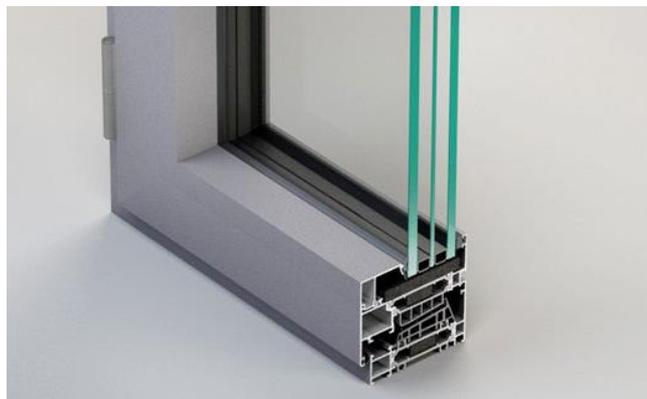
Con estas 6 capas se consigue una transmitancia de  $0.168 \text{ W/m}^2 \cdot \text{k}$  dotando al módulo de unas propiedades aislantes considerables. Como bien se puede comparar en la tabla E.4 del Documento Básico HE de Ahorro de energía, el valor de transmitancia obtenido es cercano a 0 y por tanto, un gran aislante.



*Ilustración 47: Detalle de vigas para las instalaciones*

En la ilustración 47 se puede observar el detalle de las vigas para poder establecer la instalación eléctrica a través de la envolvente con unas pequeñas perforaciones en la madera.

La tendencia del Código Técnico de la Edificación (CTE) es la construcción de casas cada vez más eficientes desde el punto de vista energético. Porque hablar de eficiencia en los materiales de construcción o procesos de fabricación si se descuida el aislamiento térmico no tendría demasiado sentido. Se debe entender como una evolución conjunta. Es por ello que, en la medida de lo posible se ha intentado adoptar los criterios *Passivhaus* (casas pasivas), consiguiendo una buena envolvente térmica, con un desarrollo continuo e incorporando unas ventanas con rotura de puente térmico, que intercalan capas de cristal con gases como el argón. [10] [19]



*Ilustración 48: Ventana con rotura de puente térmico. Ventacan [40]*

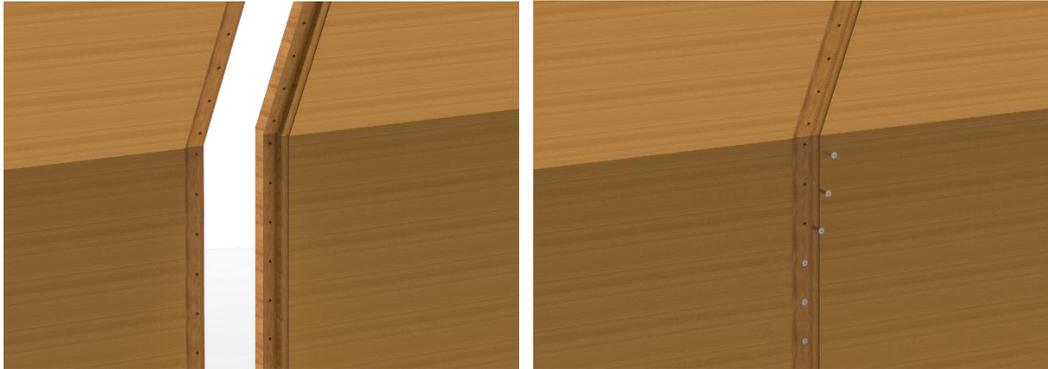
La rotura de puente térmico consiste en evitar que el marco del cristal y el marco de la estructura que soporta la ventana se toquen, reduciendo así el escape de calor y la aparición de la condensación. Para ello entre ambos marcos de aluminio se introduce un material que sea bajo conductor, como pueden ser unas varillas de poliamida.

En la construcción de viviendas con la certificación *Passivhaus* se trabaja con una tecnología denominada sistema de recuperación de calor. Estas construcciones carecen de la necesidad de abrir las ventanas para ventilar las estancias y cambiar el aire viciado. Gracias a un sistema de ventilación que recorre la casa, se consigue renovar el aire sin necesidad de generar pérdidas de calor en invierno, o ganancias en verano. Este sistema aprovecha la temperatura del aire viciado que recoge, para ceder unos grados al aire renovado que entra del exterior. De esta manera no existe apenas diferencia de temperatura entre el aire antiguo y el aire renovado consiguiendo un confort térmico de manera más eficiente.

No se ha considerado la introducción de un sistema de recuperación de aire en nuestra cabaña, debido a que no se trata de una primera vivienda en la que se vaya a habitar durante largas estancias y esto aumentaría considerablemente el presupuesto. Se ha optado por una ventilación natural del módulo.

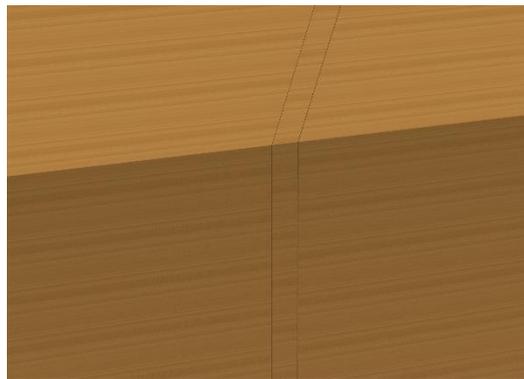
## 2.4. Sistema de acabados

Al atornillar las vigas y listones por el interior de los ocho módulos de la cabaña conseguimos una envolvente completa quebrada únicamente en los cambios de sección. Para resolver esta incidencia en el acabado, una vez unidos los ocho módulos, se añadirán unas láminas de madera sobre las juntas atornilladas con unas gotas de pegamento o bien con unos pequeños elementos de unión. Así se consigue un acabado perfecto en el interior de la cabaña.



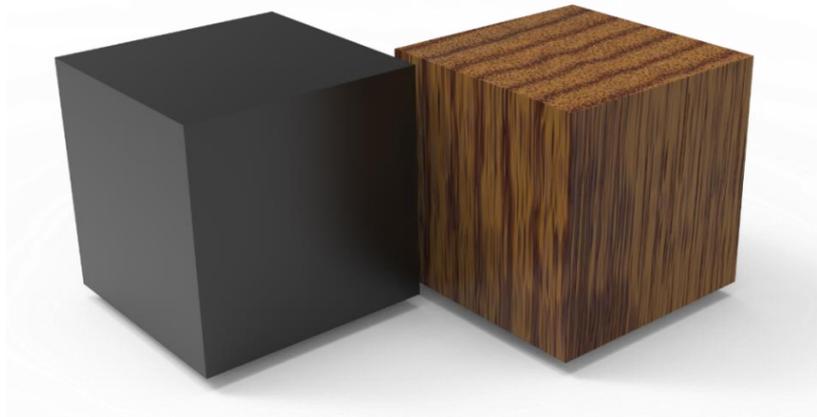
*Ilustración 49: Unión de la envolvente*

*Ilustración 50: Fijación de los tirafondos*



*Ilustración 51: Aspecto final de la envolvente*

Respecto al exterior de la cabaña, la estética que encontraremos será un contraste entre materiales oscuros y claros, así como industriales y naturales.



*Ilustración 52: Materiales exterior*

La parte interior de la envolvente que se encuentre expuesta a los fenómenos meteorológicos (zona de la terraza y entrada) será recubierta con una imprimación sellante contra la humedad, dándole así un color más oscuro a la madera de pino. Una buena solución sería aplicar el protector para madera de la marca Proa, ya que se trata de un protector impermeable que protege de los rayos UV y además es microporoso y permite a la madera respirar.

## 2.5. Sistema de instalaciones

### 2.5.1. Instalación eléctrica

Gracias a las placas solares y la energía que recogen, la instalación se plantea completamente autosuficiente. Con una superficie de 6 metros cuadrados de placas fotovoltaicas obtenemos la energía suficiente para abastecer a todas las luminarias, enchufes, calentador de agua y bomba.

La instalación de las placas se situará próxima a la cabaña con una estructura metálica que las mantendrá a 30° y orientación sur. Una vez captada la energía, esta pasa por un regulador hasta llegar a las baterías donde se almacena para su uso.



*Ilustración 53: Estructura soporte para placas solares. Merkasol*

Las baterías se situarán en el interior de la cabaña, cerca del cuadro eléctrico y a salvo de cambios bruscos de temperatura, que puedan hacer reducir su vida útil.

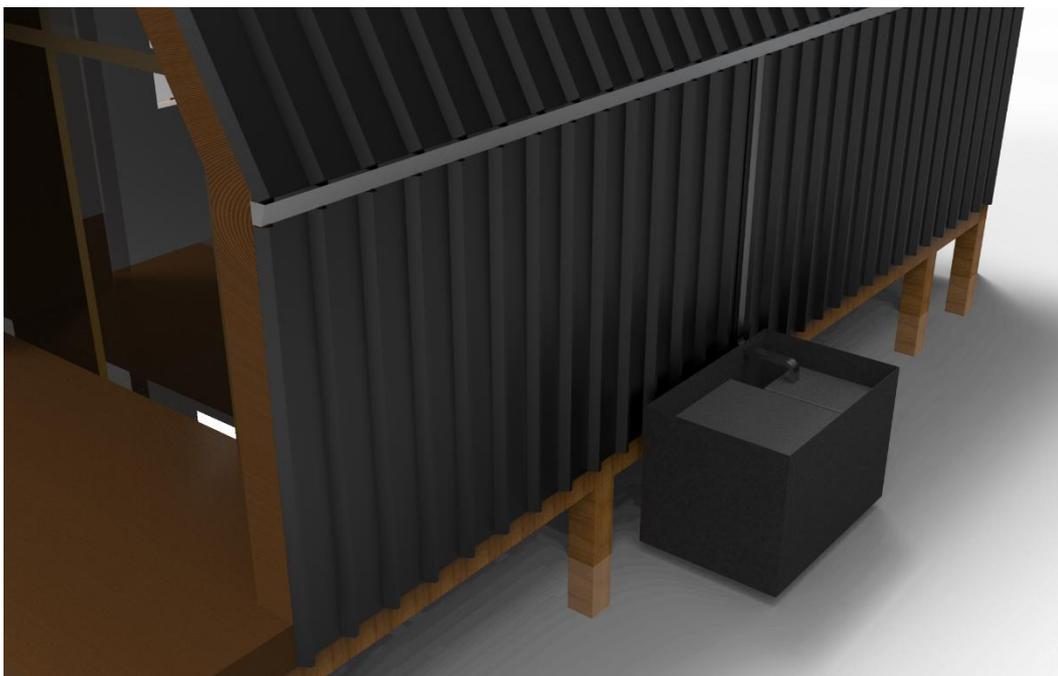
Mediante el cuadro eléctrico situado entre la cocina y el baño se elimina el riesgo de sobrecargas eléctricas y de cortocircuitos. Se aprovechará esta zona para incluir una pequeña pantalla que informa sobre el estado de las placas solares y la instalación en general.

La potencia de cada panel instalado determinará la cantidad de paneles necesarios. Actualmente ya se fabrican paneles de 500W, por tanto con 4 paneles de 2 metros cuadrados cada uno, sería suficiente para el abastecimiento de electricidad. [32]

## 2.5.2. Instalación de aguas

Una de las particularidades del emplazamiento es la imposibilidad de conectarse a la red de aguas tradicional que abastece a las viviendas en las ciudades.

Se dispondrá de dos depósitos diferentes emplazados en una zona de fácil acceso, como podría ser el lateral norte de la cabaña. Uno de ellos, con 700 litros de capacidad, se rellenará con agua potable para el consumo humano y será suministrada por la entidad responsable. Tendrá unas dimensiones de 1000x950x800 mm.



*Ilustración 54: Zona de depósitos*

Gracias a una bomba de 0.5 CV se consigue enviar el agua hacia la cocina, el lavabo, la ducha y el calentador. Se instalará un sencillo sistema de recuperación para reaprovechar el agua del lavabo y llenar así la cisterna del sanitario. [2]

El depósito secundario se llenará con agua de lluvia recogida a través del canalón y filtrada previo uso. Tendrá una capacidad de unos 300 litros y podrá servir como depósito de emergencia para el inodoro. Las dimensiones serán de 975x700x450 mm.

La evacuación de aguas residuales se hará a través de una pendiente del 5% de las tuberías, consiguiendo así su vertido en una fosa séptica. En el Documento Básico HS4 del CTE, tabla 4.1 y 4.2 se pueden obtener todos los detalles sobre los diámetros a usar en cada instalación.

Las tuberías empleadas serán de policloruro de vinilo (PVC) de diámetro 32 mm. Este material tiene un buen comportamiento frente a los impactos, la aparición de grietas y la corrosión. Se añadirá un aislante térmico de polietileno envolviendo a las tuberías protegiéndolas de las bajas temperaturas.



Ilustración 55: Aislante térmico para tuberías. Wurth

La ubicación de los depósitos se eligió en la zona de la pared norte, debido a que es el punto intermedio más cercano entre la cocina y el baño, reduciendo así la cantidad de metros de tuberías a emplear en la instalación.

Generalmente todas las viviendas que se encuentran aisladas de algún núcleo urbano y que carecen de red de alcantarillado tratan las aguas fecales gracias a fosas sépticas. Estos elementos de tratamiento se hacen imprescindibles en ciertas localizaciones como la nuestra ya que se consiguen gestionar los residuos que de otra manera sería imposible. [3]

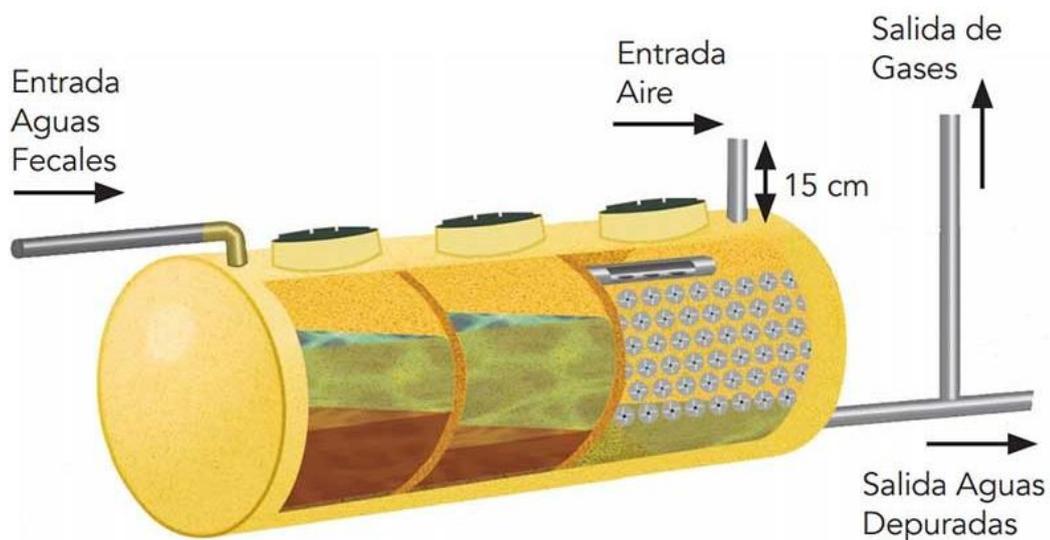


Ilustración 56: Funcionamiento fosa séptica. DistribuidorVende

Se ha optado por la instalación de una fosa séptica ecológica que es más respetuosa que una tradicional. Estos depósitos están formados en realidad por varios compartimentos unidos entre sí. Estas divisiones son fundamentales ya que en cada depósito se van filtrando los diferentes residuos para acabar expulsando al exterior un agua limpia.

### 2.5.3. Calefacción

El sistema de calefacción de la cabaña será mediante una estufa de pellets instalada en el centro de la habitación principal. [9]



*Ilustración 57: Pellets. Econoticias.com*

Los pellets están formados por madera prensada compuesta de serrín y virutas de desechos industriales y agrícolas y compactada en pequeños cilindros de 10 milímetros. Su principal ventaja frente a las estufas tradicionales, es que estos pequeños combustibles tienen un poder calorífico mayor que la madera y además tienen unas emisiones neutras de carbono. El  $CO_2$  que libera durante su combustión ya ha sido absorbido por la atmósfera mientras el árbol crecía.

Otra diferencia respecto a las estufas de madera, es que las alimentadas con pellets, son ventiladas, es decir, toman el aire frío de la estancia para devolverlo caliente.

El combustible de pellets es más voluminoso que otros, y se hace necesario, buscar un almacenamiento amplio y seco para los sacos de estos pequeños cilindros, con los cuales rellenaremos el depósito. El armario situado al lado de la escalera será un buen lugar para almacenar los pellet.

Una estufa pequeña es capaz de calentar un espacio de 70 metros cuadrados consumiendo una media de 1 kg de pellets a la hora. Sabiendo que un saco de 15 kg cuesta aproximadamente 4 euros, mantener el calor durante 8 horas implicará un gasto de unos 2€. El consumo mensual será de unos 220 kg en una vivienda habitual por lo que en nuestra cabaña será una cantidad menor.

Las cenizas se almacenan en un depósito que se deberá vaciar con frecuencia, estas son biodegradables y pueden servir como abono para plantas.

## 2.6. Vivienda industrializada. Cabaña producto

La construcción de la cabaña debe entenderse en todo momento como una vivienda industrializada o prefabricada, seguida por las directrices que esta supone.

Si bien el remoto emplazamiento no favorece el trabajo de los operarios in situ, la reducción en los tiempos de montaje, aumenta las ventajas de una cabaña industrializada frente a una tradicional.

Cada vez es más normal encontrar casas edificadas de manera industrial, como se hace en el sector de la automoción. Es debido a que ofrece una inmensidad de ventajas que a continuación trataremos. [11] [26]



*Ilustración 58: Construcción de casa industrializada. Blog Knauf*

La construcción modular ofrece la capacidad de crear proyectos residenciales únicos y totalmente personalizados, adaptándose perfectamente tanto a las necesidades del cliente como del emplazamiento y que cumplen con las mismas garantías que las viviendas tradicionales. Como toda la fase de construcción se realiza en fábrica, es posible mantener un control de calidad exhaustivo sobre los materiales y procesos, consiguiendo muy buenos estándares de fabricación y disminuyendo los plazos de entrega respecto a los de una vivienda tradicional.

La cabaña se divide en diferentes unidades que van siendo construidas en la línea de producción, pudiéndose fabricar varias en serie, con el correspondiente ahorro de costes. Cuando está prácticamente finalizada, se transportan sus módulos al emplazamiento para el montaje, donde ya se habrá preparado la cimentación.

Esto favorece la no aparición de imprevistos de última hora, con su correspondiente sobrecoste en muchas ocasiones.

Es interesante destacar también la reducción del impacto ambiental. Se trata de una opción mucho más sostenible frente a la obra tradicional, donde se genera una multitud de desechos (muchas veces no reciclados adecuadamente) y un gasto energético elevado.

## 2.7. Transporte

El acceso al municipio de Pineda de la Sierra se hace por la carretera nacional BU-820. Una vez pasado el pueblo y atravesando un puente por encima del río Arlanzón, la carretera nos dirige, serpenteando entre pinos, a la antigua estación invernada de Valle del Sol.

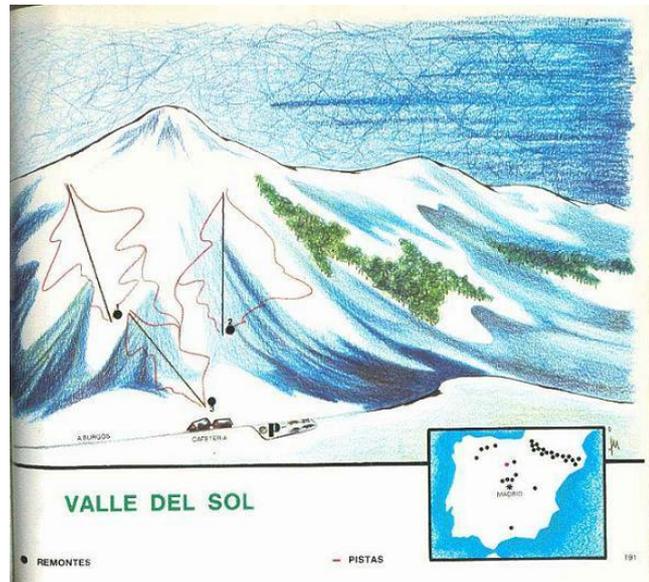


Ilustración 59: Plano de pistas de la estación de esquí Valle del Sol.

NevaSport

Durante los primeros años en los que las pistas de esquí estuvieron operativas, se subía hasta ellas por una carretera con una pendiente considerable y que durante los días de nieve, hacía realmente complicada la llegada al albergue. Es por ello que se decidió construir otra carretera más larga pero con menor pendiente, la cual es la que se ha seguido usando hasta la actualidad. Indicada en la imagen en color rojo.



Ilustración 60: Carreteras de acceso. Google Maps

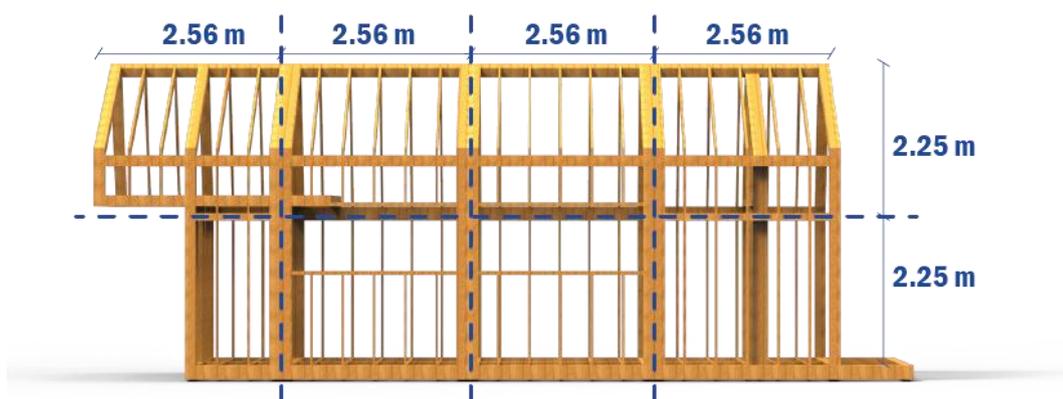


*Ilustración 61: Antigua carretera en desuso*

Una vez allí, la manera más fácil de llegar hasta nuestra cabaña es seguir las antiguas pistas de esquí hasta una altitud de 1700 metros aproximadamente, donde deberemos girar a la derecha para posicionarnos en la base de La Concha.

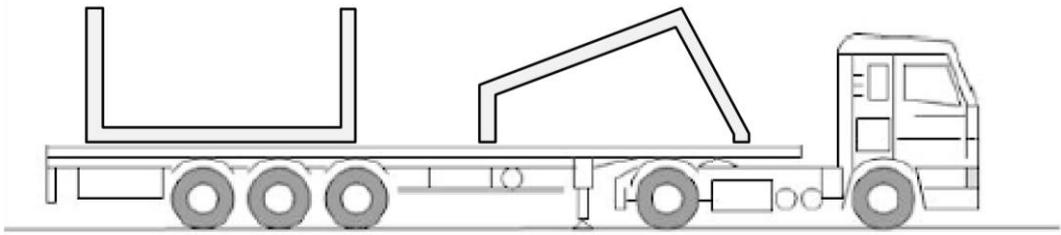
Debido a que el trabajo se enfoca como un producto, este debe salir construido casi en su totalidad de fábrica, para que en el lugar de emplazamiento simplemente se lleve a cabo el montaje, consiguiendo así numerosas ventajas como ya se han citado anteriormente.

Considerando que el ancho máximo que se puede transportar por carretera es de 2,6 metros, se decidió dividir la estructura en 4 secciones de longitudes 2,56 m. La altura máxima de la carga no debe superar los 4,5 metros incluyendo al camión, por tanto, esos 4 módulos se dividen a su vez en dos alturas. Un total de 8 secciones componen la cabaña.



*Ilustración 62: Secciones de la cabaña*

Con la ayuda de un camión de grandes cargas se transportará hasta el parking del albergue Valle del Sol, donde el helicóptero tomará vuelo hacia la ubicación exacta en la base de La Concha.



*Ilustración 63: Transporte en camión de grandes dimensiones*

Los ocho módulos se embalarán de manera pertinente para no generar desperfectos durante el transporte. Para su vuelo con el helicóptero se añadirán unas cinchas de transporte desde las que amarrar el cable.



*Ilustración 64: Transporte del refugio alpino Skuta.*

*Plataforma Arquitectura*

El helicóptero elegido será uno destinado al transporte de grandes cargas, ya que se reduce así el número de vuelos necesarios. El modelo Kamov sería una buena opción.

## 2.8. Equipamiento

Para garantizar el correcto funcionamiento de la cabaña y sus servicios se ha considerado necesario incluir el siguiente equipamiento. Pudiendo siempre añadir algún elemento extra de decoración o similar.

La estufa de pellets que se instalará en el centro de la estancia será un modelo capaz de calentar los 42  $m^2$  de superficie. [21]



*Ilustración 65: Estufa de pellets*



*Ilustración 66: Calentador de agua*

Ofrece una potencia calorífica de 10 kW y en su ficha técnica detalla que es capaz de calentar habitaciones de 50 a 100 metros cuadrados. `+

Como ya habíamos comentado anteriormente para conseguir agua caliente se utilizará un calentador eléctrico de 100 litros. Conectado a corriente demanda 1500 W de potencia .[7]

El baño irá equipado con un mueble para el lavabo y diferentes cajones de almacenamiento, inodoro, ducha, mampara de cristal y espejo. Gracias a los dos enchufes que se incorporan junto al espejo será posible conectar cualquier dispositivo de cuidado personal como por ejemplo un secador de pelo.



*Ilustración 67: Mueble de baño*



*Ilustración 68: Inodoro*



*Ilustración 69: Ducha*



*Ilustración 70: Mampara de ducha*

El equipamiento del salón consiste en un sofá con opción a convertirse en cama, un pequeño sillón, una mesa, dos sillas de madera, una escalera para acceder a la habitación superior y un juego de dos sillas y mesa plegable.



*Ilustración 71: Sofá cama*



*Ilustración 72: Sillón*



*Ilustración 73: Silla comedor*



*Ilustración 74: Mesa plegable*



*Ilustración 75: Sillas plegables*



*Ilustración 76: Mesa de centro*

Respecto a la cocina se buscará un mueble sencillo, con capacidad para almacenar un pequeño kit de menaje y una placa eléctrica de inducción de 2000W.



*Ilustración 77: Placa eléctrica cocina*

En la habitación se instalará una cama de matrimonio, con mesillas, una pequeña lámpara de noche y algún cajón extra para guardar ropa. La cama no puede incorporar una estructura demasiado alta, ya que golpearía con el techo de la cabaña, por eso se ha decidido instalar el colchón directamente sobre el suelo.

Como bien se ha tratado anteriormente las placas solares, encargadas de proporcionar energía a la cabaña, se instalarán a unos pocos metros de la vivienda con una estructura elevada 30° aproximadamente y orientada hacia el sur. El modelo elegido ha sido el Panel Solar Sunrise 540W Tier 1. El kit para la instalación será uno similar al que se muestra a continuación pero con las placas Sunrise 540W ya que poseen mayor potencia. [38]



Ilustración 78: Kit instalación placas solares



Ilustración 79: Estructura para placas solares

La estructura para las placas será regulable entre 20° y 35° dependiendo de la época del año y posición del sol. [20]

Las luminarias de la cabaña serán todas de luz cálida y 9W de potencia exceptuando las dos bombillas del baño, que serán de luz blanca y 6W.

Se añadirán tiras led detrás de la cama del dormitorio y en el mueble de la cocina. 2 metros en la cocina y 1 metro tras el cabecero de la cama.



Ilustración 80: Bombilla baño



Ilustración 81: Bombilla cálida



Ilustración 82: Tira led

## 2.9. Modularidad

Para la ubicación escogida y sus características geográficas se decidió que un espacio útil de  $53 \text{ m}^2$  sería suficiente para satisfacer las necesidades de los usuarios. Sin embargo, la división en secciones de la envolvente da pie a múltiples combinaciones para agrandar la superficie de la cabaña. Esto sería posible gracias a la repetición del tercer módulo, con la que ganaríamos unos  $10 \text{ m}^2$  por cada uno.

En la ilustración 88 se muestra cómo con la repetición del segundo módulo y un pequeño alargamiento en el suelo de la habitación, se consiguen  $22,25 \text{ m}^2$  útiles, lo cual da la posibilidad de incluir una o dos camas más para el resto de huéspedes.

Las uniones entre secciones serían exactamente igual, conservando el mismo sistema de montaje. Sería necesario ajustar el tamaño de los depósitos para garantizar el consumo de los visitantes, así como añadir algún elemento más de mobiliario, y considerar cambiar la estufa por una de mayor capacidad calorífica.



Ilustración 83: Cabaña seccionada en módulos con  $52,94 \text{ m}^2$



Ilustración 84: Cabaña seccionada en módulos.  $52.94 \text{ m}^2$



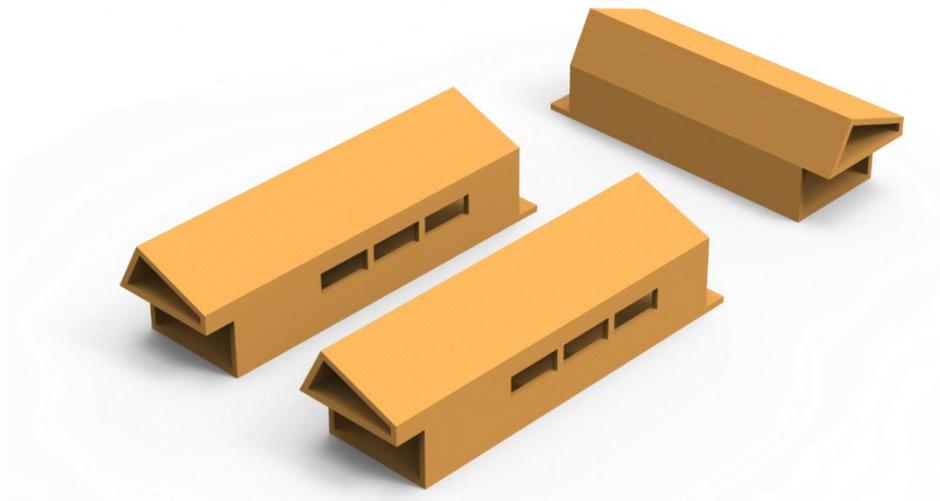
*Ilustración 85: Cabaña con repetición del tercer módulo. 63.2 m<sup>2</sup> útiles*



*Ilustración 86: Cabaña con repetición del segundo y tercer módulo. 83.2 m<sup>2</sup> útiles*



*Ilustración 87: Ampliación de la superficie de la habitación con una pequeña modificación en el segundo módulo*



*Ilustración 88: Posible agrupación de cabañas*

## **2.10. Ecodiseño, impacto visual y ambiental**

La propuesta de introducir en el entorno de Valle del Sol una cabaña, nace con el objetivo de ser un alojamiento respetuoso con el entorno, con el medio ambiente y con toda la duración del proceso de fabricación. Para conseguir el mínimo daño posible en el terreno se optó por un medio de cimentación alternativo, el cual no perdurara en el suelo una vez la cabaña sea desmontada.

El aluminio negro de la envolvente exterior se mimetiza con los colores de la roca y la flora de los alrededores, generando un impacto visual mínimo. Además, gracias al sistema de placas solares, la cabaña es energéticamente autosuficiente, consiguiendo una energía limpia y apenas dañina.

Al tratar la cabaña como un producto industrializado, los tiempos de montaje in situ se reducen en gran medida, disminuyendo así la contaminación acústica del lugar y los posibles gases y residuos generados durante la construcción.

## **3. ANEJOS DE LA MEMORIA**

### **3.1. Ficha técnica resumen**

#### **3.1.1. Título**

“Diseño de una cabaña industrializada para una estación invernal”

#### **3.1.2. Objetivo general**

El objetivo principal de este trabajo no es otro que crear un espacio de descanso cercano a la estación de esquí Valle del Sol, con la finalidad de acercar los placeres de la montaña a sus visitantes, funcionando a su vez como reclamo y punto de interés turístico para la zona.

#### **3.1.3. Planteamiento del problema**

El entorno de la Sierra de la Demanda, y en concreto la estación invernal de Valle del Sol, suscitaba años atrás el interés de los amantes de los deportes invernales. Tras el cierre de la estación en el año 2005, parte de los visitantes dejaron de frecuentar la zona y es por ello que esta cabaña industrializada pretende ser un aliciente y punto de interés para la comarca.

#### **3.1.4. Justificación y descripción del trabajo**

Los propios condicionantes del terreno han hecho que desde el primer momento del proceso de diseño se tenga en cuenta la ubicación escogida, asumiendo las limitaciones de transporte y fabricación como un reto más dentro del trabajo.

La modularidad de la cabaña se ha convertido en un aspecto fundamental para entender la naturaleza del trabajo, ya que de esta manera se resuelve el transporte de la misma y se consigue ubicarla en la zona elegida.

### 3.2. Estudio de mercado

No tanto en España, pero sí en otros países como EEUU, Noruega, Suecia o Canadá, el uso de pequeñas cabañas de madera, denominadas “cabins”, está muy extendido. Si bien es cierto que en estos países la cultura *outdoor*, está mucho más generalizada entre la población, este trabajo busca dar otro punto de vista a lo que se entiende por dormir en la montaña.

En la mayoría de cadenas montañosas de la península, se podría decir que encontramos dos tipos de edificaciones en las que poder pernoctar. Los refugios guardados y los refugios libres.



*Ilustración 89: Refugio Vega de Urriellu en el Parque Nacional de los Picos de Europa. Trail Run Project [16]*

Los refugios guardados cuentan con personal trabajando en las instalaciones que nos atenderán durante nuestra estancia. Se les denomina guardas de refugio y son los encargados de cocinar, limpiar y mantener las estancias en buenas condiciones. Estas instalaciones cuentan con diferentes tarifas dependiendo de los servicios que deseemos.



*Ilustración 90: Refugio del Meicin en el Parque Natural de Las Ubiñas-La Mesa, en Asturias. Les Fartures [23]*

Estas edificaciones se suelen situar en puntos estratégicos dentro de una ruta, para servir como punto de descanso a los montañeros entre varias jornadas, o en la aproximación a un pico.

Por otro lado los refugios libres, son aquellos en los que no es necesario abonar ninguna cantidad de dinero o reservar cita previa para pernoctar. No suelen disponer de agua corriente ni comida, más allá de la que pueda portar cada uno. Aunque suele ser común encontrar algún tipo de fuente cerca del mismo. Hay que añadir que dichos refugios suelen estar en peores condiciones de limpieza que los que se encuentran guardados. [42]



*Ilustración 91: Refugio libre de la Laguna de la Cascada, en Neila.*

*Aun clic de la aventura*

La red de refugios que se pueden encontrar en otros países como Noruega es inmensa. Muchos de ellos libres, abastecidos con agua y gas, simplemente son cuidados por los montañeros que pasan por allí. Llamados lodges o huts, la variedad de tamaños y colores que encontramos es enorme. [13] [37] [42]



*Ilustración 92: Cabañas de madera en Noruega. Visit Norway*



*Ilustración 93: Rabot Cabin, refugio de montaña abastecido por placas solares. Ubicado en Noruega. ArchDaily [39]*

Si bien quiero destacar que nuestro proyecto no se trata de un refugio, estos sí que han servido como inspiración durante la etapa de diseño.

Durante el proceso de diseño, uno de los proyectos que más ha servido de inspiración, ha sido la Casa Montaña, del arquitecto Sergio Baragaño, donde ensalza todos los beneficios de las viviendas industrializadas. [5]



*Ilustración 94: Casa Montaña del arquitecto Sergio Baragaño. Baragano.eu*

Dicha casa fue fabricada durante cuatro meses íntegramente en Madrid y trasladada hasta un pueblo de Asturias, donde fue ensamblada en cinco horas, conectando en perfecta armonía con los hórreos y las viviendas tradicionales de piedra.



*Ilustración 95: Casa Montaña entre hórreos. Baragano.eu*

*“Nuevas formas de concebir la vivienda, un producto de alta calidad, que trata de acercarse a la industria del automóvil, de la aeronáutica, que permita el crecimiento de la misma y que ofrezca un modo de utilizar el espacio de manera mucho más dinámica, versátil y racional”* Cita el arquitecto Baragaño en su web.

### 3.3. Estudio de estructuras. Cargas por viento y nieve

Para conseguir una total fiabilidad en la estructura, se hace necesario generar una simulación de las posibles cargas por acumulación de nieve y viento en la cabaña. Se ha calculado, como siempre, para situaciones extremas, o condiciones que rara vez se darán simultáneamente.



*Ilustración 96: Estructura de la cabaña*

El cálculo de la carga por nieve ha de efectuarse para cada faldón de la cubierta. La carga que actúa sobre elementos que impidan el deslizamiento de la nieve, se puede deducir a partir de la masa de nieve que puede deslizarse y se debe suponer que el coeficiente de rozamiento entre la nieve y la cubierta es nulo. [33]

Según el Documento Básico de Seguridad Estructural Acciones en la edificación del Código Técnico de la Edificación CTE, para las características de la ubicación geográfica, la sobrecarga de nieve en terreno horizontal ( $q_n$ ), sería la siguiente.

$$q_n = S_k \cdot \mu$$

Siendo  $S_k$  el valor característico de la carga de nieve sobre terreno horizontal, según su ubicación geográfica y altitud. Para 1710 msnv, interpolando los datos, el valor de  $S_k = 3.2 \text{ kN/m}^2$  según la tabla E.2 del anejo E.

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m<sup>2</sup>)

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Tabla 1: Sobrecarga de nieve según DB de Seguridad Estructural. CTE



Figura E.2 Zonas climáticas de invierno

Ilustración 97: Mapa zonas climáticas de España. CTE

El dato de  $\mu$  viene dado por el coeficiente de forma de la cubierta. Para cubiertas inferiores o iguales a  $30^\circ$  es la unidad. Mientras que para ángulos mayores o iguales a  $60^\circ$  es 0, significando que, para esa inclinación de cubierta, la nieve no se depositará. Para ángulos intermedios, se deberá hacer una interpolación lineal.

$$q_n = S_k \cdot \mu = 3.2 \frac{kN}{m^2} \cdot 1 = 3.2 \frac{kN}{m^2} = 326.5 \frac{kg}{m^2}$$

El peso total en la superficie de la cubierta, con la carga que establece el CTE, sería:

$$P_s = 3.2 \frac{kN}{m^2} \cdot 36.98 m^2 = 118.3 kN = 12075 kg$$

Ahora se procede con la carga por viento. Para hallarla tomamos la fórmula:

$$P = \frac{k}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \left( \frac{N}{m} \right)$$

Siendo:

$k =$  coeficiente aerodinámico adimensional

$\rho =$  densidad del aire  $\left( \frac{kg}{m^3} \right)$

$v =$  velocidad del viento  $\left( \frac{m}{s} \right)$

Y dependiendo de la superficie y ángulo de inclinación de la misma:

$$F = P \cdot S \cdot \text{sen}(\alpha)$$

Siendo:

$F =$  fuerza ejercida (N)

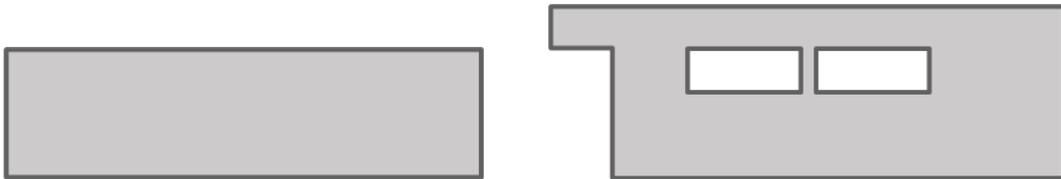
$S =$  superficie ( $m^2$ )

$\alpha =$  inclinación de la superficie

De esta manera y considerando una velocidad de viento máxima de 150 km/h, obtenemos:

$$P = \frac{1}{2} \cdot 1.29 \left( \frac{kg}{m^3} \right) \cdot (41.667)^2 = 1119.81 \left( \frac{N}{m} \right)$$

Tanto para las paredes de  $21.6 m^2$  y  $30 m^2$  como los ventanales, forman un ángulo de  $90^\circ$  con el suelo.



Por tanto les corresponde una fuerza de :

$$F = 1119.81 \left( \frac{N}{m} \right) \cdot 30 m^2 \cdot 1 = 33594.3 N = 3428 kg$$

$$F = 1191.81 \frac{N}{m^2} \cdot 114.27 \frac{kg}{m^2}$$

En las cubiertas del tejado norte y sur, al ser la inclinación diferente de 90° serían:



Ilustración 98: Cubierta

$$F_{SUR} = 1119.81 \left( \frac{N}{m} \right) (3.608 \cdot 10.25) m^2 \cdot \text{sen}(20.73) = 14658.67 N$$

$$F_{SUR} = 396.37 \frac{N}{m^2} = 40.45 \frac{kg}{m^2}$$

$$F_{NORTE} = 1119.81 \left( \frac{N}{m} \right) (2.382 \cdot 10.25) m^2 \cdot \text{sen}(61.821) = 24100 N$$

$$F_{NORTE} = 986.9 \frac{N}{m^2} = 100.7 \frac{kg}{m^2}$$

A su vez, se han simulado las cargas en las paredes de entrada y salida de la cabaña, correspondientes a las cristaleras, siendo:

$$F_{CRISTAL ENTRADA} = 1119.81 \left( \frac{N}{m} \right) (5.692) m^2 \cdot \text{sen}(90) = 6373.9 N$$

$$F_{ENTRADA} = 1119.81 \left( \frac{N}{m} \right) (10.55) m^2 \cdot \text{sen}(90) = 11813.9 N$$

$$F_{CRISTAL TERRAZA} = 1119.81 \left( \frac{N}{m} \right) (5.692 + 10.55) m^2 \cdot \text{sen}(90) = 18187.95 N$$

Los datos anteriores vienen a reflejar que la incidencia del viento sobre la superficie es mayor cuanto más perpendicular al suelo es la superficie. Por tanto  $F > F_{NORTE} > F_{SUR}$ . Siempre considerando la dirección del viento paralela al suelo.

Me gustaría recalcar que el cálculo de presión por la fuerza del viento en el CTE viene recogido de manera diferente, siendo mucho más general y sin dar especificaciones para cubiertas con inclinación.

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Siendo :

$q_b$ : la presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse  $0.5 \text{ kN/m}^2$

$C_e$ : el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado y el grado de aspereza del entorno. Se determina de acuerdo con lo establecido en 3.3.3. Sería 1.6 en nuestro caso.

$C_p$ : el coeficiente eólico o de presión, su valor se establece en 3.3.4. y 3.3.5., siendo 0.8.

De esta manera se obtiene:

$$q_e = 0.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot 1.6 \cdot 0.8 = 0.64 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 65.31 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Como se entiende que estas comprobaciones se modulan para máximos, considero más conveniente utilizar la fórmula de  $P = \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \left( \frac{N}{m} \right)$  y  $F = P \cdot S \cdot \text{sen}(\alpha)$

Con los datos obtenidos y a través del software Autodesk Inventor, se realiza la simulación para las cargas de nieve y viento conjuntas.

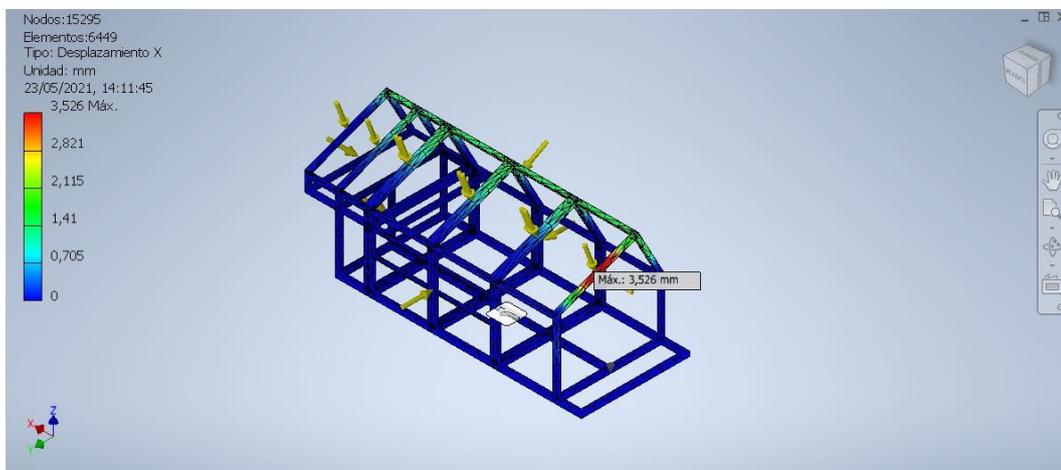


Ilustración 99: Desplazamiento en eje X

En el eje X encontramos un desplazamiento máximo de 3.53 mm, valor óptimo comparado con las dimensiones de la estructura.

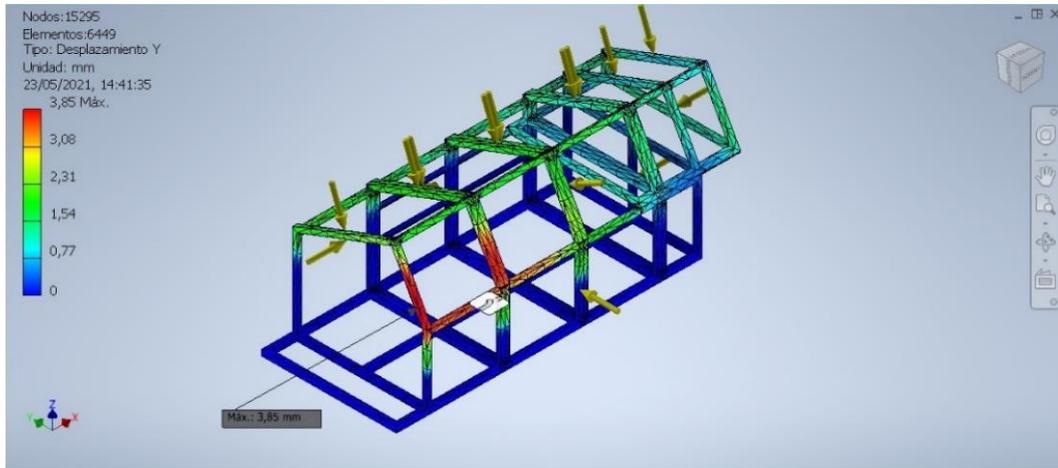


Ilustración 100: Desplazamiento en eje Y

Desplazamiento máximo en Y de 3.85 mm.

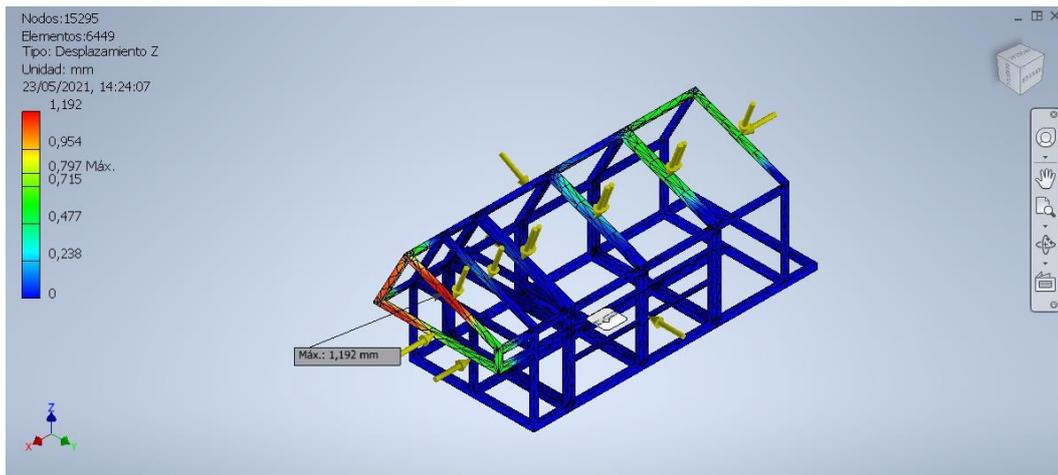


Ilustración 101: Desplazamiento en eje Z

De manera previsible, el mayor desplazamiento de la estructura en el eje Z, lo encontramos en el voladizo de la habitación, ya que esta parte no dispone de ningún punto de apoyo que transmita las cargas hacia el suelo. Con un valor de 1.192 mm es bastante aceptable.

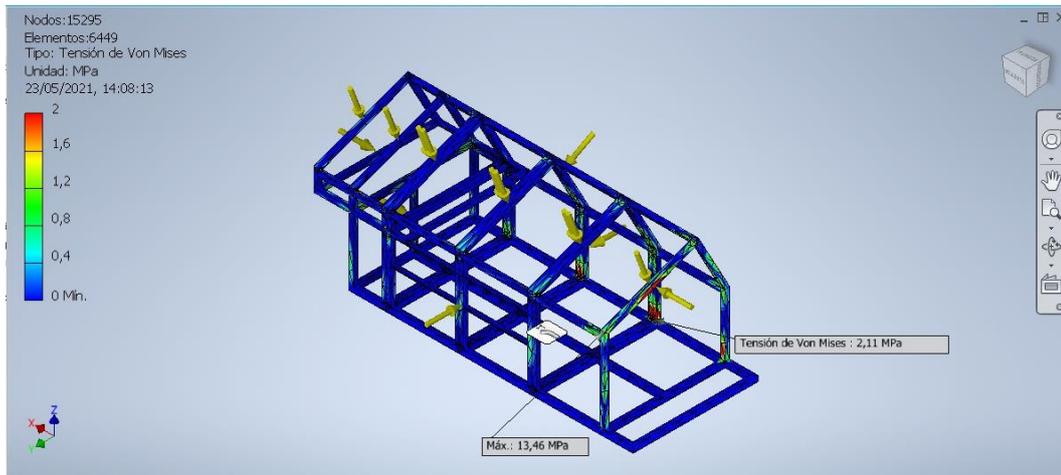


Ilustración 102: Tensión de Von Mises

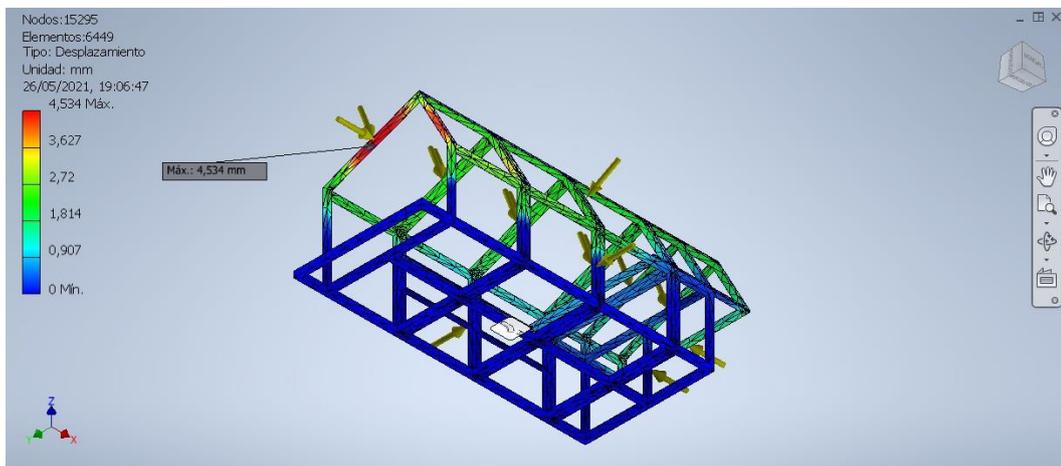


Ilustración 103: Desplazamiento máximo

La suma de componentes da un punto máximo de desplazamiento con un valor de 4.53 mm.

Como se puede observar, los desplazamientos máximos en la estructura son entre 4 y 1 mm, por tanto, teniendo en cuenta las dimensiones de la misma, se puede garantizar un correcto comportamiento frente a las cargas producidas por el viento y la nieve

### 3.4. Instalaciones

#### 3.4.1. Eléctrica

Debido a la remota localización de nuestro módulo, se debe recurrir a sistemas de energía autosuficientes como son las placas solares. Para saber qué tipo de placa solar debemos instalar, es necesario hacer una serie de consideraciones y cálculos en relación a la demanda energética.

Toda la electricidad necesaria será proporcionada por las placas solares dispuestas sobre el suelo gracias a un soporte que las mantendrá a 30° sobre la horizontal y orientación sur. [29]

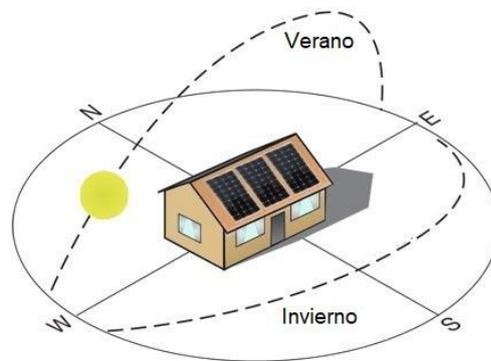


Ilustración 104: Desplazamiento del sol. MPPT Solar

En un primer momento, se planteó instalar las placas en la cubierta sur de la cabaña, pero durante los meses de invierno, estas se verían cubiertas constantemente por nieve y sería necesario subir para limpiarlas y mantenerlas en condiciones de captación de energía. Es por ello que, la solución adoptada, fue incorporar un soporte cercano donde las placas recibirán la misma cantidad de luz y el mantenimiento fuera mucho más sencillo, ya que se encuentran al nivel del suelo.

Gracias al mapa de irradiación horizontal de la península, obtenemos un total de 4 horas de luz promedio aprovechables al día. Se ha realizado una estimación sobre el gasto energético de la cabaña, que se detalla a continuación.[8]

CONSUMOS	UNIDADES	POTENCIA (W)	TIEMPO (h)	E (Wh)	EFICIENCIA 60% Wh
Iluminación		122,75	5	613,75	7154,583333
Frigorífico A+	1	70	24	1680	
Calentador agua	1	1500	0,5	750	
Placa vitro	1	2000	0,4	800	
Enchufes	9	180	0,7	126	POTENCIA PANELES (W)
Estufa	1	150	5	750	1788,645833
Bomba	1	373	1	373	
		4395,75		4292,75	

Para la iluminación se han tenido en cuenta unas reglas básicas para proporcionar la luz necesaria en cada estancia. La cantidad de luz que emite una bombilla se mide en lúmenes y su potencia en vatios. Hay estancias que, dependiendo de la actividad que se vaya a desarrollar en ellas, necesitan más o menos luz. Por ejemplo, para una sala de estudio, o para puntos de lectura, son necesarios al menos 500 lux. Mientras que para los baños con 100 lux sería suficiente.

Para obtener los luxes de cada estancia basta con dividir los lúmenes totales aportados por las luminarias entre los metros cuadrados de la misma.

ILUMINACION						
	Bombillas (unidades)	potencia (W)	luminos(lm)	luminos total (lm)	potencia total (W)	luxes/estancia
Dormitorio	2 + tira led	9	720	1840	23	153,3333333
Estancia general	8	9	720	5760	72	185,8064516
Baño	1	6	470	470	6	142,4242424
Cocina (tira led) m	3	7,25	700	2100	21,75	262,5
					122,75	744,0640274

Tabla 2: Propuesta de iluminación

Para el baño se han elegido unas bombillas de 6W, 470 lm y luz blanca, mientras que para el resto de estancias, se opta por una luz cálida (3200K) de 9W y 720 lm. Además, para aportar un toque de calidez, se añadirán tiras led tras la cama del dormitorio y en el mueble de la cocina para aumentar la visibilidad en el espacio de preparación de alimentos.

El cuadro eléctrico estará formado por un interruptor general de 25A, un interruptor diferencial de 25ª + 0.3mA y dos interruptores magnetotérmicos de 16A y 25A.

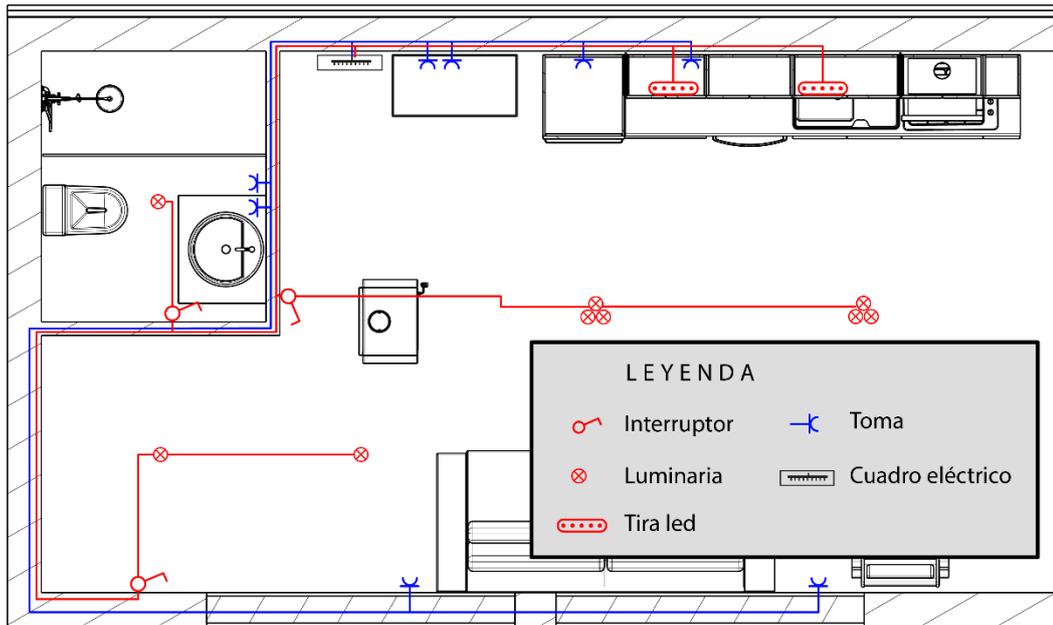


Ilustración 105: Croquis eléctrico primera planta

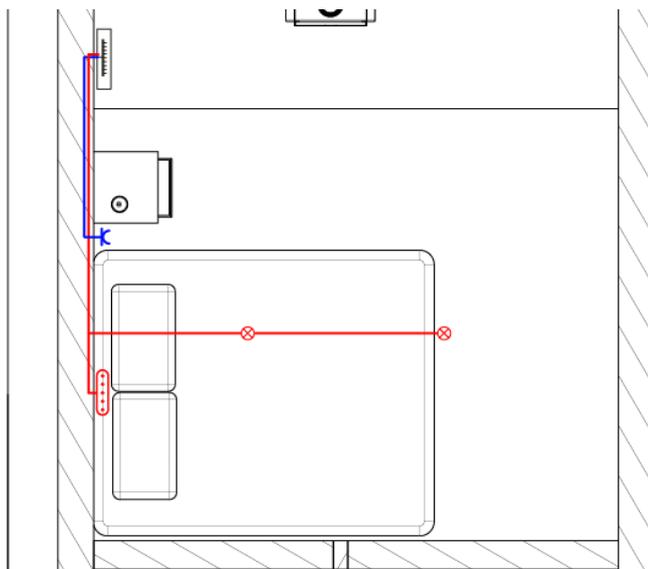


Ilustración 106: Croquis eléctrico segunda planta

Necesitaríamos una energía de 4293Wh, que con un 40% de pérdidas debidas al propio panel, al inversor, batería y conmutador, quedaría en 7154.6 Wh. Para conocer la potencia de los paneles instalados, dividimos entre las horas de luz aprovechables.

$$P = \frac{7154.6 \text{ Wh}}{4 \text{ h}} = 1788.65 \text{ W}$$

1788.65 W es la potencia que debe tener el conjunto de los paneles instalados. Eligiendo una potencia de 500W /panel, podemos afirmar que con 4 paneles de 2mx1m, sería suficiente para abastecer de electricidad a la instalación. Es decir, 6 m<sup>2</sup> de paneles solares.

La demanda de electricidad instantánea de todos los dispositivos conectados a corriente al mismo tiempo suma un total de 4395.75 W. Pero se debe entender que este supuesto es difícil que ocurra y por tanto la suma energética necesaria será menor. El cuadro eléctrico será el encargado de cortar el suministro cuando se llegue a un pico de energía superior al máximo administrado.

La placa de inducción portátil y el calentador de agua son los dos dispositivos que más energía necesitan, 2000 W y 1500 W respectivamente. Se deberá tener en cuenta no conectarlos al mismo tiempo para no generar un corte en el suministro.

Tras ser captada la energía en los paneles fotovoltaicos (1.), se conecta a continuación un regulador MPPT de carga(2.), que es el encargado de proteger las baterías de sobrecargas. Controla el estado de la carga y regula su intensidad. Seguidamente pasa a almacenarse en baterías(3.), dispositivos que permiten conservar la energía que se genera para hacer uso de la misma en días lluviosos o nublados cuando las placas no funcionan a pleno rendimiento. Estas se encuentran conectadas en serie y se les denomina de ciclado profundo, ya que están diseñadas para hacer frente a las exigencias de continuos procesos de carga y descarga. La energía pasa después por un inversor(4.) que se encarga de convertir la corriente continua en alterna, que es la que utilizan los equipos eléctricos o electrodomésticos(5, 6, 7). [36]

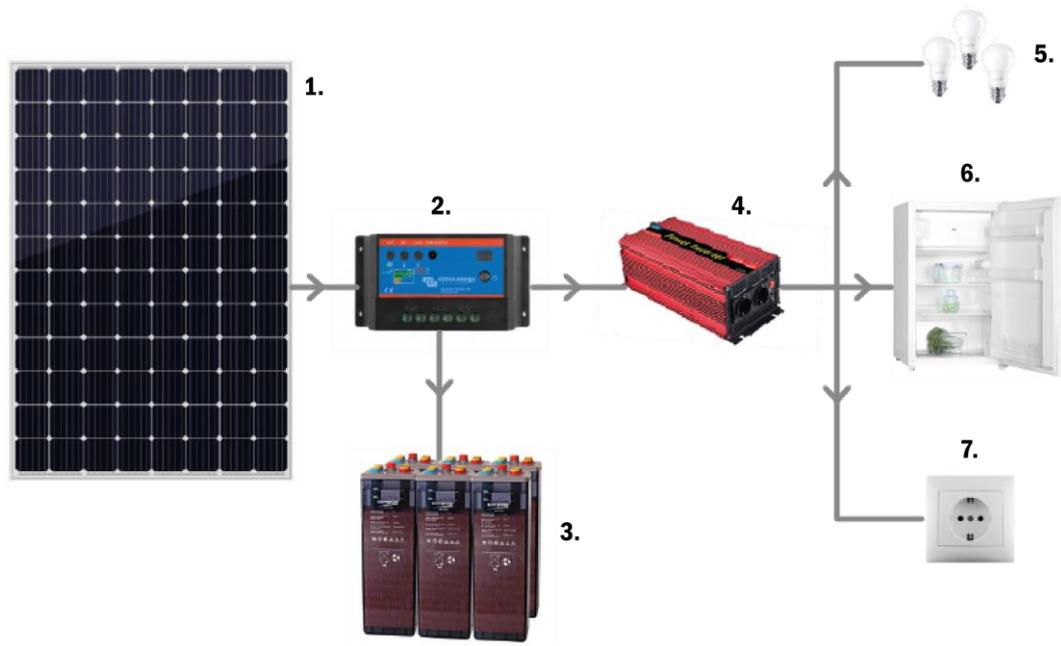


Ilustración 107: Esquema fotovoltaico

### 3.4.2. Fontanería y saneamiento

Este sería un pequeño croquis sobre la distribución en planta de la instalación de agua sanitaria y aguas residuales.

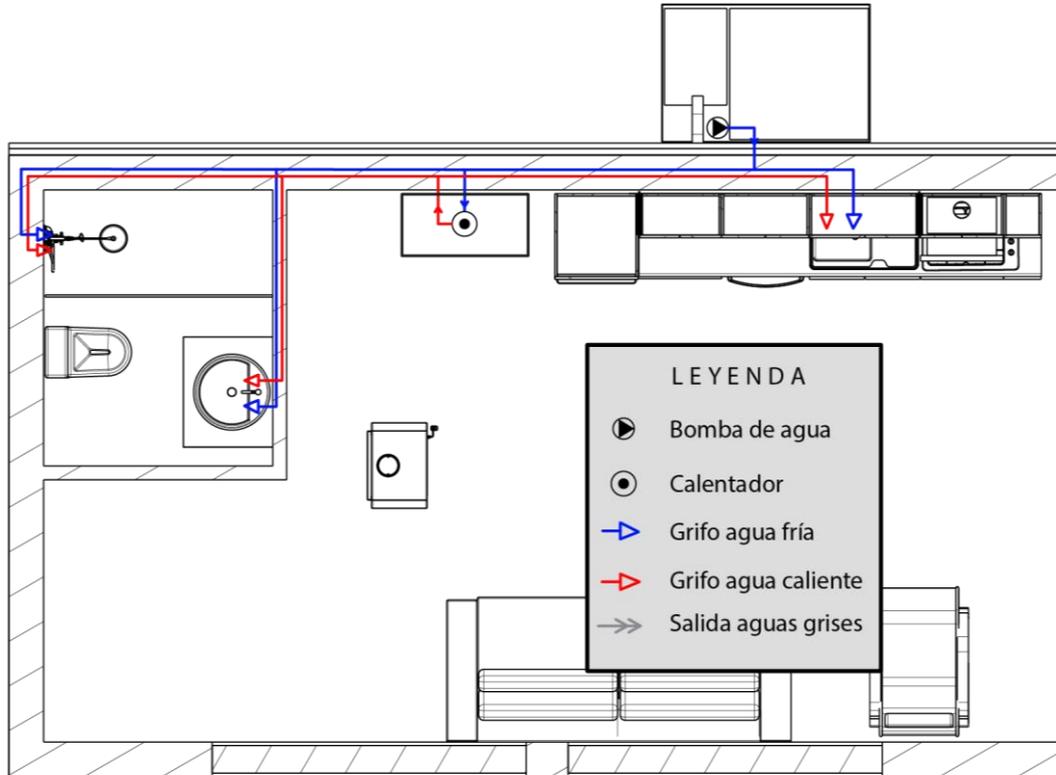


Ilustración 108: Croquis de agua sanitaria

Como se puede observar en la Ilustración 110, a la cisterna del inodoro llegan dos tomas diferentes, una de ellas suministra el agua reciclada del lavamanos y la otra proviene del depósito de reserva que se abastece del agua pluvial recogida a través del tejado.

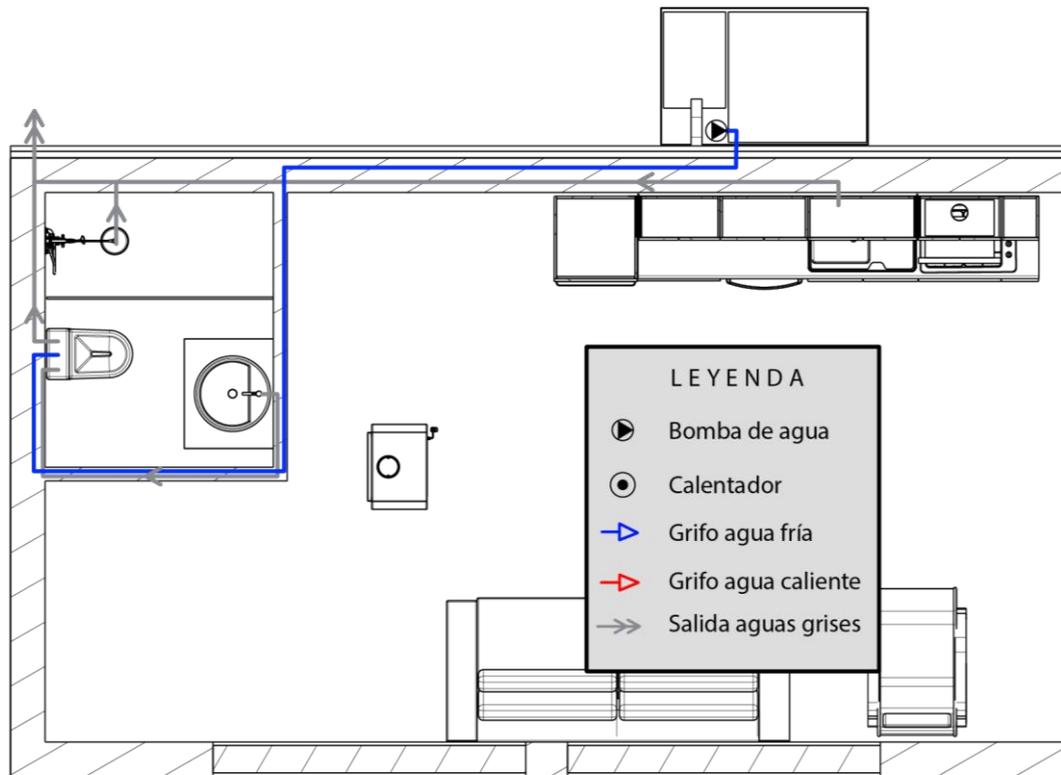


Ilustración 109: Croquis de aguas residuales

### 3.4.3. Transmitancia térmica de la envolvente

Al diseñar la envolvente de un edificio, debemos tener muy en cuenta qué materiales utilizamos para su construcción, puesto que cada una de estas capas van a ser las que nos mantengan aislados de los elementos externos, y serán determinantes en el comportamiento térmico del conjunto. La transmitancia térmica, también llamada U, define la cantidad de energía que atraviesa la envolvente, y por tanto determinar la cantidad de calor que se pierde. Se expresa en  $W/m^2 \cdot k$ . Si el valor de U es bajo, significa que tenemos una superficie bien aislada, mientras que si es alto deberíamos pensar en hacer alguna modificación sobre los materiales. [14]

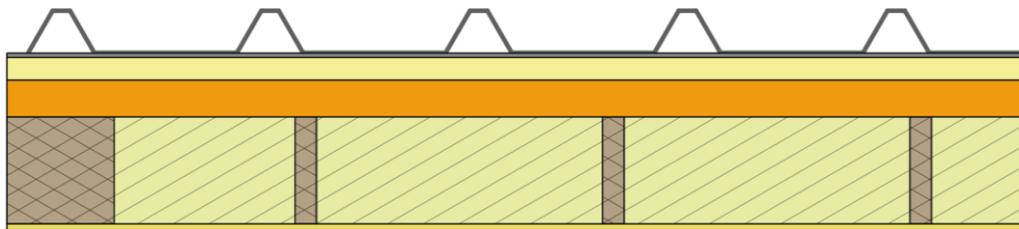


Ilustración 110: Vista de sección de la envolvente

El valor de U depende de la suma de la resistencia térmica de cada uno de los materiales que forman las capas de la envolvente, al espesor de cada capa y a la conductividad térmica además de los valores establecidos para la resistencia térmica superficial interior y exterior.

Dichos valores ( $R_{si}$ ,  $R_{se}$ ) vienen recogidos en la tabla E.1 del Documento Básico HE de Ahorro de Energía. Son  $0,13 m^2 \cdot /W$ , y  $0,04 m^2 \cdot /W$  respectivamente. Por tanto, tenemos:

$$U = \frac{1}{R_t}$$

Siendo  $R_t$  la resistencia térmica total del elemento compuesto por capas ( $m^2 \cdot \frac{k}{W}$ ) y se obtiene así:

$$R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 \dots + R_n + R_{se}$$

Sabiendo que  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  son las resistencias térmicas correspondientes a las capas de la envolvente,  $e$  el espesor de cada capa medido en metros y  $\lambda$  la conductividad térmica del material ( $W/k \cdot m$ ), continuamos:

$$\lambda_{LAMINAS PINO} = 0.163 \frac{W}{k} \cdot m ; e = 0.01 m$$

$$\lambda_{LANA DE ROCA} = 0.033 \frac{W}{k} \cdot m; \quad e = 0.15 \text{ m}$$

$$\lambda_{CORCHO} = 0.038 \frac{W}{k} \cdot m; \quad e = 0.04 \text{ m}$$

$$\lambda_{TABLERO OSB} = 0.13 \frac{W}{k} \cdot m; \quad e = 0.02 \text{ m}$$

$$\lambda_{ALUMINIO} = 205 \frac{W}{k} \cdot m; \quad e = 0.001 \text{ m}$$

Con la fórmula  $R = \frac{e}{\lambda}$  vamos obteniendo todos los valores de resistencia térmica de cada material.

$$R_t = R_{si} + R_{PINO} + R_{LANA ROCA} + R_{CORCHO} + R_{OSB} + R_{ALUMINIO} + R_{se}$$

$$R_t = 0.13 + \frac{10}{163} + \frac{50}{11} + \frac{20}{19} + \frac{2}{13} + \frac{0.001}{205} + 0.004 = 5.95 \frac{m^2 \cdot k}{W}$$

$$U = \frac{1}{5.95} = 0.168 \frac{W}{m^2 \cdot k}$$

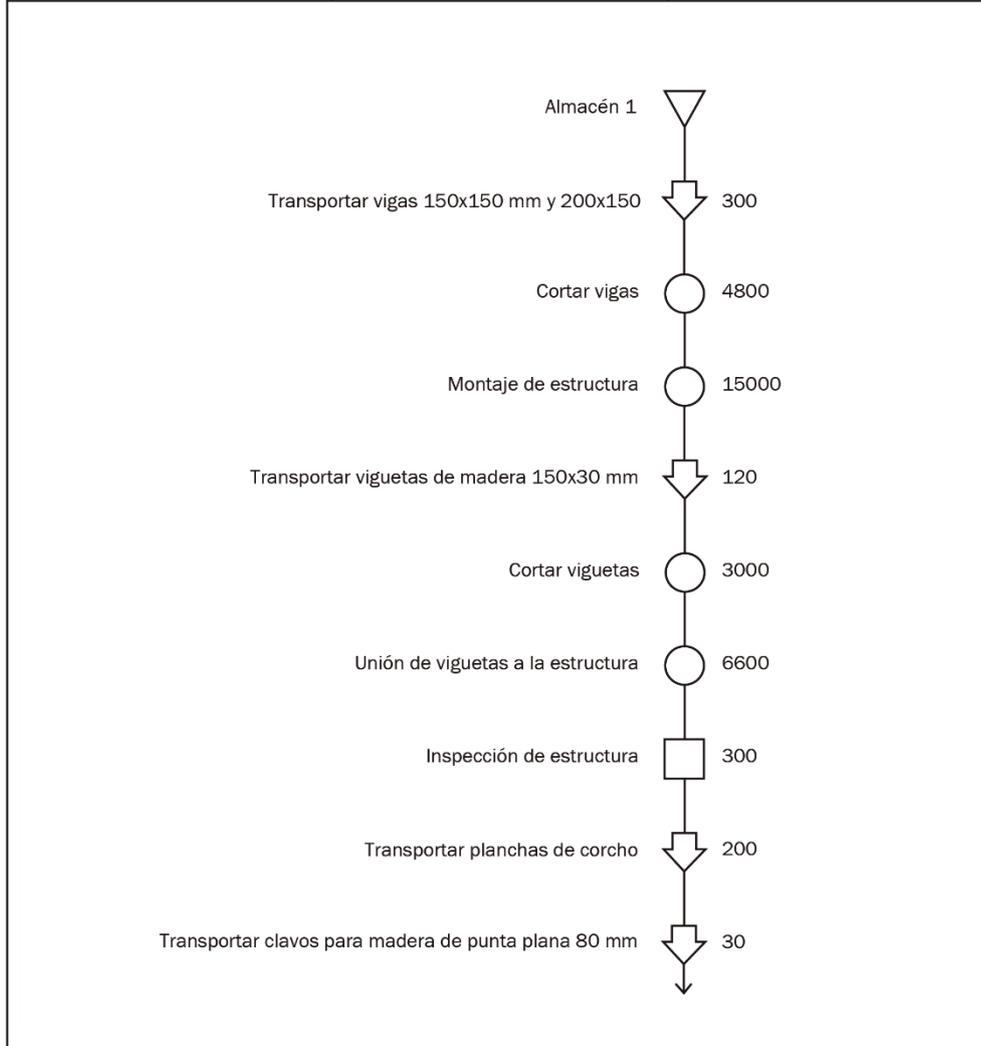
Una transmitancia de  $0.168 \frac{W}{m^2 \cdot k}$  es un valor más que aceptable para una edificación de estas condiciones. En un primer momento se planteó la envolvente sin la presencia del corcho, pero viendo que aún quedaba espacio disponible dentro de los 250mm que se habían planteado, se optó por añadir unas planchas de este material natural que posee unas propiedades aislantes excepcionales.

### **3.5. Estudio de fabricación y montaje. Diagrama de proceso**

Con la finalidad de esclarecer y definir los pasos que se deben seguir en la fabricación y el montaje de la cabaña, se han realizado unos diagramas sinópticos del proceso.

La construcción de la cabaña se llevará a cabo en dos entornos diferentes. El primero de ellos, en fábrica, donde quedarán los 8 módulos perfectamente preparados y embalados para ser transportados hacia la ubicación elegida. El segundo entorno será in situ, donde se realizará todo el montaje de los mismos, las instalaciones de placas solares, agua sanitaria, depósitos, y finalización del cerramiento.

DIAGRAMA SINÓPTICO DE PROCESO		MÉTODOS Y TIEMPOS		HOJA: 1/4
Producto: Módulo cabaña	Comienza en: Taller de montaje	Efectuado por: Mario Barriuso		
Nº plano: 1				
Proceso: Fabricación	Termina en: Taller de montaje	Fecha:	Junio 2021	



CROQUIS:	RESUMEN POR UNIDAD DE COSTO		
	ACTIVIDAD	Nº	SEGUNDOS
	○ Operación		29400
	□ Inspección		300
	⇩ Transporte		650
	▽ Almacenamiento		
	○ Demora		
	<b>TIEMPO TOTAL</b>		<b>30350</b>

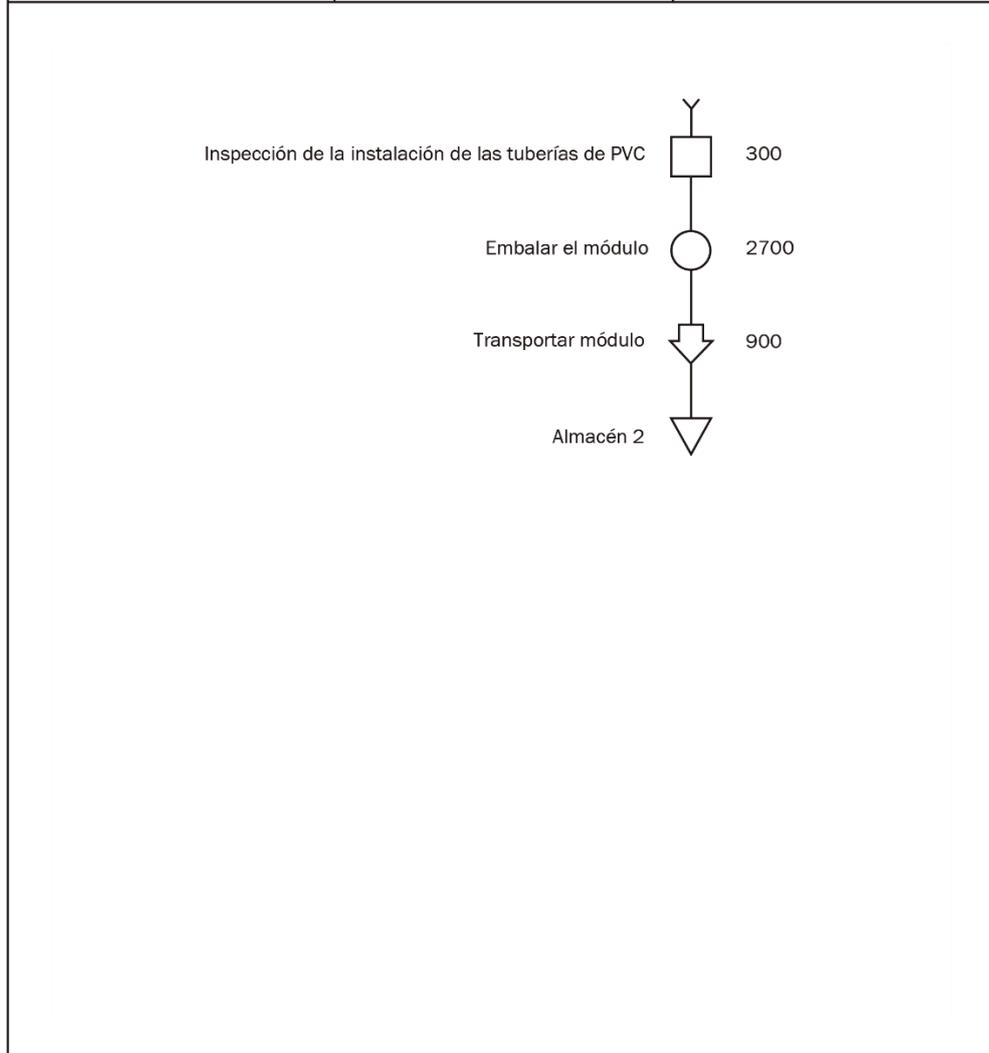
DIAGRAMA SINÓPTICO DE PROCESO		MÉTODOS Y TIEMPOS		HOJA: 2/4
Producto: Módulo cabaña	Comienza en: Taller de montaje	Efectuado por: Mario Barriuso		
Nº plano: 2				
Proceso: Fabricación	Termina en: Taller de montaje	Fecha: Junio 2021		

<b>CROQUIS:</b> 	RESUMEN POR UNIDAD DE COSTO		
	ACTIVIDAD	Nº	SEGUNDOS
	○ Operación		10500
	□ Inspección		790
	⇩ Transporte		420
	▽ Almacenamiento		
	○ Demora		
<b>TIEMPO TOTAL</b>		<b>11710</b>	

DIAGRAMA SINÓPTICO DE PROCESO		MÉTODOS Y TIEMPOS		HOJA: 3/4
Producto: Módulo cabaña	Comienza en: Taller de montaje	Efectuado por: Mario Barriuso		
Nº plano: 3				
Proceso: Fabricación	Termina en: Taller de montaje	Fecha: Junio 2021		
CROQUIS: 		RESUMEN POR UNIDAD DE COSTO		
		ACTIVIDAD	Nº	SEGUNDOS
		○ Operación		6600
		□ Inspección		180
		⇩ Transporte		350
		▽ Almacenamiento		
		○ Demora		
		<b>TIEMPO TOTAL</b>		<b>7130</b>

DIAGRAMA SINÓPTICO DE PROCESO		MÉTODOS Y TIEMPOS		HOJA: 4/4
Producto: Módulo cabaña	Comienza en: Taller de montaje	Efectuado por: Mario Barriuso		
Nº plano: 4				
Proceso: Fabricación	Termina en: Taller de montaje	Fecha: Junio 2021		



CROQUIS:	RESUMEN POR UNIDAD DE COSTO		
	ACTIVIDAD	Nº	SEGUNDOS
	○ Operación	3	2700
	□ Inspección	2	300
	⇩ Transporte	2	900
	▽ Almacenamiento	1	
	○ Demora		
	<b>TIEMPO TOTAL</b>		<b>3900</b>

DIAGRAMA SINÓPTICO DE PROCESO		MÉTODOS Y TIEMPOS		HOJA: 1/3
Producto: Módulo cabaña		Comienza en: Ubicación. Sierra Demanda	Efectuado por: Mario Barriuso	
Nº plano: 5				
Proceso: Fabricación		Termina en: Ubicación. Sierra Demanda	Fecha: Junio 2021	
<pre> graph TD     A((Replantear y nivelar terreno 5400)) --- B((Colocar e hincar Piloedres 18500))     B --- C((Fijar con ISO 4017 la funda de acero en Piloedres 3100))     C --- D((Instalar vigas de apoyo 200x200 3600))     D --- E[Inspeccionar vigas y Piloedres 600]     E --- F((Unir módulos en altura dos a dos 4500))     F --- G((Unir secciones de módulos sobre basamento 4500))     G --- H[Inspeccionar unión de módulos 300]     H --- I[Transportar tela aislante Tyvek 60]     I --- J((Forrar envoltente exterior con tela aislante Tyvek 2400))           </pre>				
CROQUIS:		RESUMEN POR UNIDAD DE COSTO		
		ACTIVIDAD	Nº	SEGUNDOS
		○ Operación		42000
		□ Inspección		900
		⇩ Transporte		60
		▽ Almacenamiento		
		○ Demora		
		TIEMPO TOTAL		42960

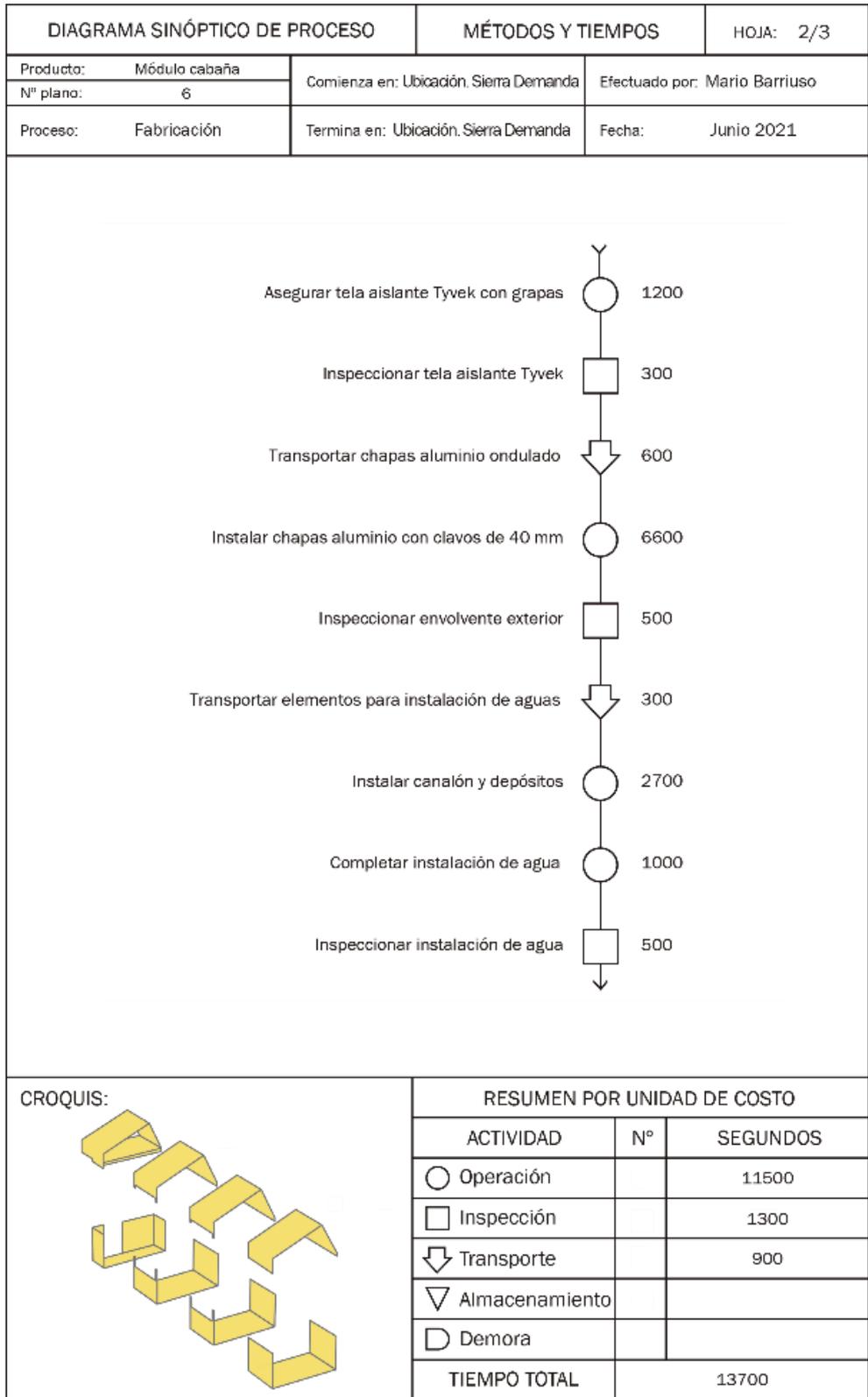


DIAGRAMA SINÓPTICO DE PROCESO		MÉTODOS Y TIEMPOS		HOJA: 3/3
Producto: Módulo cabaña		Comienza en: Ubicación. Sierra Demanda	Efectuado por: Mario Barriuso	
Nº plano: 7				
Proceso: Fabricación		Termina en: Ubicación. Sierra Demanda	Fecha: Junio 2021	
CROQUIS:		RESUMEN POR UNIDAD DE COSTO		
		ACTIVIDAD	Nº	SEGUNDOS
		○ Operación	8300	
		□ Inspección	900	
		▽ Transporte	1050	
		▽ Almacenamiento		
		○ Demora		
		<b>TIEMPO TOTAL</b>	<b>10250</b>	

### 3.6. Memoria gráfica

Con la finalidad de obtener un modelo realista sobre el diseño realizado, se han creado, a partir de diferentes software digitales las siguientes imágenes fotorrealistas sobre la cabaña y su interior.

Para toda la construcción del modelo CAD, el programa empleado ha sido Catia V5, en los módulos de Part Design y Assembly Design, ya que permite trabajar con exactitud todos los aspectos necesarios. A su vez, para generar un acabado realista en el modelo, se ha usado el software de renderizado KeyShot 9, donde es posible aplicar luces y texturas a los materiales.

QGIS se trata del programa empleado para obtener planos del terreno y curvas de nivel, que han ayudado a conocer todos los detalles de la zona de emplazamiento.



*Ilustración 111: Logotipo Catia*



*Ilustración 112: Logotipo Keyshot*



*Ilustración 113: Logotipo QGIS*

Se ha intentado buscar el aspecto más realista posible mediante la adición de materiales y luces sobre el entorno de la cabaña.



*Ilustración 114: salón/cocina*



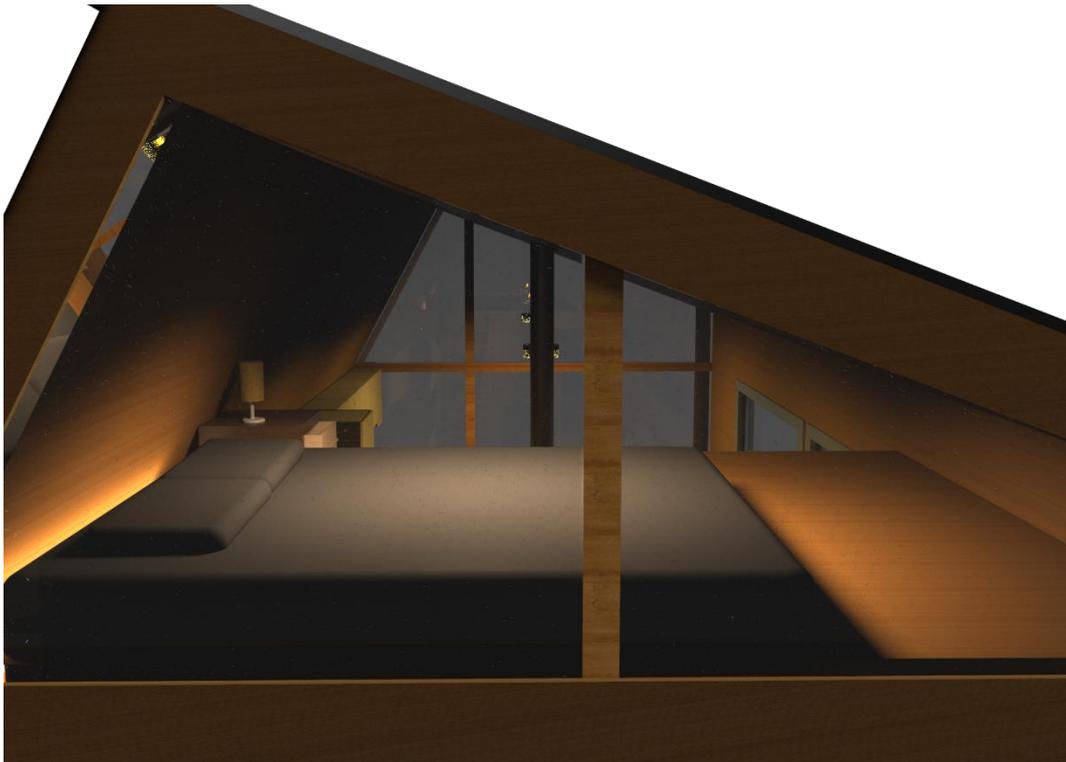
*Ilustración 115: salón/cocina*



*Ilustración 116: salón/cocina*



*Ilustración 117: baño*



*Ilustración 118: habitación dormitorio*



*Ilustración 119: exterior cabaña*



*Ilustración 120: exterior cabaña*

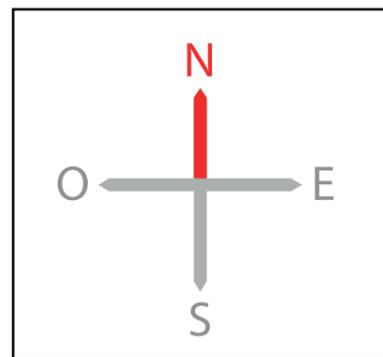
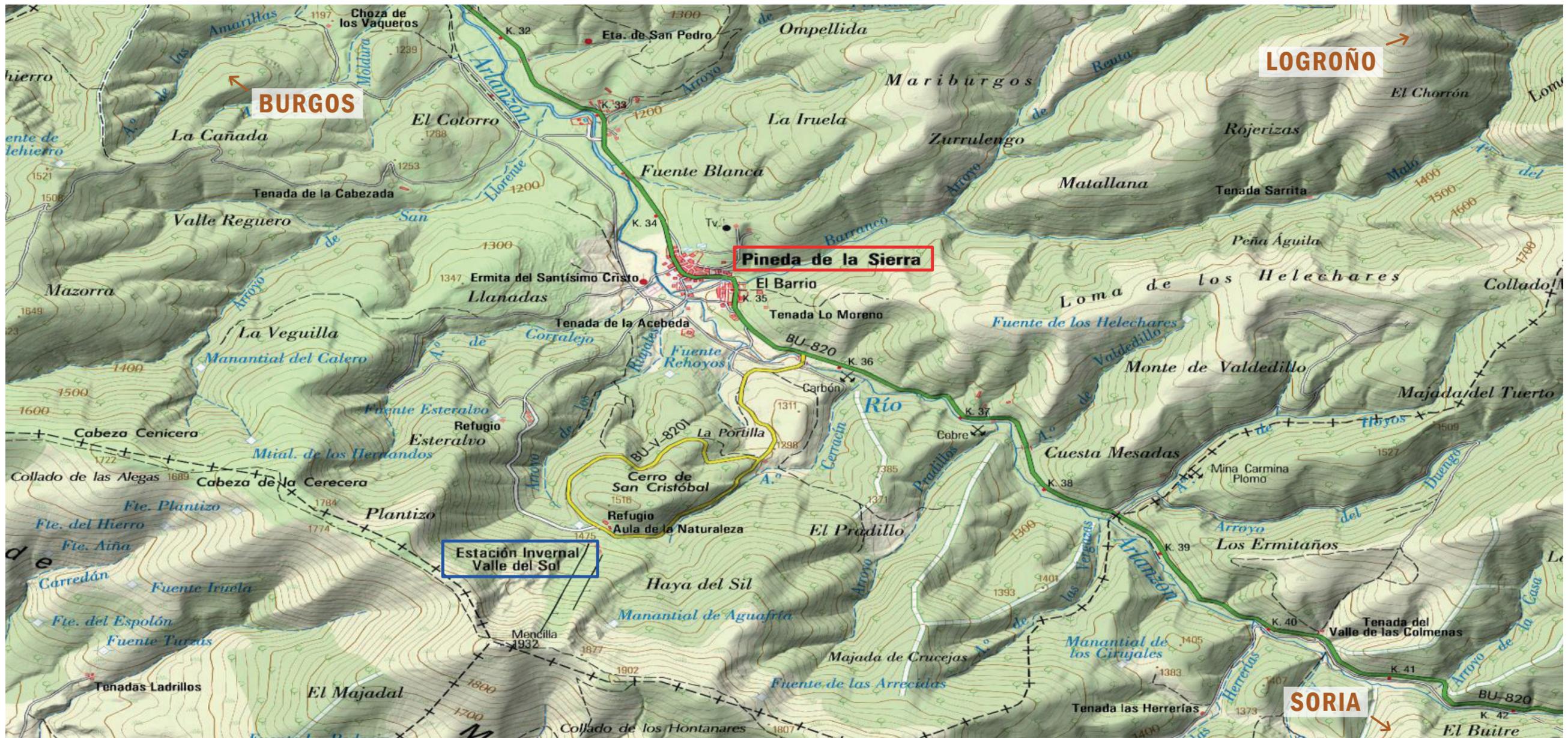


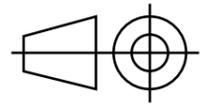
*Ilustración 121: exterior cabaña*

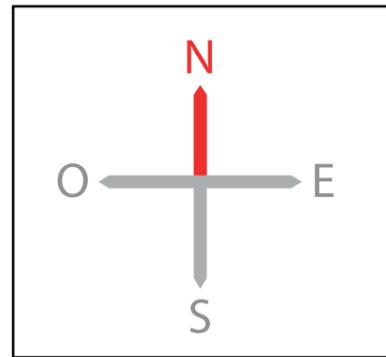
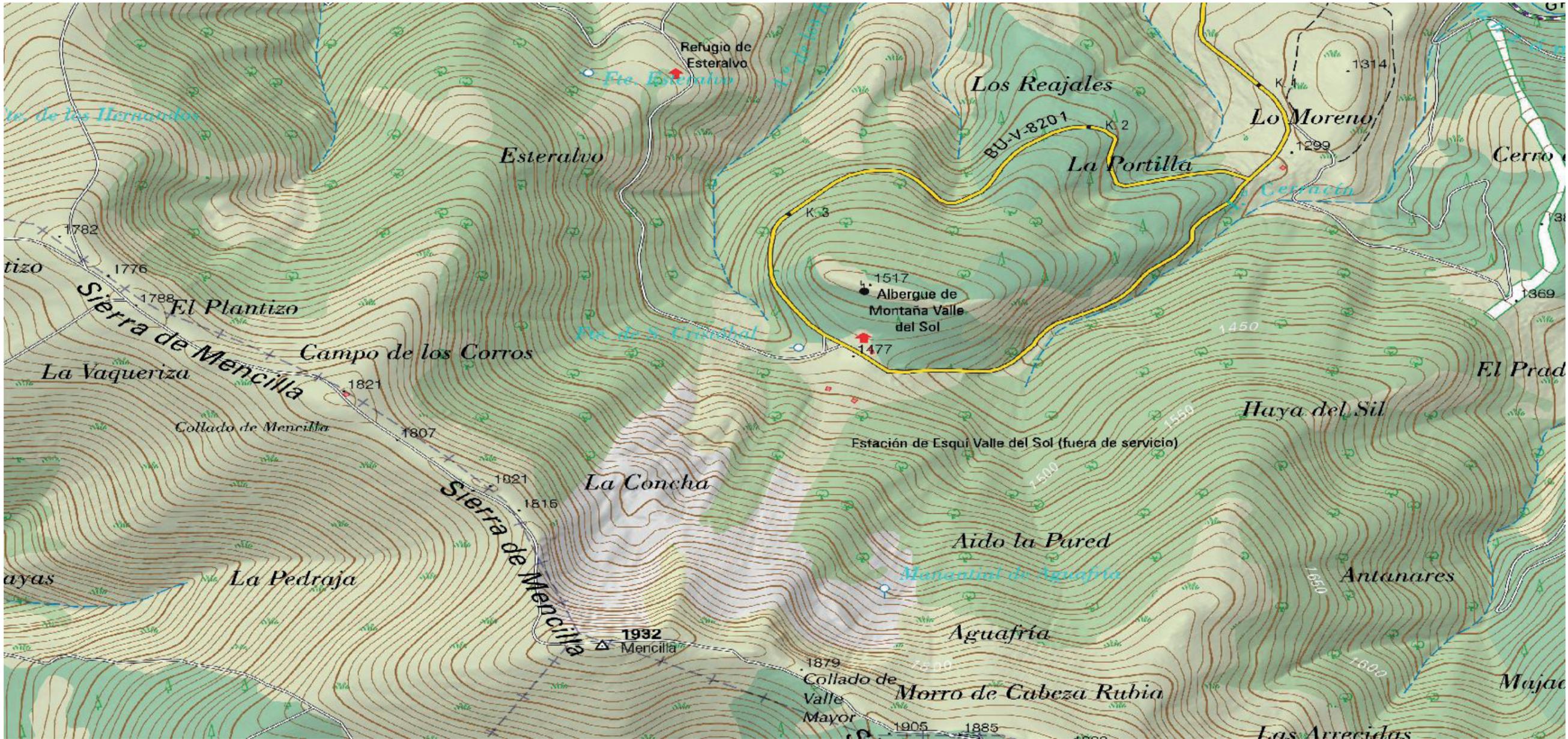
### **III. PLANOS**

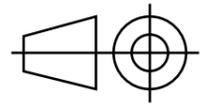
01. SITUACIÓN
02. EMPLAZAMIENTO I
03. EMPLAZAMIENTO II
04. PLANO DE CONJUNTO
05. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA
06. PLANTA DIMENSIONES INTERIOR
07. PLANTA DE CUBIERTA
08. DIMENSIONES MÓDULOS
09. DETALLES CONSTRUCTIVOS: UNIÓN ENTRE MÓDULOS
10. DETALLES CONSTRUCTIVOS: SECCIÓN ENVOLVENTE
11. ESTRUCTURA
12. CIMENTACIÓN PILOEDRES
13. ELECTRICIDAD I
14. ELECTRICIDAD II
15. FONTANERÍA
16. SANEAMIENTO

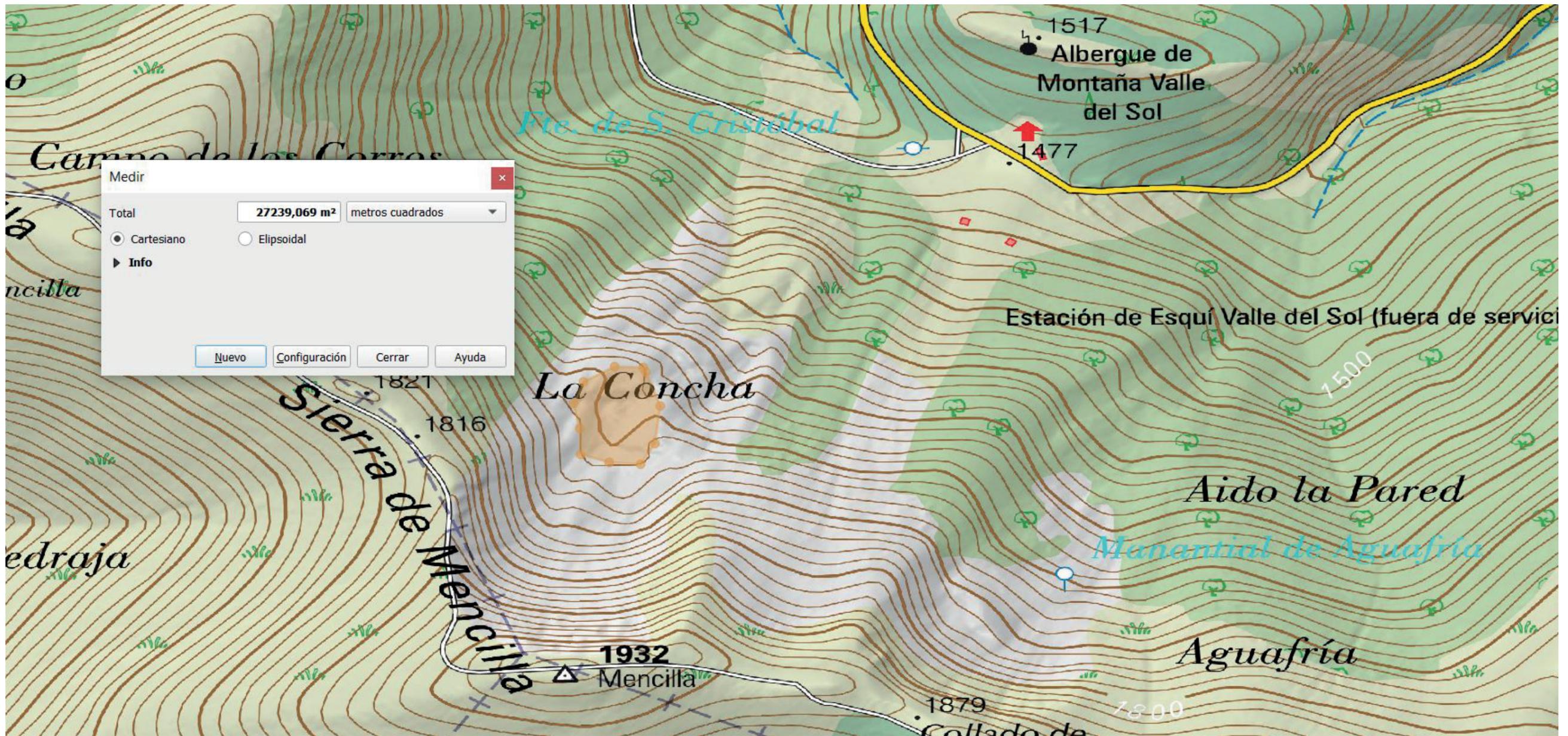




 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			
TÍTULO:			
<b>DISEÑO DE UNA CABAÑA INDUSTRIALIZADA PARA UNA ESTACIÓN INVERNAL</b>			
PLANO:		SITUACIÓN	
FORMATO:		FECHA:	Nº PLANO:
A3		06/2021	01
TRABAJO DE FIN DE GRADO		ESCALA:	FIRMA:
		1:20000	 <small>Fdo: Mario Barriuso San Pedro</small>
		Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto	



 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			
TÍTULO:			
<b>DISEÑO DE UNA CABAÑA INDUSTRIALIZADA PARA UNA ESTACIÓN INVERNAL</b>			
PLANO:			
<b>EMPLAZAMIENTO I</b>			
FORMATO:		FECHA:	Nº PLANO:
A3		06/2021	02
TRABAJO DE FIN DE GRADO		ESCALA:	FIRMA:
		1:8000	 <small>Fdo: Mario Barriuso San Pedro</small>
<small>Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto</small>			



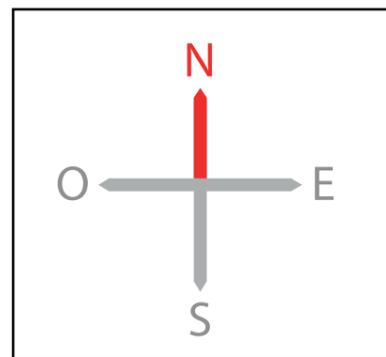
Medir

Total: **27239,069 m<sup>2</sup>** metros cuadrados

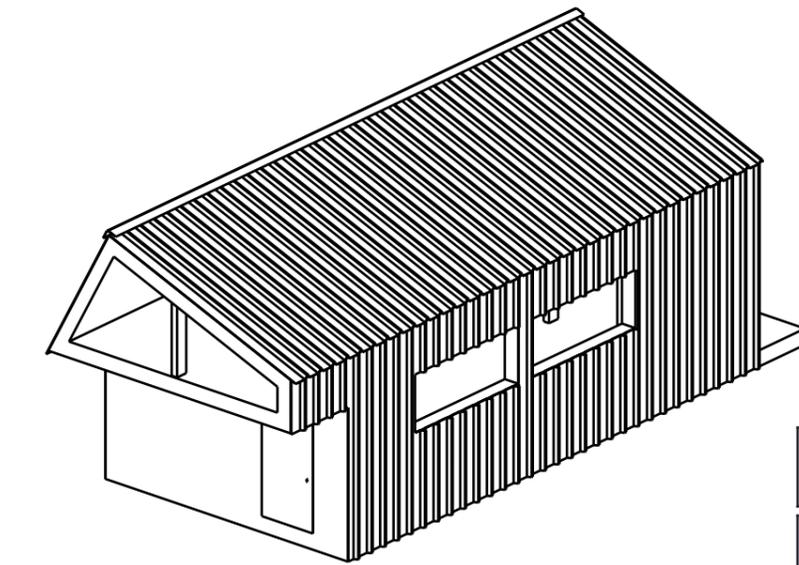
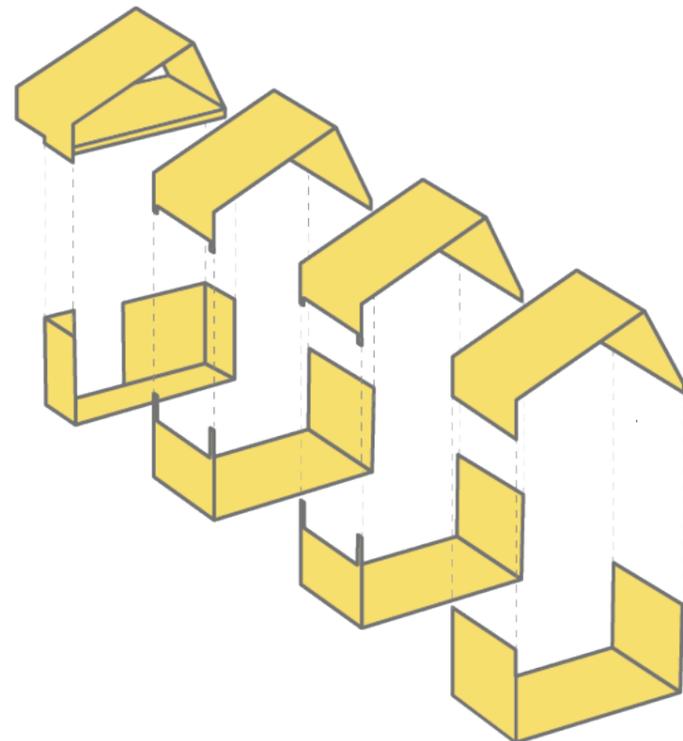
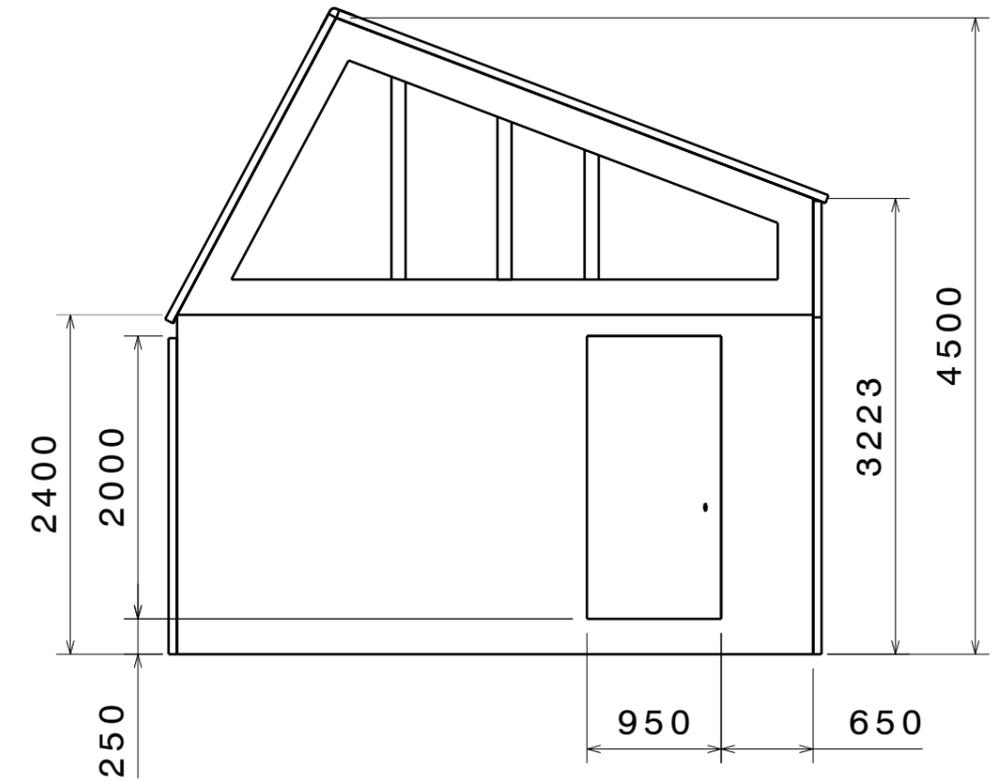
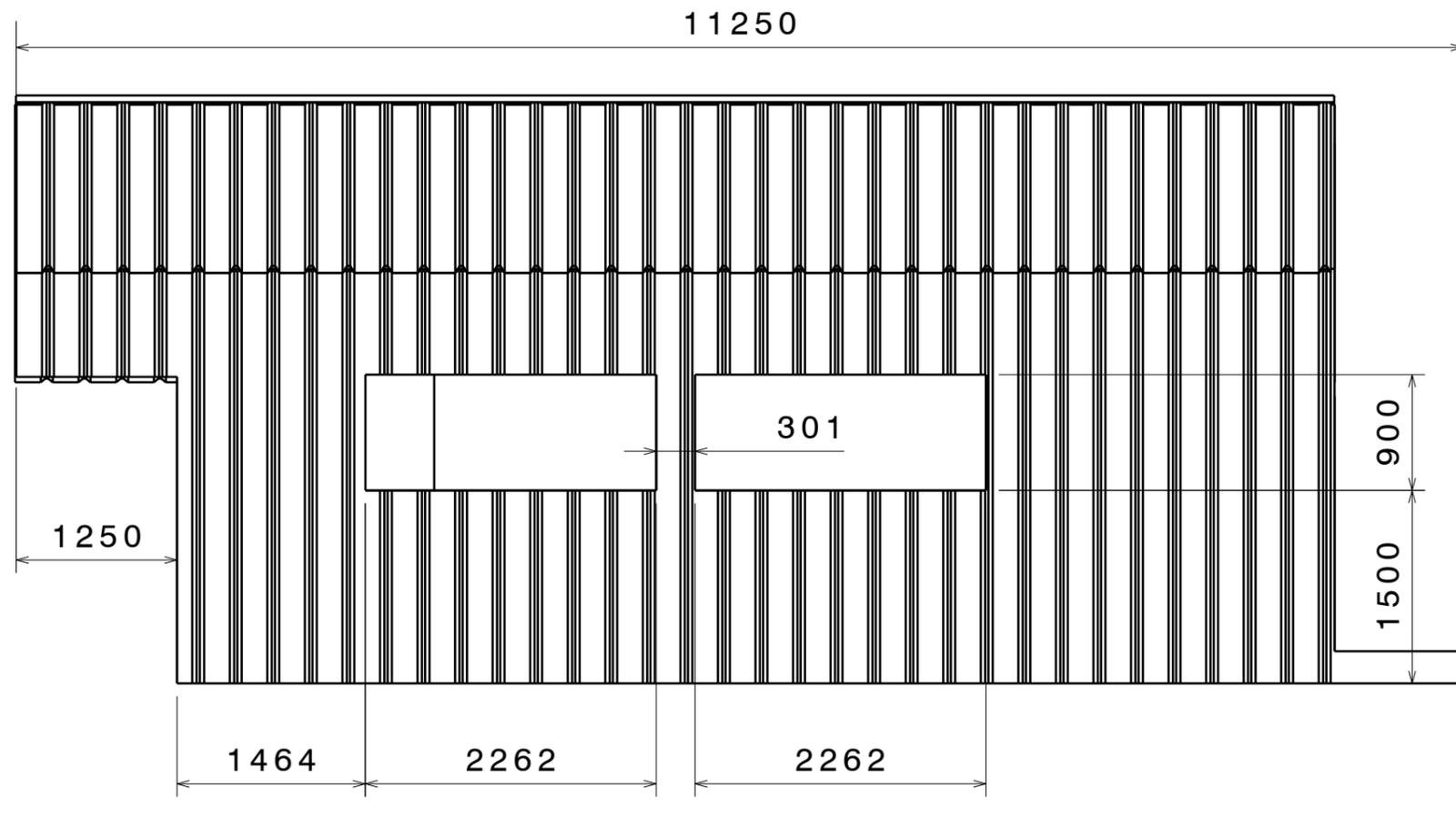
Cartesiano  Elipsoidal

► Info

Nuevo Configuración Cerrar Ayuda

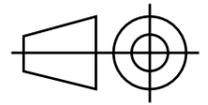


UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			
TÍTULO:			
<b>DISEÑO DE UNA CABAÑA INDUSTRIALIZADA PARA UNA ESTACIÓN INVERNAL</b>			
PLANO:			
EMPLAZAMIENTO II			
FORMATO:		FECHA:	Nº PLANO:
A3		06/2021	03
TRABAJO DE FIN DE GRADO		ESCALA:	FIRMA:
		1:4500	 <small>Fdo: Mario Barriuso San Pedro</small>
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto			

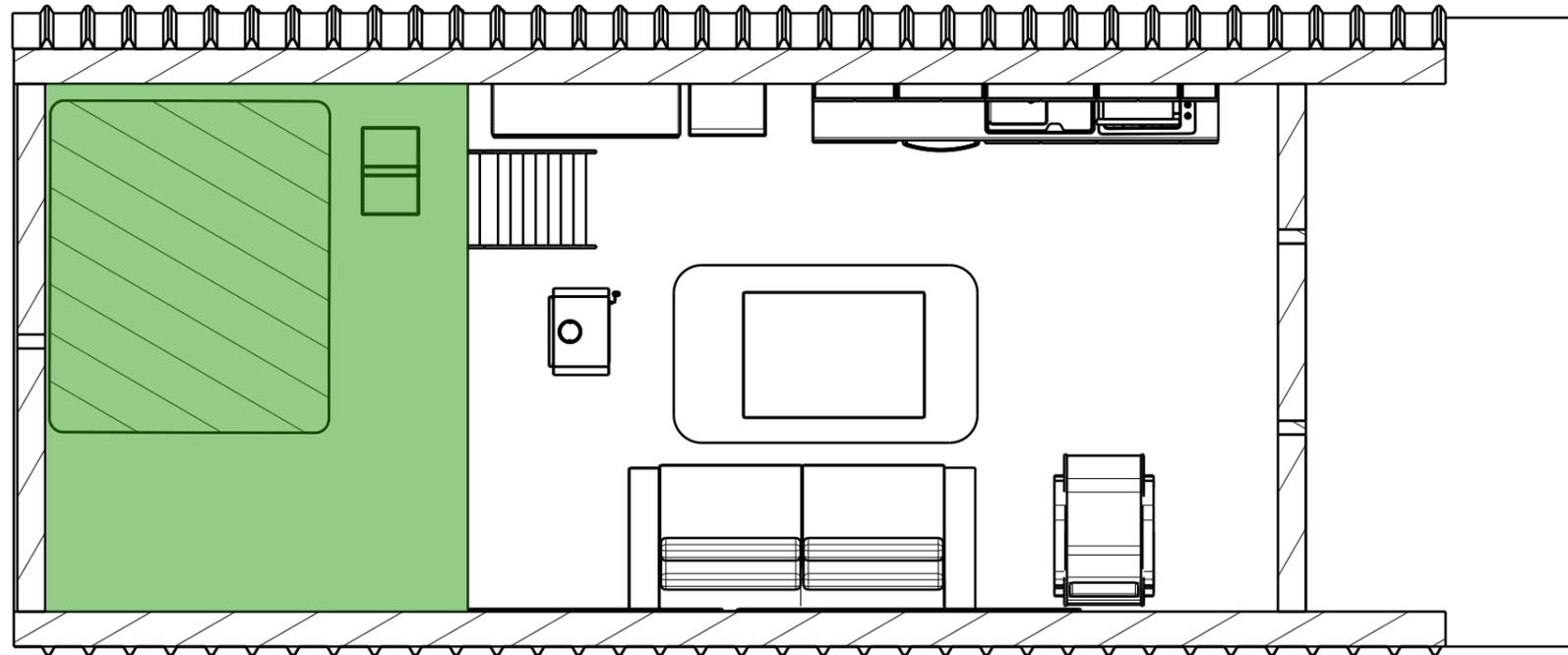


Vista isométrica

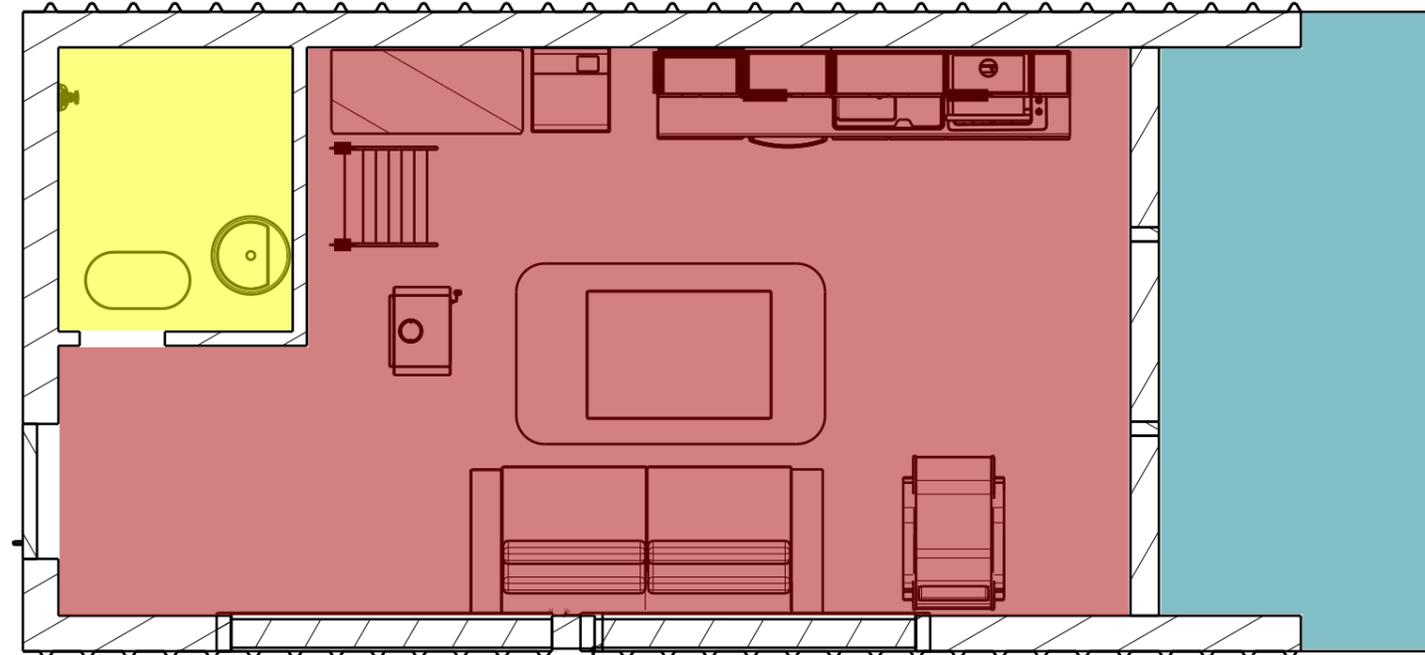
Explosionado de módulos

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			
TÍTULO: <b>DISEÑO DE UNA CABAÑA INDUSTRIALIZADA PARA UNA ESTACIÓN INVERNAL</b>			
PLANO: <b>PLANO DE CONJUNTO</b>			
FORMATO: <b>A3</b>		FECHA: <b>06/2021</b>	N° PLANO: <b>04</b>
<b>TRABAJO DE FIN DE GRADO</b>		ESCALA: <b>1:50</b>	FIRMA:  <small>Fdo: Mario Barriuso San Pedro</small>
<small>Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto</small>			

Planta dormitorio



Planta baja



**Estancia principal:** 26.5 m<sup>2</sup>

**Baño:** 3.3 m<sup>2</sup>

**Dormitorio:** 12.5 m<sup>2</sup>

**Terraza:** 8.5 m<sup>2</sup>

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

TÍTULO:  
**DISEÑO DE UNA CABAÑA INDUSTRIALIZADA PARA UNA ESTACIÓN INVERNAL**

PLANO:  
DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

FORMATO:  
A3



FECHA:  
06/2021

Nº PLANO:  
05

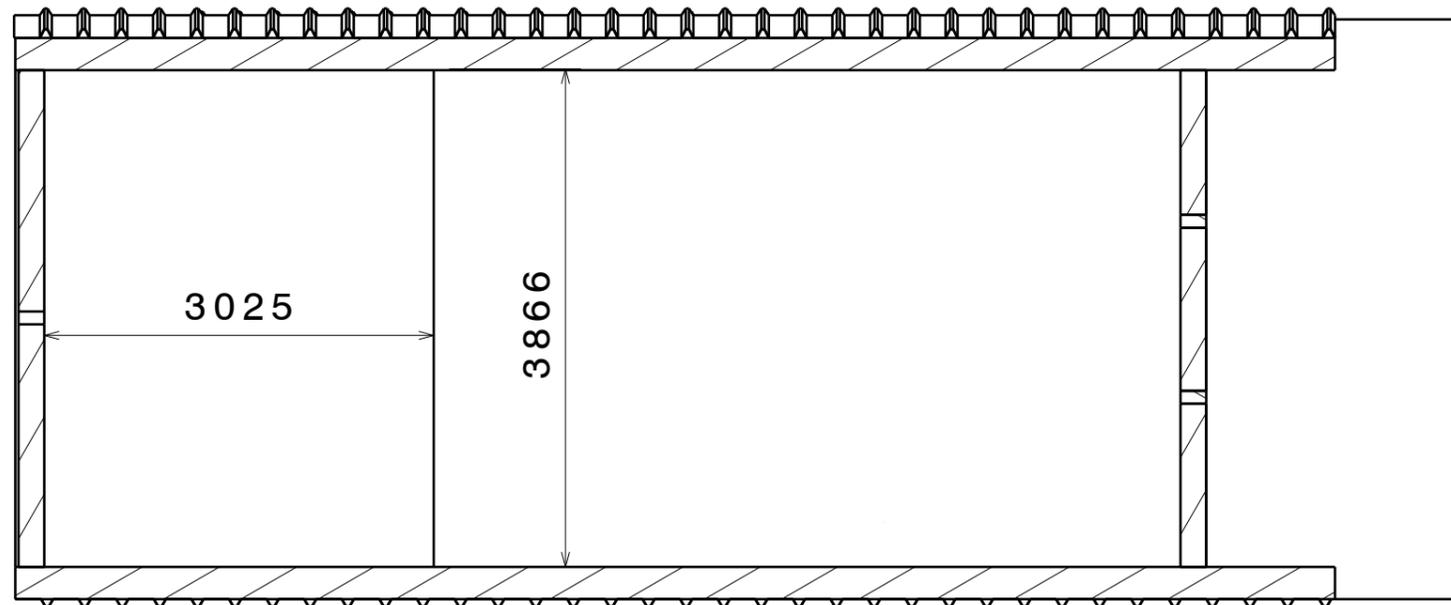
ESCALA:  
1:50

FIRMA:

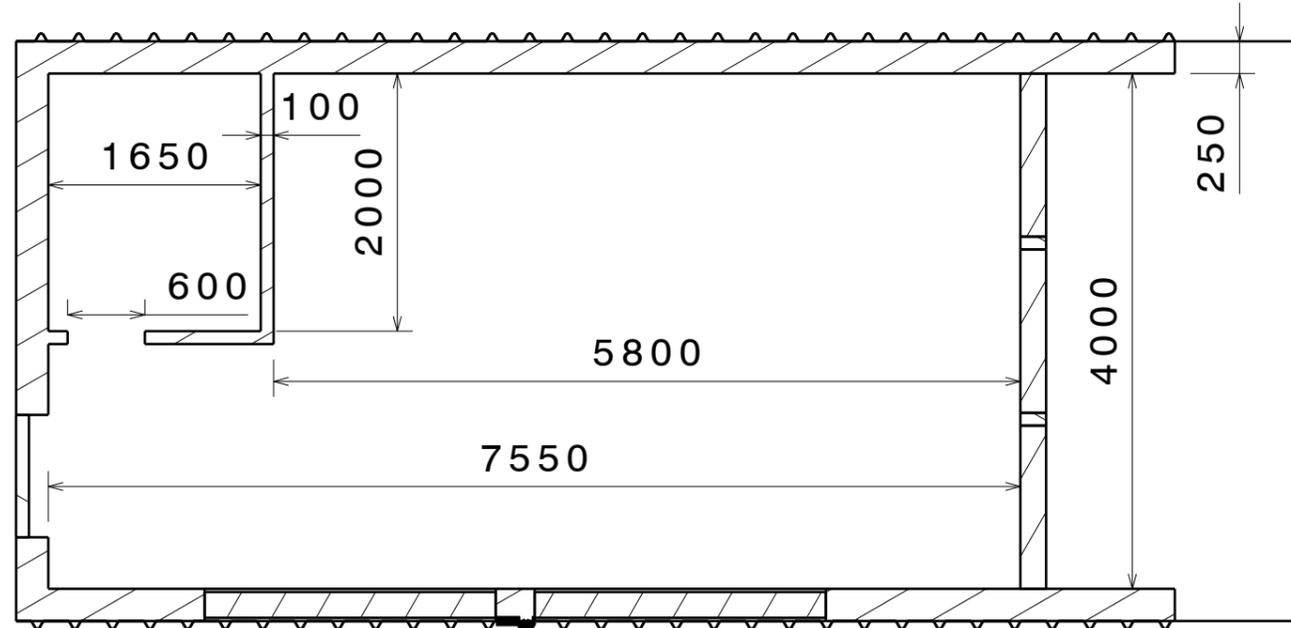
Fdo: Mario Barriuso San Pedro

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto



Planta dormitorio



Planta baja

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
 ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

TÍTULO:  
**DISEÑO DE UNA CABAÑA INDUSTRIALIZADA PARA UNA ESTACIÓN INVERNAL**

PLANO:  
 PLANTA DIMENSIONES INTERIOR

FORMATO:  
 A3



FECHA:  
 06/2021

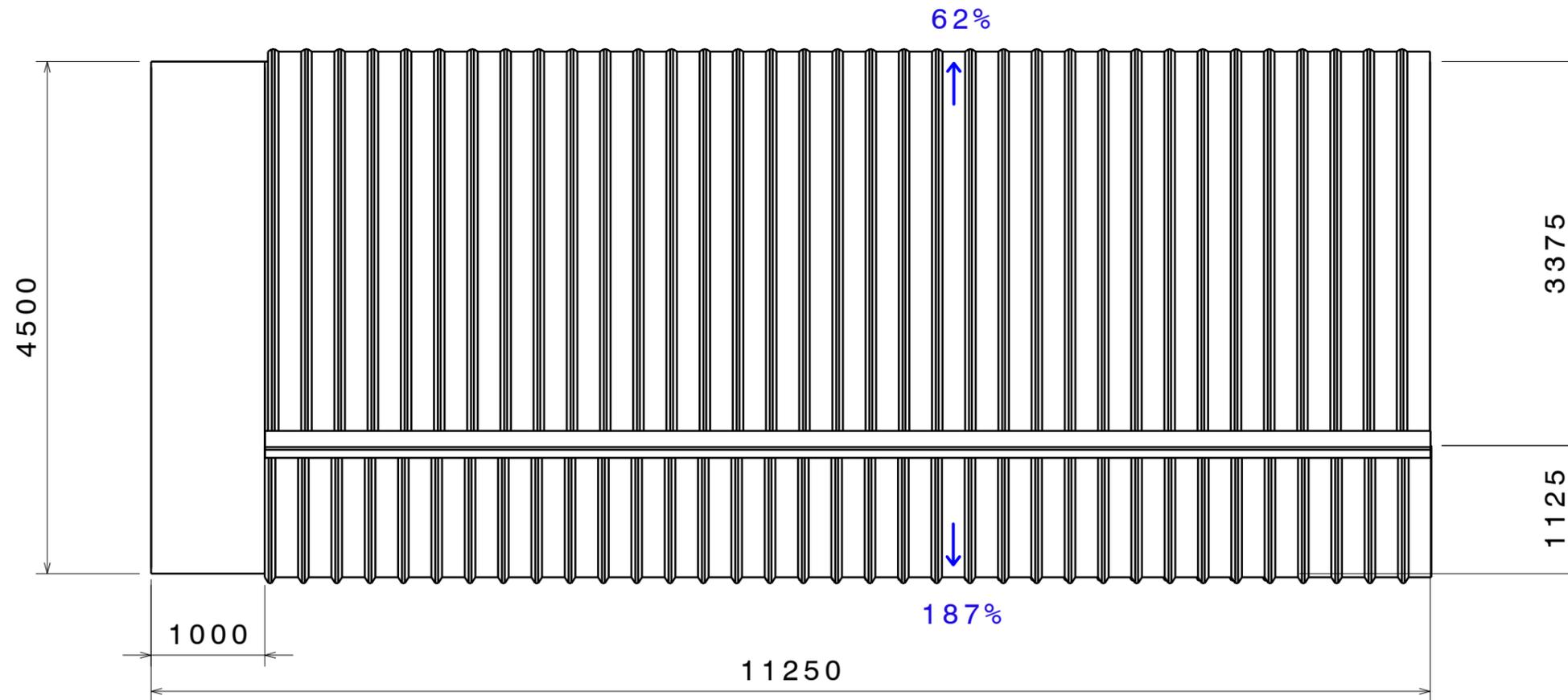
Nº PLANO:  
 06

ESCALA:  
 1:50

FIRMA:  


TRABAJO DE FIN DE GRADO

Fdo: Mario Barriuso San Pedro  
 Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

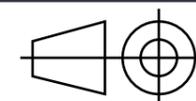


 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
 ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

TÍTULO:  
**DISEÑO DE UNA CABAÑA INDUSTRIALIZADA PARA UNA ESTACIÓN INVERNAL**

PLANO:  
 PLANTA DE CUBIERTA

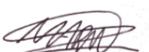
FORMATO:  
 A3



FECHA:  
 06/2021

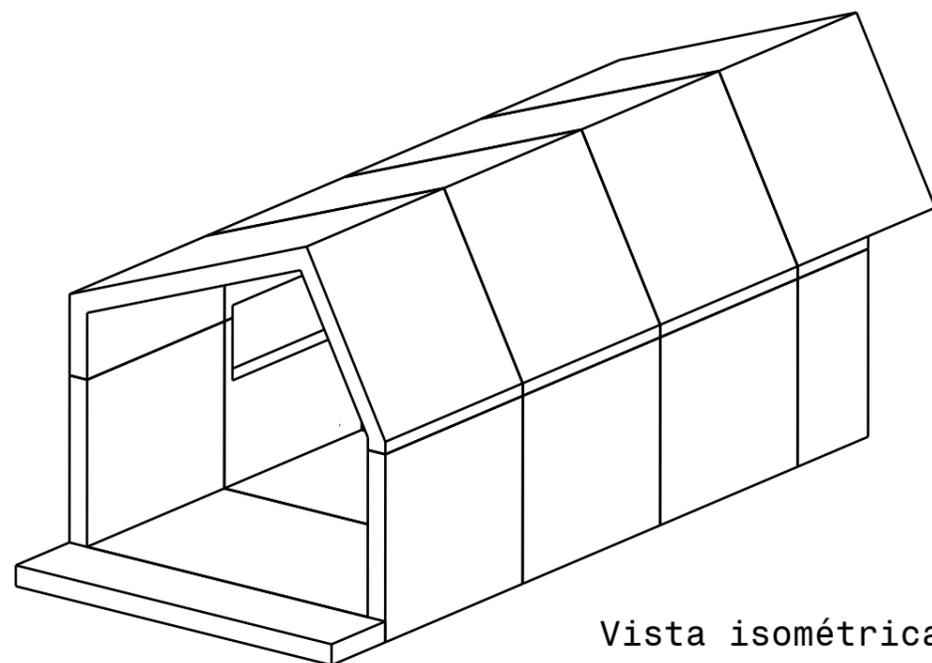
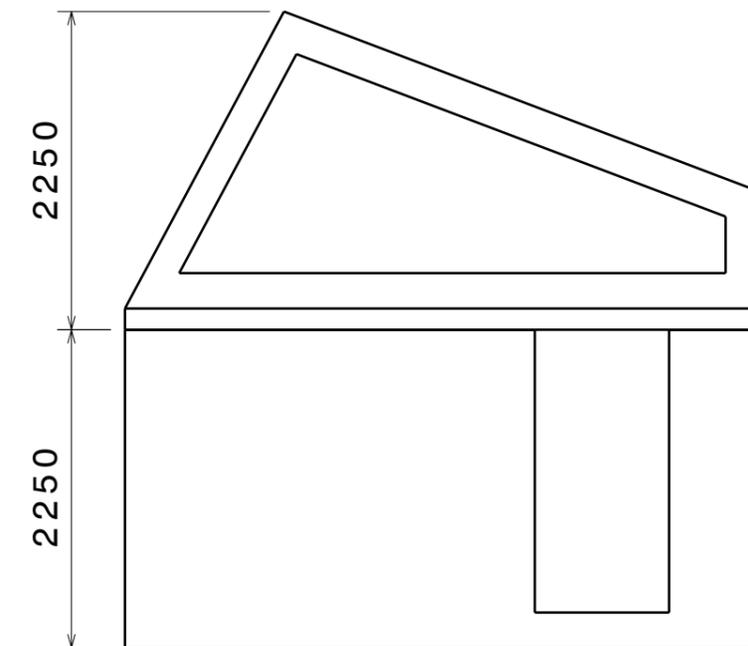
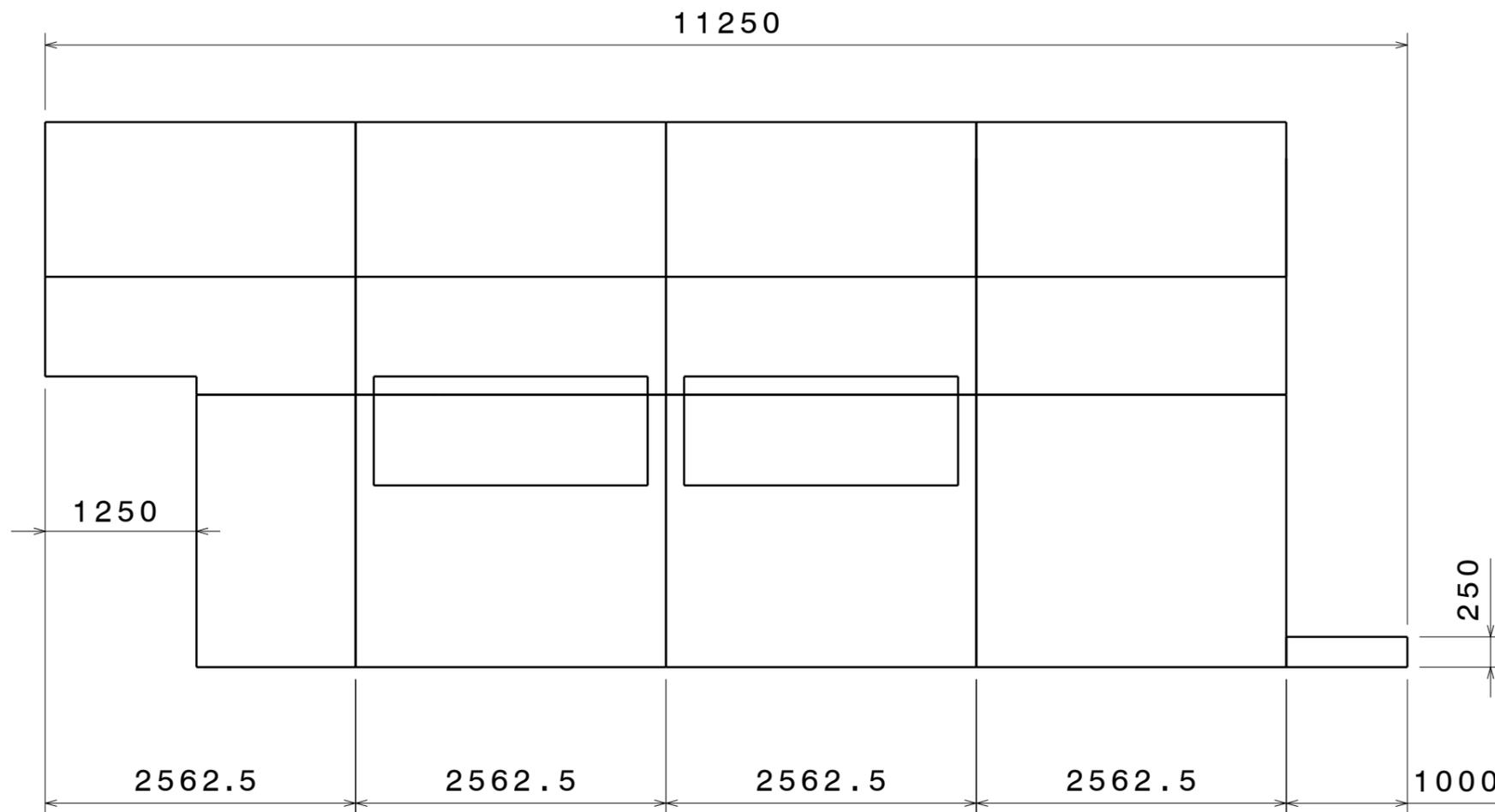
Nº PLANO:  
 07

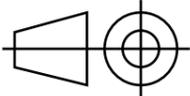
ESCALA:  
 1:50

FIRMA:  


TRABAJO DE FIN DE GRADO

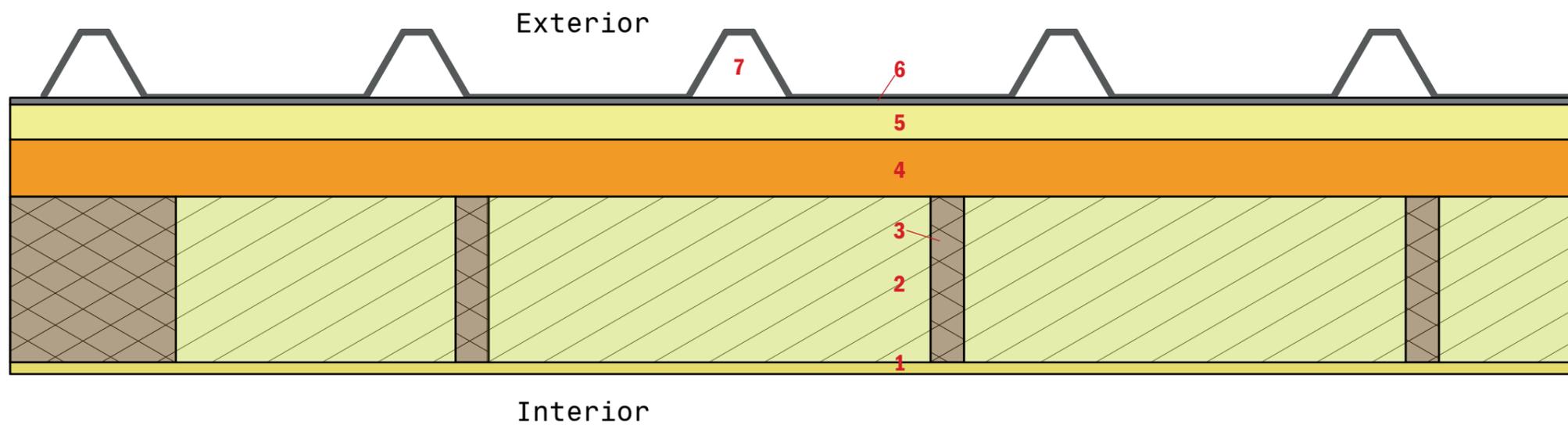
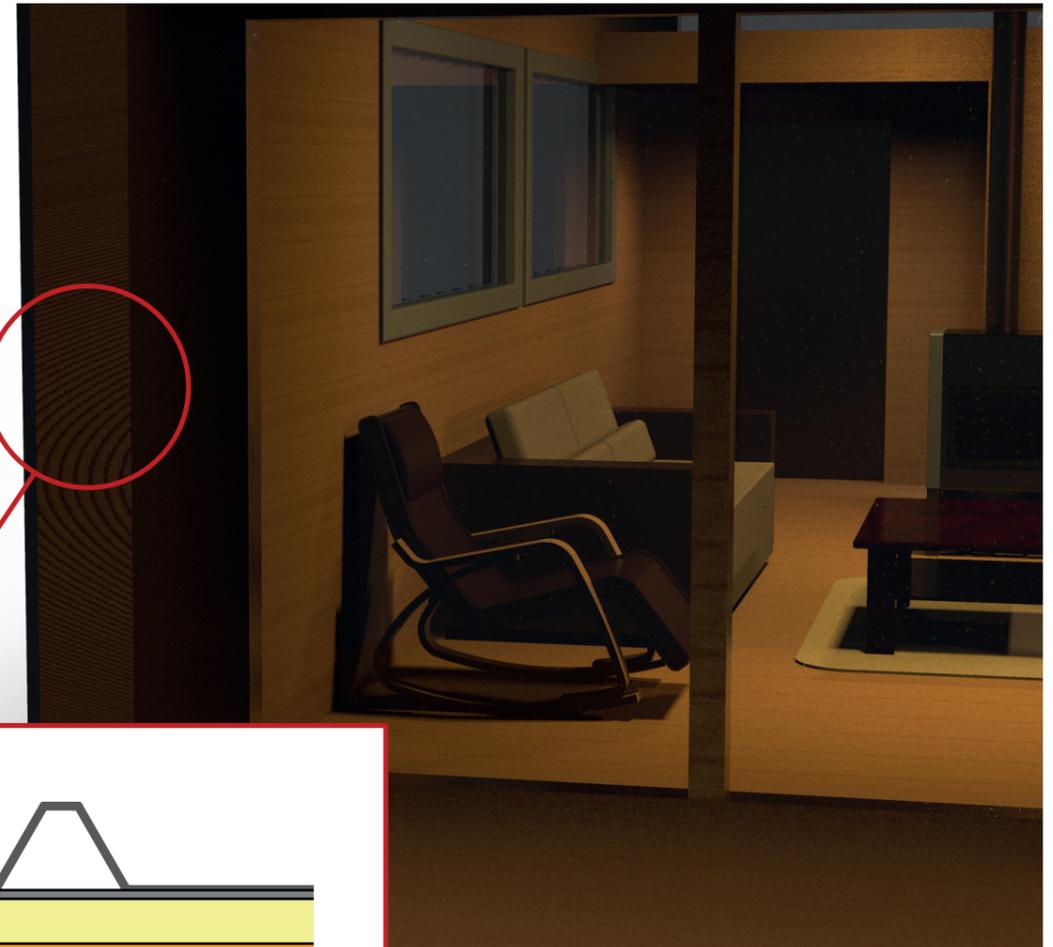
Fdo: Mario Barriuso San Pedro  
 Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto



 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			
TÍTULO: <b>DISEÑO DE UNA CABAÑA INDUSTRIALIZADA PARA UNA ESTACIÓN INVERNAL</b>			
PLANO: <b>DIMENSIONES MÓDULOS</b>			
FORMATO: <b>A3</b>		FECHA: <b>06/2021</b>	N° PLANO: <b>08</b>
TRABAJO DE FIN DE GRADO		ESCALA: <b>1:50</b>	FIRMA:  <small>Fdo: Mario Barriuso San Pedro</small>
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto			



- 1 Láminas madera de pino. E = 10 mm
- 2 Lana de roca. E = 150 mm
- 3 Estructura madera roble. E = 150 mm
- 4 Planchas de corcho. E = 40 mm
- 5 Tablero OSB. E = 20 mm
- 6 Tela aislante Tyvek Housewrap. E = 1 mm
- 7 Chapa aluminio corrugado. E = 1 mm



Vista de sección

TÍTULO:  
**DISEÑO DE UNA CABAÑA INDUSTRIALIZADA PARA UNA ESTACIÓN INVERNAL**

PLANO:  
DETALLES CONSTRUCTIVOS: SECCIÓN ENVOLVENTE

FORMATO:  
A3



FECHA:  
06/2021

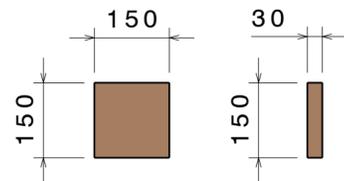
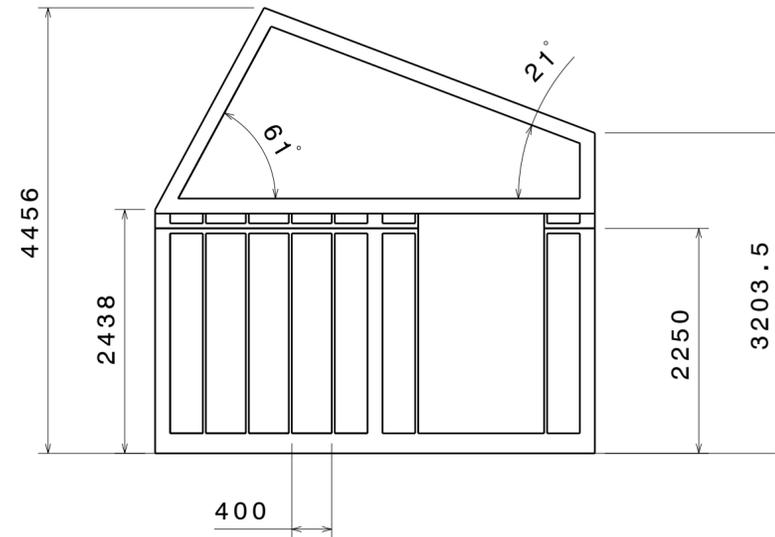
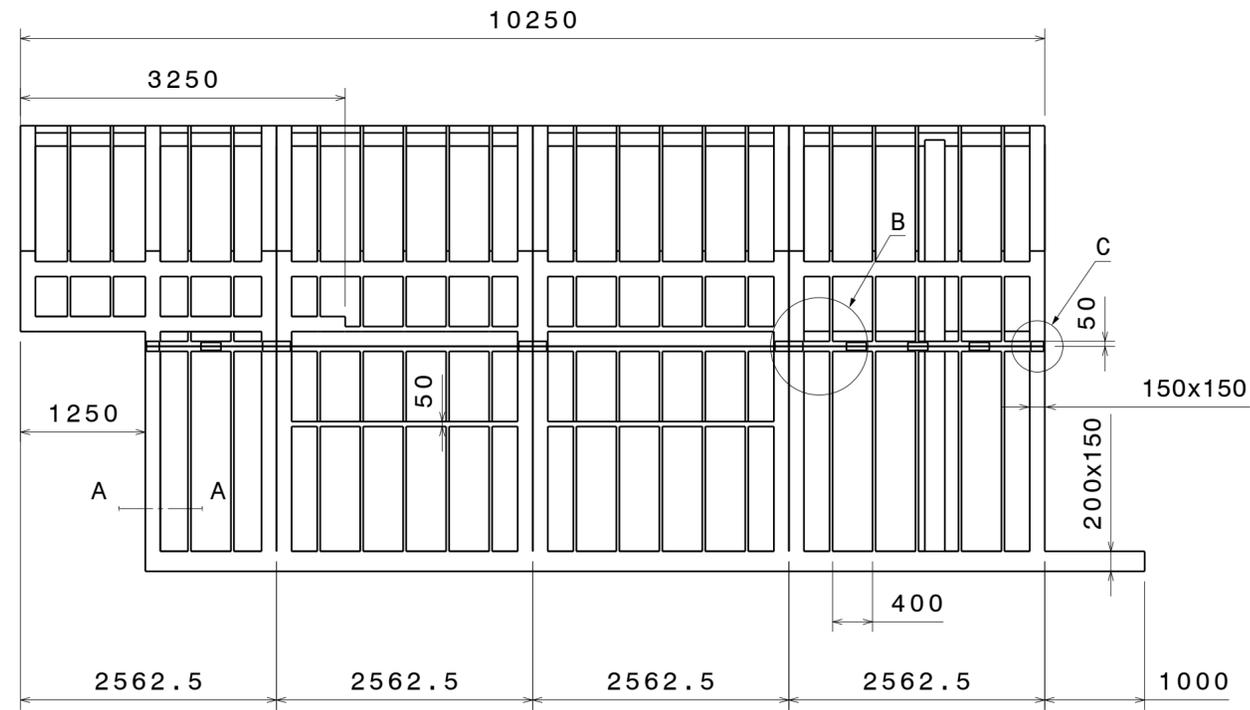
Nº PLANO:  
10

ESCALA:  
1:5

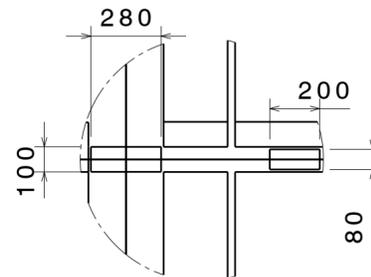
FIRMA:

TRABAJO DE FIN DE GRADO

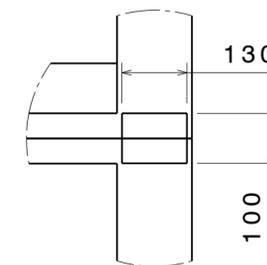
Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto



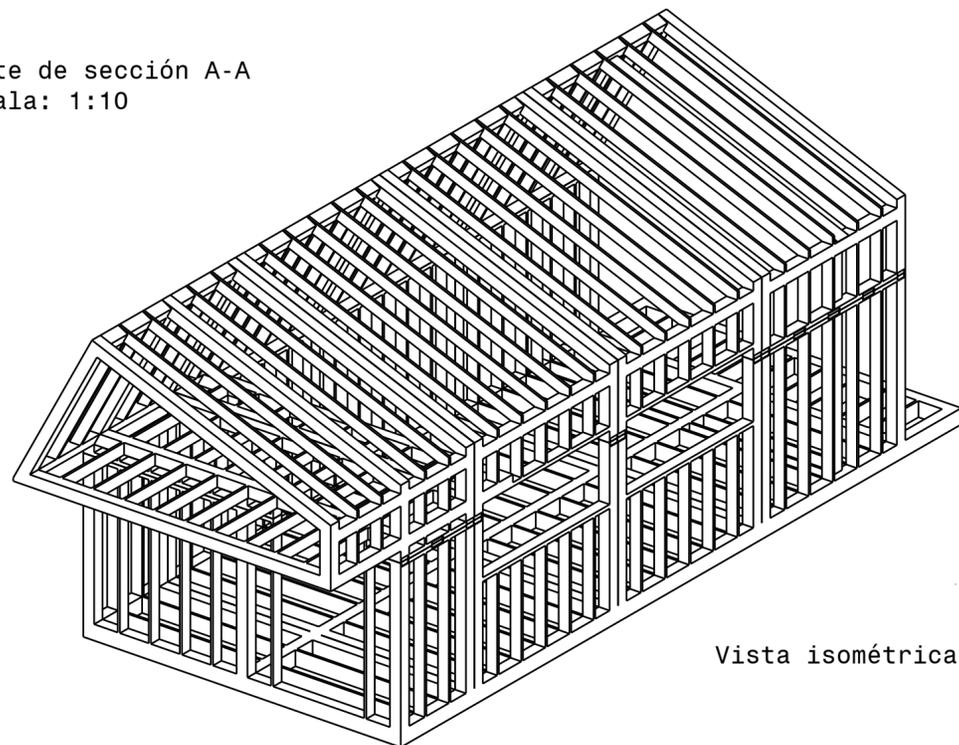
Corte de sección A-A  
Escala: 1:10



Detalle B  
Escala: 1:20

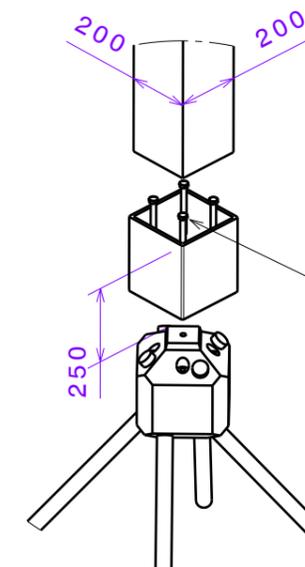
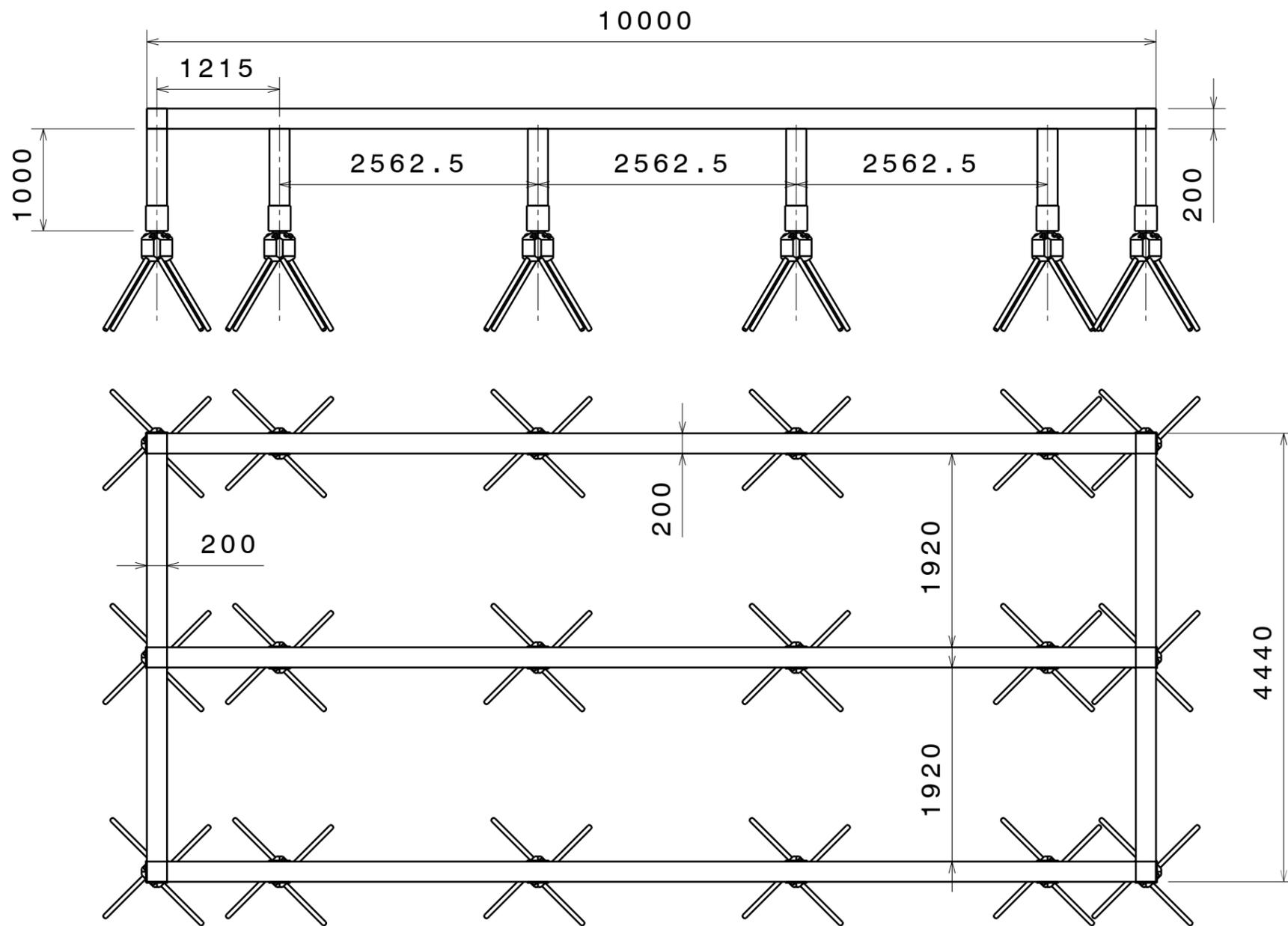


Detalle C  
Escala: 1:10



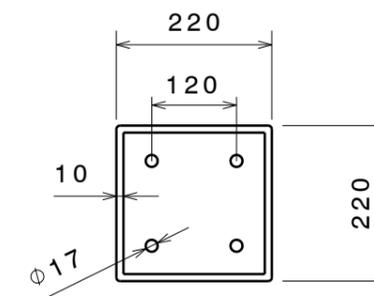
Vista isométrica

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			
TÍTULO: <b>DISEÑO DE UNA CABAÑA INDUSTRIALIZADA PARA UNA ESTACIÓN INVERNAL</b>			
PLANO:		ESTRUCTURA	
FORMATO: A2		FECHA: 06/2021	Nº PLANO: 11
TRABAJO DE FIN DE GRADO		ESCALA: 1:50	FIRMA: 
Fdo: Mario Barriuso San Pedro Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto			



Detalle piloedre  
Escala: 1:20

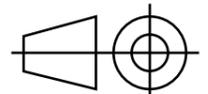
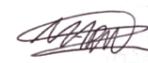
4xISO 4017 M16x160

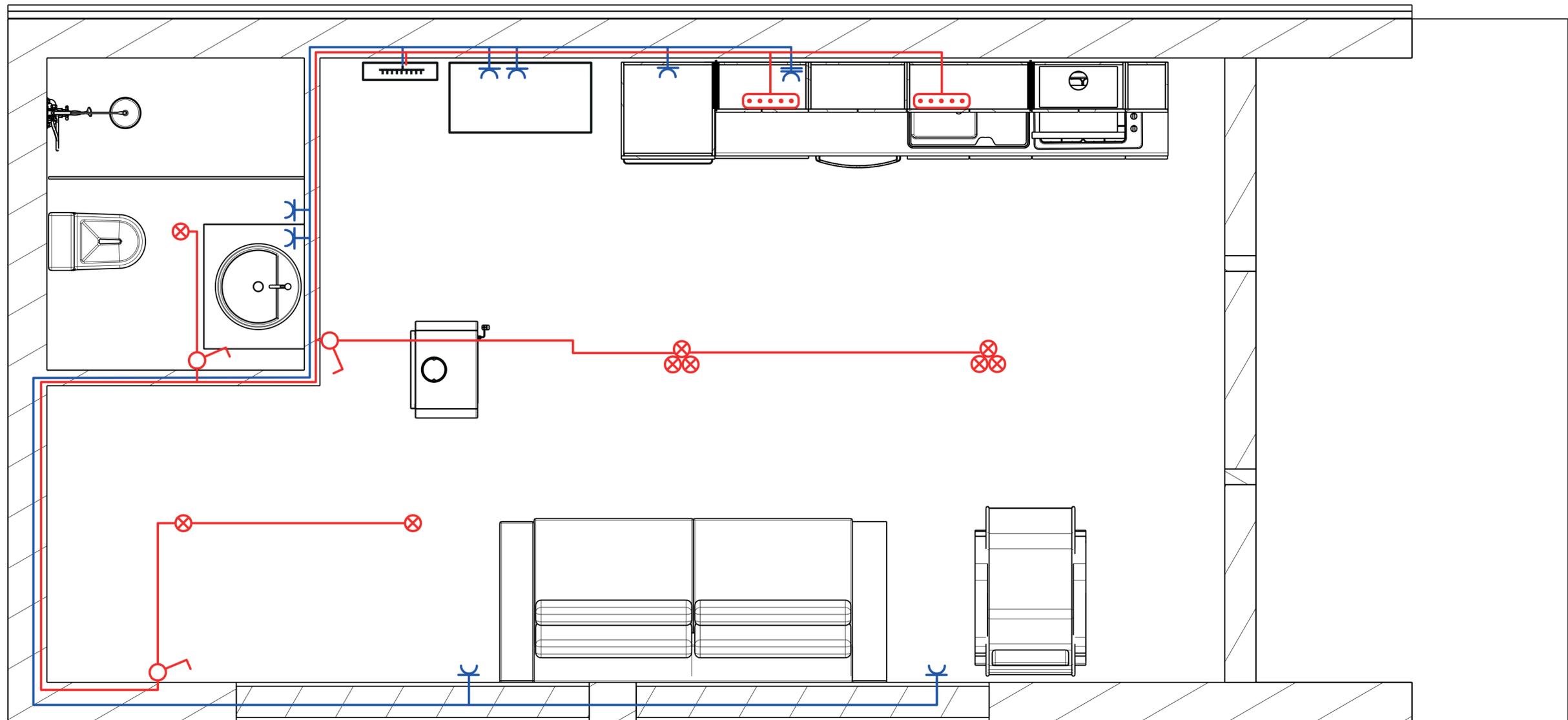


Detalle funda piloedre  
Escala: 1:10  
Material: acero



Vista isométrica

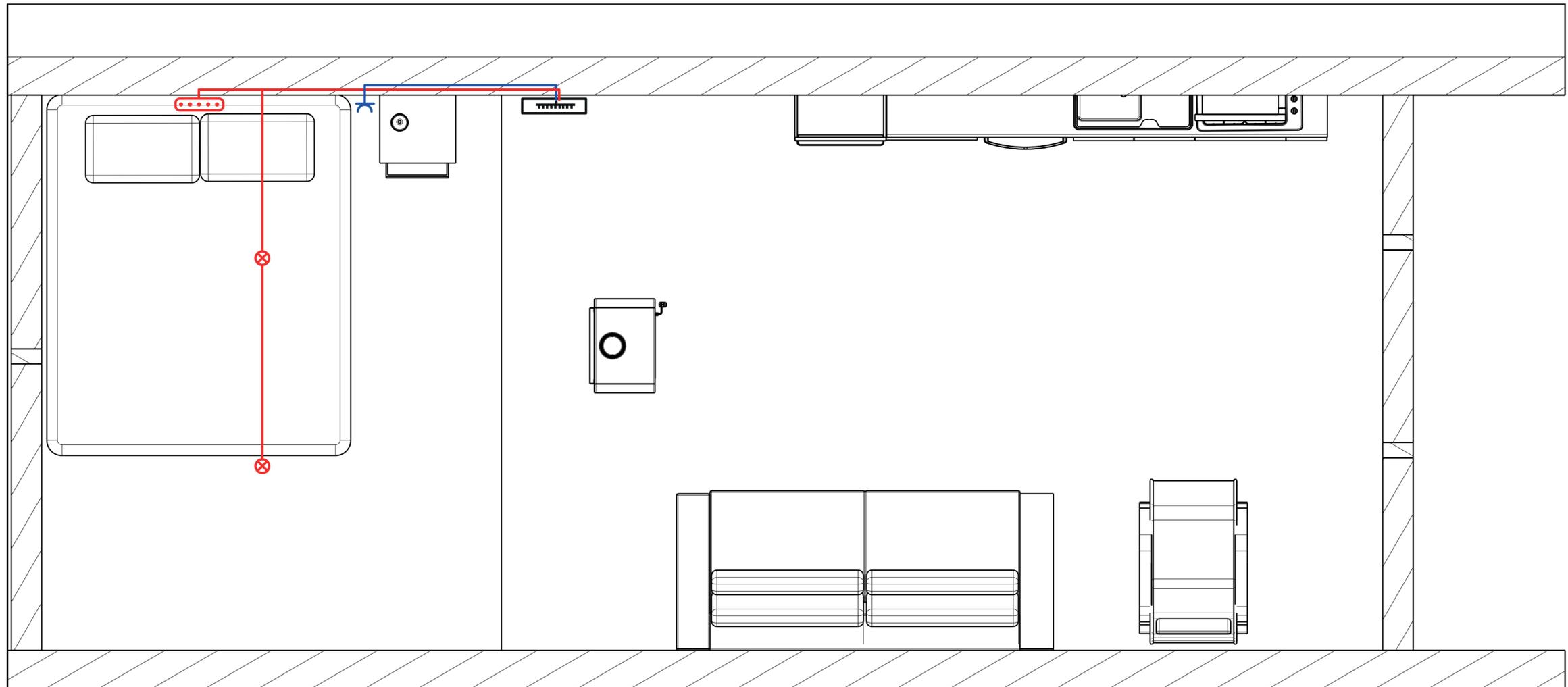
 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			
TÍTULO:			
<b>DISEÑO DE UNA CABAÑA INDUSTRIALIZADA PARA UNA ESTACIÓN INVERNAL</b>			
PLANO:			
<b>CIMENTACIÓN PILOEDRES</b>			
FORMATO:		FECHA:	Nº PLANO:
A3		06/2021	12
TRABAJO DE FIN DE GRADO		ESCALA:	FIRMA:
		1:50	 <small>Fdo: Mario Barriuso San Pedro</small>
		<small>Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto</small>	



	Interruptor		Toma 16A
	Luminaria		Toma 25A
	Tira led		Cuadro eléctrico

	Componentes cuadro eléctrico
	- Interruptor general 25A
	- Interruptor diferencial 25A+0.03mA
	- 2 interruptores magnetotérmicos de 16A y 25A

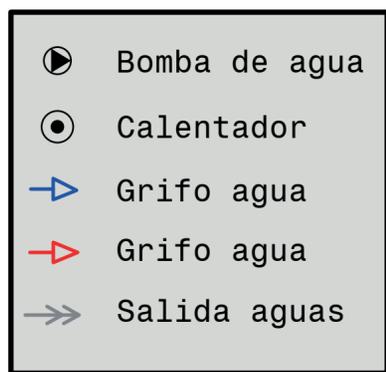
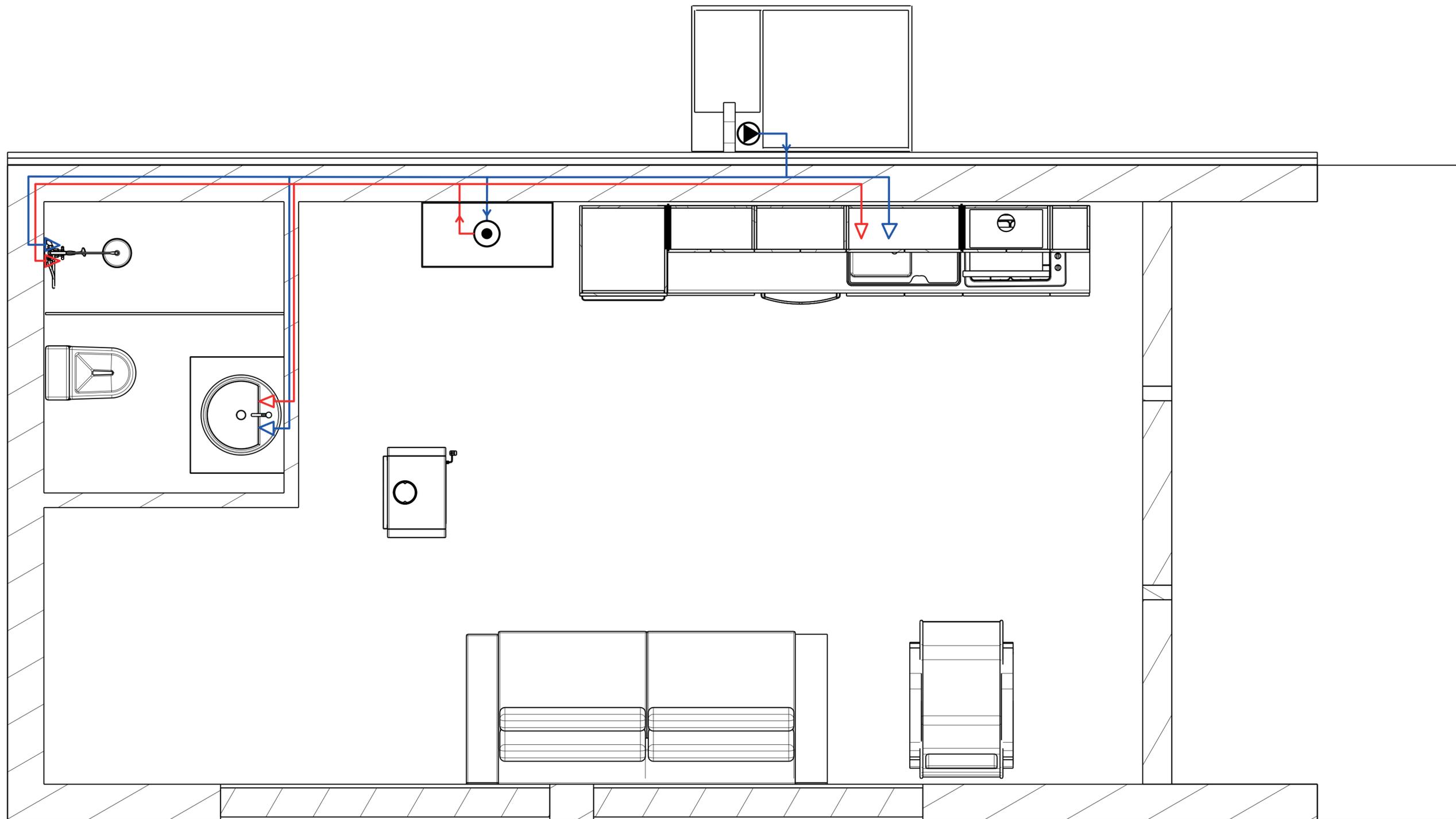
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			
TÍTULO: <b>DISEÑO DE UNA CABAÑA INDUSTRIALIZADA PARA UNA ESTACIÓN INVERNAL</b>			
PLANO: ELECTRICIDAD I			
FORMATO: A2		FECHA: 06/2021	N° PLANO: 13
TRABAJO DE FIN DE GRADO		ESCALA: 1:20	FIRMA:  <small>Fdo: Mario Barriuso San Pedro</small>
		<small>Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto</small>	



	Interruptor		Toma 16A
	Luminaria		Cuadro eléctrico
	Tira led		

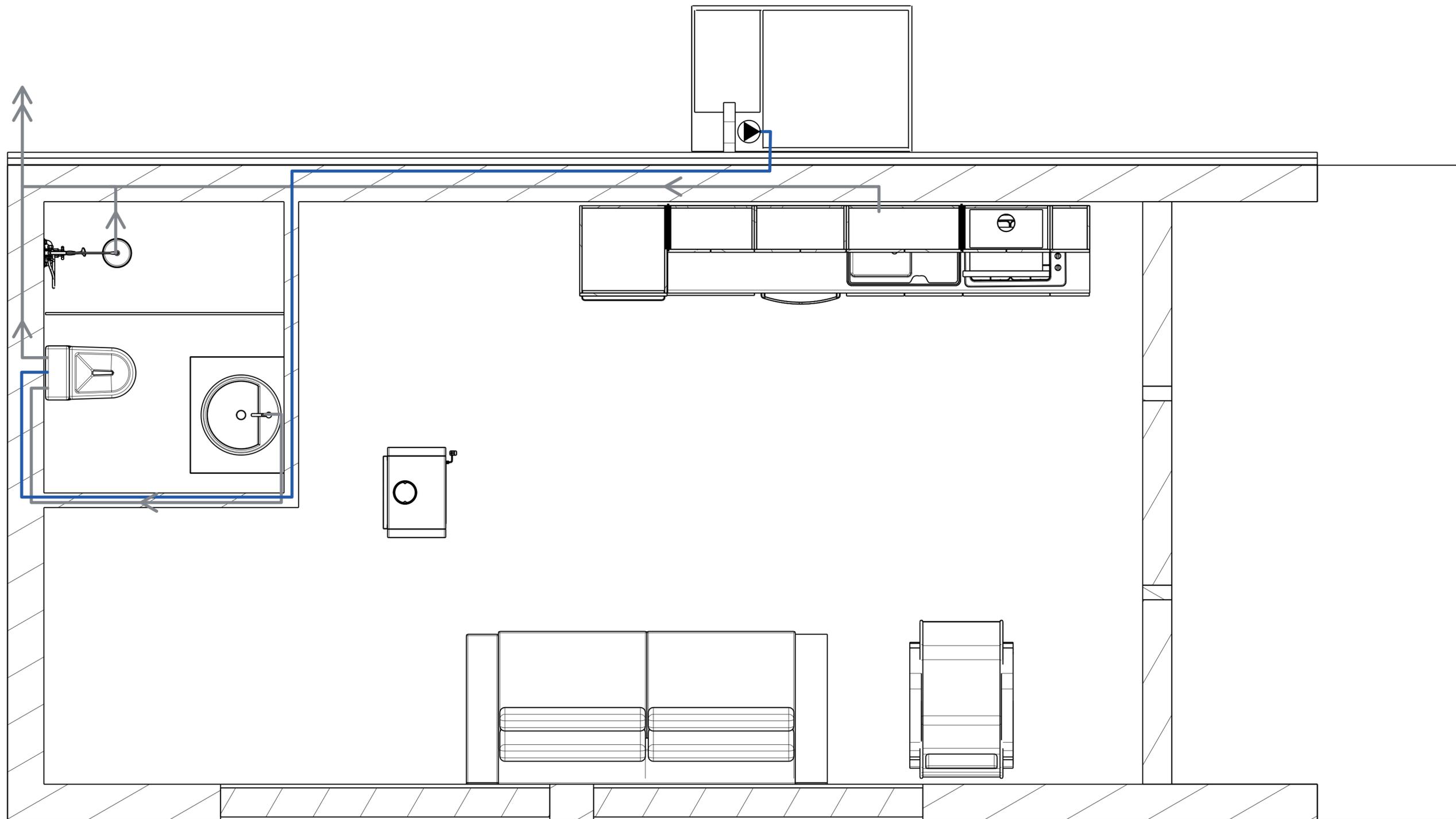
	Componentes cuadro eléctrico
	-Interruptor general 25A
	-Interruptor diferencial 25A+0.03mA
	-2 interruptores magnetotérmicos de 16A y 25A

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			
TÍTULO: <b>DISEÑO DE UNA CABAÑA INDUSTRIALIZADA PARA UNA ESTACIÓN INVERNAL</b>			
PLANO: ELECTRICIDAD II			
FORMATO: A2		FECHA: 06/2021	Nº PLANO: 14
TRABAJO DE FIN DE GRADO		ESCALA: 1:20	FIRMA:  <small>Fdo: Mario Barriuso San Pedro</small>
<small>Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto</small>			



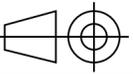
Tuberías de PVC diámetro según CTE  
Documentos Básico HS Salubridad

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			
TÍTULO: <b>DISEÑO DE UNA CABAÑA INDUSTRIALIZADA PARA UNA ESTACIÓN INVERNAL</b>			
PLANO:		FONTANERÍA	
FORMATO: A2		FECHA: 06/2021	Nº PLANO: 15
TRABAJO DE FIN DE GRADO		ESCALA: 1:20	FIRMA:
		<small>Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto</small> <small>Fdo: Mario Barriuso San Pedro</small>	



-  Bomba de agua
-  Calentador
-  Grifo agua
-  Grifo agua
-  Salida aguas

Tuberías de PVC diámetro según CTE  
 Documentos Básico HS Salubridad

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES			
TÍTULO:			
<b>DISEÑO DE UNA CABAÑA INDUSTRIALIZADA PARA UNA ESTACIÓN INVERNAL</b>			
PLANO:			
SANEAMIENTO			
FORMATO:		FECHA:	Nº PLANO:
A2		06/2021	16
TRABAJO DE FIN DE GRADO		ESCALA:	FIRMA:
		1:20	 <small>Fdo: Mario Barruso San Pedro</small>
		<small>Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto</small>	

## IV. PRESUPUESTO

Se realiza el presente presupuesto de la cabaña con el fin de aproximar el coste total de fabricación y servir de referencia para su construcción y futuros promotores.

El presupuesto industrial consiste en el procedimiento seguido para el cálculo del precio de venta en fábrica del producto obtenido y va destinado a fabricaciones intermitentes bajo pedido. Está formado por las siguientes partidas que se irán detallando a continuación:

- Costo de fabricación (incluido montaje)
- Mano de obra indirecta (m.o.i.)
- Cargas Sociales (C.S.)
- Gastos Generales (G.G.)
- Beneficio Industrial (B.I.)

# 1. Costo de fabricación

El costo de fabricación está compuesto por el material, la mano de obra directa y el puesto de trabajo, es decir, los tres componentes directos de la producción.

$$\text{Costo de fabricación} = \text{material} + \text{M.O.D.} + \text{Puesto de trabajo}$$

MATERIAL		CANTIDAD		PRECIO	
DENOMINACIÓN	PROVEEDOR	m2	m3	€/UNIDAD	TOTAL
Madera de roble	Maderas Garcia Varona		6,9	937,75	6.470,48
Lana de roca	Rock Wool	100		10,88	1.088,00
Planchas de corcho	Cork Shop Bcn	135		18,25	2.463,75
Láminas madera pino	Brico Depot	107		5,95	636,65
Tablero OSB	Brico Depot		2,18	389,24	848,54
Tela aislante Tyvek	Dupont	109		1,9646	275,04
Chapas aluminio	Leroy Merlin	110		9,87	1.085,70
Chapa acero 10 mm	ArcelorMittal	5,536	0,05536	5€/kg	2.175,00
					15.043,16
		unidades	m		
Piloedre	Piloedre	18		222,5	4.005,00
Tornillos ISO 4017 M16	Index	72		3,429	246,89
KOP DIN571 12x120	Index	392		0,505	197,96
KOP DIN571 16x120	Index	80		0,61	48,80
Puntas 80 mm	Brico Mart	483		0,01418	6,85
Puntas 40 mm	Leroy Merlin	80		0,0369	2,95
Tuberías PVC	Leroy Merlin		28	0,92	25,76
Codos y te PVC	Leroy Merlin	24		0,19	4,56
					4.538,77

Tabla 3: Costo del material

$$\text{Coste del material} = 15043.162 + 4538.77 = 19581.9\text{€}$$

Para el cálculo de la mano de obra directa se establecen primero los días de trabajo reales al año y el número de horas trabajadas efectivas:

Días naturales, Dn	365
Deducciones, D	132
Domingos	52
Sábados	52
Vacaciones	20
Fiestas	8
Días reales, Dr=Dn-D	233
Horas de trabajo efectivas/año	1.864

Tabla 4: días de trabajo

También se establece la remuneración de la mano de obra según la categoría de la misma:

Concepto	Of 1ª	Of 2ª	Of 3ª	Especialista	Peón	Aprendiz	Pinche
Salario base día Sdb	19,38	18,08	16,69	15,84	15,1	11,18	10,25
Plus día Pd	24,67	23	21,58	20,16	19,21	14,23	13,04
Salario día Sd	44,05	41,08	38,54	36	34,31	25,41	23,29
Remuneración anual	18.720	17.460	16.380	15.300	14.580	10.800	9.900
Salario/hora S	10,4	9,7	9,1	8,5	8,1	6	5,5

Tabla 5: remuneraciones

Se calcula la mano de obra directa (m.o.d.):

Tarea	Tiempo (s)	Operario	Jornal (€/h)	Tiempo (h)	T.J (€)
Corte madera	10.800	Especialista	8,5	3	25,5
Ensamble madera	21.600	Especialista	8,5	6	51
Corte lana roca	1.200	Peón	8,1	0,3333333	2,7
Instalar lana roca	3.600	Peón	8,1	1	8,1
Corte corcho	1.200	Peón	8,1	0,3333333	2,7
Fijar corcho	5.400	Peón	8,1	1,5	12,15
Corte OSB	1.200	Peón	8,1	0,3333333	2,7
Fijar OSB	5.400	Peón	8,1	1,5	12,15
Instalar tuberías	3.600	Especialista	8,5	1	8,5
Hincado Piloedres	21.600	Especialista	8,5	6	51
Instalar basamento	3.600	Peón	8,1	1	8,1
Unión módulos cabaña	9.000	Peón	8,1	2,5	20,25
Fijar tela aslante Tyvek	3.600	Peón	8,1	1	8,1
Cortar chapas aluminio	1.200	Peón	8,1	0,3333333	2,7
Fijar chapas aluminio	5.400	Peón	8,1	1,5	12,15
Coste m.o.d. para una unidad					227,8

Tabla 6: cálculo de mano de obra directa

A continuación se detallan los costes referidos al puesto de trabajo y que forman a su vez parte del costo de fabricación.

Puesto de trabajo				M.O.D.	
Nº	Denominación	Características	kW	Especialista	Peón
1	Sierra circular	230 V, 5000 rpm	2,2		X
2	Sierra de calar	230 V	0,5		X
3	Taladro atornillador	14,4V, 400 rpm	0,3		X
4	Martillo neumático	52 cc	1,7	X	

Tabla 7: maquinaria utilizada

Considerando el Coste de la energía=0.1 €/kWh, obtenemos la siguiente tabla:

Puesto de trabajo									
Nº	Precio (€)	Amortización (años)	Funcionamiento (h/año)	Vida prevista (h)	Costo puesto de trabajo (€/h)				
					Interés	Amortización	Mantenimiento	Energía	Total
1	589,1	10	400	4000	0,147	0,147	0,059	0,22	0,573
2	54,9	10	400	4000	0,014	0,014	0,005	0,05	0,083
3	89,15	10	600	6000	0,015	0,015	0,006	0,03	0,066
4	227,1	10	300	3000	0,076	0,076	0,030	0,17	0,352
TOTAL (€)									1,074

Tabla 8: puesto de trabajo

Siendo el total del costo de fabricación:

COSTO DE FABRICACIÓN			
Coste material	M.O.D.	Puesto de trabajo	TOTAL €
19.581,90	227,8	1,074	19.810,77

Tabla 9: costo de fabricación

## 2. Mano de obra indirecta (m.o.i.)

La mano de obra indirecta (m.o.i.) supone el conjunto de operarios relacionados directamente con la producción, pero sin responsabilidad sobre el puesto de trabajo.

Para su cálculo, la empresa cada año determina el porcentaje (% m.o.i.) que representa la mano de obra indirecta respecto a la directa, considerando el conjunto de operarios de ambas plantillas. En este caso se determina un porcentaje del 35%.

$$M.O.I. = M.O.D. \times 35\%$$

$$M.O.I. = 227.8. \times 35\% = 79.73 \text{ €}$$

El coste de la mano de obra indirecta asciende a 79.73€.

### 3. Cargas sociales (C.S.)

Representan el conjunto de aportaciones de la empresa a diversos Departamentos y Organismos Oficiales, para cubrir las prestaciones de los trabajadores en materia de Seguridad Social (28.14%), Accidentes de Trabajo (7.60%), Formación Profesional (0.60%), Seguro de Desempleo (2.35%), Fondo de Garantía Salarial (0.20%), Responsabilidad Civil (1%).

La empresa determina un porcentaje para las Cargas Sociales, que en este caso será del 32%. El porcentaje se aplica en el presupuesto industrial sobre el costo de mano de obra directa e indirecta.

$$C.S. = (M.O.D. + M.O.I.) \times 32\%$$

$$C.S. = (227.8 + 79.73) \times 0.32 = 98.41 \text{ €}$$

Las Cargas Sociales ascienden a un total de **98.41€**

## 4. Gastos generales (G.G.)

Los gastos generales son el costo total necesario para el funcionamiento de la empresa, excluidos los gastos ya analizados.

Cada año la empresa define el porcentaje de Gastos generales respecto a la mano de obra directa.

Se determina un porcentaje del 20% para Gastos Generales.

$$G.G. = 20\% \times M.O.D.$$

$$G.G. = 0.2 \times 227.8 = 45.56 \text{ €}$$

El coste de los Gastos generales asciende a un total de 45.56 €.

## 5. Presupuesto total

PRESUPUESTO TOTAL		
CONCEPTO	PRECIO €	
COSTO DE FABRICACIÓN (C.F.)	Coste del material	19.581,90
	M.O.D.	227,80
	Puesto de trabajo	1,07
M.O.I.	$M.O.I. = M.O.D. \times 35\%$	79,73
CARGAS SOCIALES (C.S.)	$C.S. = (M.O.D. + M.O.I.) \times 32\%$	98,41
GASTOS GENERALES (G.G.)	$G.G. = 20\% \times M.O.D.$	45,56
COSTO TOTAL EN FÁBRICA 8(CT)	$CT = C.F. + M.O.I. + C.S. + G.G.$	20.034,47
BENEFICIO INDUSTRIAL (B.I.)	$B.I. = Ct \times 0,15$	3.005,17
PRECIO DE VENTA EN FÁBRICA (Pv)	$Pv = C.T. + B.I.$	23.039,65
I.V.A.	$I.V.A. = Pv \times 0,21$	4.838,33
<b>PRECIO TOTAL</b>	$Pv + I.V.A.$	<b>27.877,97</b>

*Tabla 10: presupuesto total incluyendo Beneficio Industrial (B.I.)*

El presupuesto total asciende a la expresada cantidad de VEINTISIETE MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

## V. CONCLUSIONES

Como resultado del trabajo expuesto anteriormente se llegan a las siguientes conclusiones que se citarán a continuación.

La propuesta de diseño para la instalación de un módulo de descanso en las cercanías de la estación invernal Valle del Sol, ha supuesto un trabajo de investigación sobre la zona y un reto frente a las restricciones que la propia ubicación implicaba.

La solución adoptada consiste en una cabaña industrializada modular, la cual será transportada al emplazamiento en un considerable grado de acabado. Se consigue así una gran disminución en los tiempos de fabricación y unos elevados estándares de producción, calidad y seguridad.

Con la finalidad de reducir el impacto sobre el entorno y el medioambiente, se ha seguido la línea del ecodiseño, considerando fundamental la no permanencia de la cimentación en el terreno, en caso de transportar la cabaña a otro emplazamiento.

El módulo de descanso que será introducido en la base de La Concha, funcionará como un aliciente para la zona y como punto de reclamo para nuevos visitantes amantes de la naturaleza.

Aunque todo el diseño del producto se ha realizado para ser introducido en la Sierra de la Demanda, siempre cabe la posibilidad de emplazarlo en otro lugar, crear repeticiones del mismo o variar su geometría, lo cual ofrece infinidad de posibilidades constructivas.

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Sierra de la Demanda. Silvestres Ezcaray.....	2	
Ilustración 2: Berrea de un ciervo. Pinterest .....	3	
Ilustración 3: Pantano de Arlanzón. Elcorreodeburgos.elmundo.es .....	3	
Ilustración 4: Albergue y parking Valle del Sol.....	4	
Ilustración 5: Instalaciones de las pistas de esquí de los postes	Ilustración 6: Cimentación .....	5
Ilustración 7: Pista de Valle del Sol en funcionamiento. Lugares de Nieve .....	5	
Ilustración 8: Esquiadores en la percha de remonte. Nevasport.com .....	6	
Ilustración 9: Recorte del periódico digital Diario de Burgos. ....	6	
Ilustración 10: Recorte del periódico digital Burgos Conecta.....	7	
Ilustración 11: Artículo de Lugares de Nieve .....	7	
Ilustración 12: Estación invernal de Valle del Sol .....	8	
Ilustración 13: Albergue y picos Trigaza y San Millán .....	8	
Ilustración 14: Concha del pico Mencilla .....	9	
Ilustración 15: Mapa de la zona. QGIS .....	9	
Ilustración 16: Tomando notas en el lugar .....	10	
Ilustración 17: Sierra del Mencilla. Google Earth.....	10	
Gráfico 1 .....	12	
Gráfico 2 .....	13	
Gráfico 3 .....	13	
Ilustración 18: Primeros bocetos .....	16	
Ilustración 19: Boceto y primeras ideas.....	17	
Ilustración 20: Autocaravana. Autocaravanas Galicia de la cabaña	Ilustración 21: Exterior .....	17
Ilustración 22: Superficie útil primera planta .....	19	
Ilustración 23: Superficie útil segunda planta.....	19	
Ilustración 24: Cimentación tradicional. Grupo Torres Ocaña .....	20	
Ilustración 25: Piloedre. Piloedre.es .....	21	
Ilustración 26: Piloedre instalado. Piloedre.es .....	21	
Ilustración 27: Instalación de Piloedre. Piloedre.es.....	22	

Ilustración 28: Sistema de anclaje en Piloedre. Piloedre.es .....	22
Ilustración 29: Distribución de los Piloedres.....	23
Ilustración 30: Distribución de los Piloedres.....	23
Ilustración 31: Unión poste con Piloedre terminada .....	24
Ilustración 32: Unión poste con Piloedre terminada .....	24
Ilustración 33: Dimensiones Piloedre PM5. Piloedre.es .....	24
Ilustración 34: Detalle unión de la estructura .....	25
Ilustración 35: Diferentes chapas de unión para las vigas. Casaydiseno.com.....	25
Ilustración 36: Chapa de unión. Dmxsystem.com .....	26
Ilustración 37: Ensamblajes en vigas de madera. Labois .....	26
Ilustración 38: Paso 1 montaje estructura. Unión en altura de las secciones dos a dos .....	26
Ilustración 39: Sección de las dos vigas a unir .....	27
Ilustración 40: Chapas de acero distribuidas .....	27
Ilustración 41: Detalle chapas de acero y tirafondos KOP DIN 571.....	27
Ilustración 42: Paso 2 montaje estructura. Unión de las 4 secciones .....	28
Ilustración 43: Unión de las vigas.....	28
Ilustración 44: Unión de las vigas .....	29
Ilustración 45: Unión de las vigas .....	29
Ilustración 46: Capas que forman la envolvente .....	31
Ilustración 47: Detalle de vigas para las instalaciones.....	32
Ilustración 48: Ventana con rotura de puente térmico. Ventacan [40] .....	32
Ilustración 49: Unión de la envolvente .....	34
Ilustración 50: Fijación de los tirafondos .....	34
Ilustración 51: Aspecto final de la envolvente .....	34
Ilustración 52: Materiales exterior.....	35
Ilustración 53: Estructura soporte para placas solares. Merkasol.....	36
Ilustración 54: Zona de depósitos .....	37
Ilustración 55: Aislante térmico para tuberías. Wurth .....	38
Ilustración 56: Funcionamiento fosa séptica. DistribuidorVende .....	38
Ilustración 57: Pellets. Econoticias.com.....	40
Ilustración 58: Construcción de casa industrializada. Blog Knauf.....	41

Ilustración 59: Plano de pistas de la estación de esquí Valle del Sol. ....	43
NevaSport.....	43
Ilustración 60: Carreteras de acceso. Google Maps .....	43
Ilustración 61: Antigua carretera en desuso.....	44
Ilustración 62: Secciones de la cabaña.....	44
Ilustración 63: Transporte en camión de grandes dimensiones.....	45
Ilustración 64: Transporte del refugio alpino Skuta.....	45
Plataforma Arquitectura .....	45
Ilustración 65: Estufa de pellets      Ilustración 66: Calentador de agua.....	46
Ilustración 67: Mueble de baño      Ilustración 68: Inodoro.....	47
Ilustración 69: Ducha      Ilustración 70: Mampara de ducha .....	47
Ilustración 71: Sofá cama .....	48
Ilustración 72: Sillón      Ilustración 73: Silla comedor.....	48
Ilustración 74: Mesa plegable      Ilustración 75: Sillas plegables .....	48
Ilustración 76: Mesa de centro .....	49
Ilustración 77: Placa eléctrica cocina .....	49
Ilustración 78: Kit instalación placas solares      Ilustración 79: Estructura para placas solares .....	50
Ilustración 80: Bombilla baño      Ilustración 81: Bombilla cálida .....	50
Ilustración 82: Tira led.....	50
Ilustración 83: Cabaña seccionada en módulos con 52,94 m <sup>2</sup> .....	51
Ilustración 84: Cabaña seccionada en módulos. 52.94 m <sup>2</sup> .....	51
Ilustración 85: Cabaña con repetición del tercer módulo. 63.2 m <sup>2</sup> útiles .....	52
Ilustración 86: Cabaña con repetición del segundo y tercer módulo. 83.2 m <sup>2</sup> útiles .....	52
Ilustración 87: Ampliación de la superficie de la habitación con una pequeña modificación en el segundo módulo.....	52
Ilustración 88: Posible agrupación de cabañas.....	52
Ilustración 89: Refugio Vega de Urriellu en el Parque Nacional .....	55
de los Picos de Europa. Trail Run Project [16] .....	55

Ilustración 90: Refugio del Meicin en el Parque Natural de Las Ubiñas-La Mesa, en Asturias. Les Fartures [23].....	56
Ilustración 91: Refugio libre de la Laguna de la Cascada, en Neila.....	56
Aunclidelaaventura .....	56
Ilustración 92: Cabañas de madera en Noruega. Visit Norway .....	57
Ilustración 93: Rabot Cabin, refugio de montaña abastecido por placas solares. Ubicado en Noruega. ArchDaily [39].....	57
Ilustración 94: Casa Montaña del arquitecto Sergio Baragaño. Baragano.eu.....	58
Ilustración 95: Casa Montaña entre hórreos. Baragano.eu.....	58
Ilustración 96: Estructura de la cabaña.....	59
Tabla 1: Sobrecarga de nieve según DB de Seguridad Estructural. CTE .....	60
Ilustración 97: Mapa zonas climáticas de España. CTE.....	60
Ilustración 98: Cubierta.....	62
Ilustración 99: Desplazamiento en eje X.....	63
Ilustración 100: Desplazamiento en eje Y.....	64
Ilustración 101: Desplazamiento en eje Z.....	64
Ilustración 102: Tensión de Von Mises .....	65
Ilustración 103: Desplazamiento máximo.....	65
Ilustración 104: Desplazamiento del sol. MPPT Solar .....	66
Tabla 2: Propuesta de iluminación.....	67
Ilustración 105: Croquis eléctrico primera planta .....	68
Ilustración 106: Croquis eléctrico segunda planta.....	68
Ilustración 107: Esquema fotovoltaico .....	70
Ilustración 108: Croquis de agua sanitaria.....	71
Ilustración 109: Croquis de aguas residuales.....	72
Ilustración 110: Vista de sección de la envolvente .....	73
Ilustración 111: Logotipo Catia      Ilustración 112: Logotipo Keyshot.....	83
Ilustración 113: Logotipo QGIS .....	83
Ilustración 114: salón/cocina .....	84
Ilustración 115: salón/cocina .....	84
Ilustración 116: salón/cocina .....	85

Ilustración 117: baño .....	85
Ilustración 118: habitación dormitorio .....	86
Ilustración 119: exterior cabaña .....	86
Ilustración 120: exterior cabaña .....	87
Ilustración 121: exterior cabaña .....	87
Tabla 3: Costo del material .....	91
Tabla 4: días de trabajo .....	91
Tabla 5: remuneraciones.....	92
Tabla 6: cálculo de mano de obra directa.....	92
Tabla 7: maquinaria utilizada .....	92
Tabla 8: puesto de trabajo .....	93
Tabla 9: costo de fabricación .....	93
Tabla 10: presupuesto total incluyendo Beneficio Industrial (B.I.).....	97

Salvo indicación contraria, las imágenes que aparecen en la presente memoria son de elaboración propia.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

### 1. WEBGRAFÍA

- [1] Anónimo. (s.f.). *EcuRed*. Recuperado el 13 de abril de 2021, de [https://www.ecured.cu/Sierra\\_de\\_la\\_Demanda](https://www.ecured.cu/Sierra_de_la_Demanda)
- [2] AQUA España. (2016). Guía Técnica de aprovechamiento de aguas pluviales en edificios. Recuperado el 21 de mayo de 2021
- [3] AQUA España. (2016). Guía Técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios. Recuperado el 26 de abril de 2021
- [4] Asociación Fabricantes y Constructores Casas Mader. (s.f.). Proceso Constructivo de una Casa de Madera de Entramado Ligeros. Recuperado el 7 de junio de 2021
- [5] Baragaño, S. (2016). (b). Recuperado el 26 de febrero de 2021, de Casa Montaña: <https://baragano.eu/>
- [6] CIR 62. (3 de Septiembre de 2019). Recuperado el 15 de abril de 2021, de [https://cir62.com/blog/35\\_lana-de-vidrio-lana-mineral-ventajas-y-aplicaciones#](https://cir62.com/blog/35_lana-de-vidrio-lana-mineral-ventajas-y-aplicaciones#)
- [7] *Climaonline*. (s.f.). Recuperado el 2 de mayo de 2021, de <https://climaonline.es/termo-de-agua-electrico-100-litros-acb-envio-gratis-573-p.asp>
- [8] Damia Solar. (12 de Febrero de 2015). El uso de la energía solar en refugios y casas de montaña. Recuperado el 18 de marzo de 2021
- [9] *Econoticias*. (s.f.). Recuperado el 25 de abril de 2021, de <https://www.ecoticias.com/energias-renovables/180107/BIOMASA-La-OCU-recomienda-una-serie-de-marcas-de-PELLETS>
- [10] *E-eficiencia*. (s.f.). Recuperado el 7 de mayo de 2021, de <https://e-eficiencia.com/passivhaus-como-debe-de-ser-una-casa-pasiva/#excelente-aislamiento-termico>

- [11] El despegue de la construcción industrializada. (2020). *Knauf Blog*. Recuperado el 5 de mayo de 2021, de <https://www.distribuidorvende.com/depositos/311-fosa-septica-con-filtro-biologico-10-habitantes-remosa.html>
- [12] Englishman, K. (2 de Febrero de 2021). *Field Mag*. Recuperado el 6 de mayo de 2021, de <https://www.fieldmag.com/articles/prefab-a-frame-house-kits>
- [13] Fluxá, M. (17 de Enero de 2019). Noruega, paraíso del 'cabin porn'. *El Mundo*. Recuperado el 8 de mayo de 2021
- [14] Franco, J. T. (24 de Julio de 2018). *Plataforma Arquitectura*. Recuperado el 9 de abril de 2021, de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/898485/como-calcular-la-transmitancia-termica-valor-u-en-la-envolvente-material-de-un-edificio>
- [15] Gonzalez, A. R. (8 de Septiembre de 2017). *Issuu*. Recuperado el 16 de abril de 2021, de [https://issuu.com/alvaro-ruano-gonzalez/docs/tfg\\_\\_\\_lvaro\\_ruano\\_gonz\\_\\_\\_lez](https://issuu.com/alvaro-ruano-gonzalez/docs/tfg___lvaro_ruano_gonz___lez)
- [16] *Hiking project*. (s.f.). Recuperado el 13 de abril de 2021, de <https://www.hikingproject.com/photo/7049726/refugio-vega-de-urriellu-picos-de-europa-spain>
- [17] I.P. (28 de Marzo de 2015). Un grupo inversor proyecta reabrir Valle del Sol, con 6 pistas a medio plazo. *Diario de Burgos*. Recuperado el 9 de abril de 2021
- [18] Iglesia, G. d. (11 de Febrero de 2018). Pineda confía en reabrir Valle del Sol en diciembre de este año. *Burgos Conecta*. Recuperado el 19 de febrero de 2021
- [19] Inarquia. (s.f.). Recuperado el 2 de abril de 2021, de <https://inarquia.es/aislantes-termicos-casas-pasivas/>
- [20] Instalaciones y eficiencia energética. (20 de Febrero de 2020). PANALES SOLARES FOTOVOLTAICOS, ¿CUÁL ELEGIMOS? págs. 1-23. Recuperado el 18 de marzo de 2021
- [21] Iturbe, M. (6 de 10 de 2017). *Calor y frío*. Recuperado el 8 de mayo de 2021, de <https://blog.caloryfrio.com/que-potencia-necesita-estufa-de-pellets/>

- [22] Kalvapalle, R. (17 de Febrero de 2016). *Trendhunter*. Recuperado el 29 de abril de 2021, de <https://www.trendhunter.com/trends/mountain-shelter>
- [23] *Les Fartures*. (s.f.). Recuperado el 13 de abril de 2021, de <https://www.lesfartures.com/2021/01/farturruta-de-tuiza-riba-al-refugio-del.html>
- [24] Lorenzo, J. A. (s.f.). *Sun fields*. Recuperado el 20 de abril de 2021, de <https://www.sfe-solar.com/paneles-solares/rendimiento/>
- [25] M, I. (2 de 11 de 2018). *Nevasport*. Recuperado el 16 de febrero de 2021, de <https://www.nevasport.com/noticias/art/54805/Valle-del-Sol-ultima-la-reapertura-de-su-pista-de-esqui-para-Diciembre/>
- [26] *Medgon*. (6 de Noviembre de 2017). Recuperado el 7 de mayo de 2021, de <https://www.medgon.com/blog/casas-prefabricadas-industrializadas/>
- [27] Ministerio de Fomento. (25 de Enero de 2008). Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE. Ahorro de energía. Recuperado el 8 de mayo de 2021
- [28] Ministerio de Fomento. (Abril de 2009). Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación. págs. 1-46. Recuperado el 28 de abril de 2021
- [29] *MPPT Solar*. (s.f.). Recuperado el 4 de abril de 2021, de <https://www.mpptsolar.com/es/orientacion-inclinacion-paneles-solares.html>
- [30] *Neva Sport*. (s.f.). Recuperado el 6 de febrero de 2021, de <https://www.nevasport.com/estaciones/Espana/Burgos/Valle-del-Sol/>
- [31] *Plataforma Arquitectura*. (s.f.). Recuperado el 28 de mayo de 2021, de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/774447/refugio-alpino-skuta-ofis-arhitekti-plus-akt-ii-plus-harvard-gsd-students/55eed85fe58ece37e700001a-alpine-shelter-skuta-ofis-arhitekti-plus-akt-ii-plus-harvard-gsd-students-image>
- [32] *Rebacas*. (s.f.). Recuperado el 14 de abril de 2021, de <https://www.rebacas.com/paneles-solares-24-voltios/1445-panel-solar-sunrise-540w-alta-eficiencia.html>

- [33] Redondo, M. (11 de Noviembre de 2019). *Meteored*. Recuperado el 3 de marzo de 2021, de <https://www.tiempo.com/noticias/ciencia/cuanta-nieve-debe-soportar-un-tejado.html>
- [34] Solanas, J. C. (20 de Septiembre de 2015). Valle del Sol, una estación de esquí en Burgos que cerró y que ahora quiere ser un Parque de Nieve. *Lugares de Nieve*. Recuperado el 11 de febrero de 2021
- [35] *Solar plak*. (s.f.). Recuperado el 6 de marzo de 2021, de <https://solarplak.es/kit-solar-24v-6600whdia-bateria-510ah.html>
- [36] Solar, A. (7 de Febrero de 2020). El rendimiento de las placas solares en la nieve. Recuperado el 1 de marzo de 2021
- [37] *Switch Back Travel*. (s.f.). Recuperado el 16 de abril de 2021, de <https://www.switchbacktravel.com/norway/public-huts>
- [38] *Teknosolar*. (s.f.). Recuperado el 22 de mayo de 2021, de <https://www.teknosolar.com/estructura-soporte-placas-solares-72-celulas-para-suelo-regulable-fv915xl/>
- [39] *Turiski*. (s.f.). Recuperado el 6 de marzo de 2021, de <https://www.turiski.es/disenio-rompedor-para-un-refugio-de-montana-en-noruega/>
- [40] *Ventacan*. (s.f.). Recuperado el 22 de abril de 2021, de [https://www.ventacan.com/blog/rotura\\_puente\\_termico/](https://www.ventacan.com/blog/rotura_puente_termico/)
- [41] *Vimokitsa*. (s.f.). Recuperado el 1 de mayo de 2021, de <https://vimokitsa.com/vivienda-social/>
- [42] *Visit Norway*. (s.f.). Recuperado el 2 de mayo de 2021, de <https://www.visitnorway.es/alojamiento-en-noruega/cabanas-casas-de-campo/>

## 2. ARTÍCULOS Y GUÍAS TÉCNICAS

AQUA España. (2016). Guía Técnica de aprovechamiento de aguas pluviales en edificios. Recuperado el 21 de mayo de 2021

AQUA España. (2016). Guía Técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios. Recuperado el 26 de abril de 2021

Asociación Fabricantes y Constructores Casas Mader. (s.f.). Proceso Constructivo de una Casa de Madera de Entramado Ligeros. Recuperado el 7 de junio de 2021

Damia Solar. (12 de Febrero de 2015). El uso de la energía solar en refugios y casas de montaña. Recuperado el 18 de marzo de 2021

El despegue de la construcción industrializada. (2020). *Knauf Blog*. Recuperado el 5 de mayo de 2021, de <https://www.distribuidorvende.com/depositos/311-fosa-septica-con-filtro-biologico-10-habitantes-remosa.html>

I.P. (28 de Marzo de 2015). Un grupo inversor proyecta reabrir Valle del Sol, con 6 pistas a medio plazo. *Diario de Burgos*. Recuperado el 9 de abril de 2021

Iglesia, G. d. (11 de Febrero de 2018). Pineda confía en reabrir Valle del Sol en diciembre de este año. *Burgos Conecta*. Recuperado el 19 de febrero de 2021

Instalaciones y eficiencia energética. (20 de Febrero de 2020). PANALES SOLARES FOTOVOLTAICOS, ¿CUÁL ELEGIMOS? págs. 1-23. Recuperado el 18 de marzo de 2021

Ministerio de Fomento. (25 de Enero de 2008). Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE. Ahorro de energía. Recuperado el 8 de mayo de 2021

Ministerio de Fomento. (Abril de 2009). Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación. págs. 1-46. Recuperado el 28 de abril de 2021

Solanas, J. C. (20 de Septiembre de 2015). Valle del Sol, una estación de esquí en Burgos que cerró y que ahora quiere ser un Parque de Nieve. *Lugares de Nieve*. Recuperado el 11 de febrero de 2021

Solar, A. (7 de Febrero de 2020). El rendimiento de las placas solares en la nieve.  
Recuperado el 1 de marzo de 2021