

REFUGIOS DE ALTA MONTAÑA

PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN

Javier Vallés Benlloch

TÍTULO

Refugios de alta montaña. Proyecto y construcción

AUTOR

Javier Vallés Benlloch

TUTOR

Carlos José Gómez Alfonso

DEPARTAMENTO

Proyectos Arquitectónicos

TRABAJO FINAL DE GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA. CONVOCATORIA

Noviembre 2016



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA

“La montaña educa por sí sola”
Iranzo, M.

RESUMEN

Entorno a los 3000 msnm, los nuevos refugios de alta montaña muestran un ejemplo de sostenibilidad y autosuficiencia hacia el que el ejercicio de la arquitectura debería dirigir sus esfuerzos. El Trabajo Final de Grado, *Refugios de alta montaña. Proyecto y construcción*, se trata de un estudio de aproximación sobre el diseño y la posterior construcción de estos edificios en condiciones extremas de alta montaña. En primer lugar se analizan tres refugios destacados de reciente construcción, valorando su relación con el entorno así como la utilización de sus recursos naturales. En segundo lugar se plantea cómo se debería proyectar un refugio según las conclusiones extraídas, y se ejemplifica con el proyecto elaborado por el autor de este trabajo.

PALABRAS CLAVES: Refugio, Montaña, Sostenibilidad, Autosuficiencia, Recursos.

RESUM

Al voltant dels 3000 msnm, els nous refugis d'alta muntanya mostren un exemple de sostenibilitat i autosuficiència cap al qual l'exercici de l'arquitectura hauria de dirigir els seus esforços. El Treball Final de Grau, *Refugis d'alta muntanya. Projecte i construcció*, es tracta d'un estudi d'aproximació sobre el disseny i la posterior construcció d'aquests edificis en condicions extremes d'alta muntanya. En primer lloc s'analitzen tres refugis destacats de recent construcció, valorant la seua relació amb l'entorn així com la utilització dels seus recursos naturals. En segon lloc es planteja com s'hauria de projectar un refugi segons les conclusions extretes, i s'exemplifica amb el projecte elaborat per l'autor d'aquest treball.

PARAULES CLAUS: Refugi, Muntanya, Sostenibilitat, Autosuficiència, Recursos.

ABSTRACT

Around 3000 masl, the new high mountain refuges are a great example of sustainability and self-sufficiency towards which architecture performance should focus efforts. The Final Degree Project, *High mountain refuges. Design and construction*, is an approach study about the design and subsequent construction of these buildings in extreme conditions of high mountain. First, three outstanding recently built shelters are analyzed, assessing their relationship with the environment and the use of natural resources. Second, as a conclusion of this analysis, the key guidelines regarding how high mountain shelters should be projected are presented and result in the development, by the author, of a specific project.

KEYWORDS: Refuge, Mountain, Sustainability, Self-sufficiency, Resources.



Índice

1.	Introducción	10
1.1	Elección del tema	10
1.2	Objetivos	10
1.3	Metodología de la investigación	11
1.4	Fuentes principales.....	11
2.	Breve recorrido histórico de los refugios de montaña.....	13
2.1	Primeros alpinistas e inicio del turismo de montaña	13
2.2	Primeros refugios en el Pirineo	14
2.3	Refugios del presente y del futuro	16
2.4	Construcción y aprovisionamiento de refugios de alta montaña	19
3.	Análisis de referencias.....	22
3.1	Monte Rosa Hütte	24
-	Ficha Técnica	24
-	Ubicación.....	25
-	Forma	28
-	Envolvente.....	33
-	Estructura	35
-	Detalle	36
-	Autosuficiencia energética	37
-	Logística y transporte	42
3.2	Cabane de Tracuit.....	45
-	Ficha Técnica	45
-	Ubicación y forma.....	46
-	Distribución y programa.....	47

-	Construcción.....	49
-	Autosuficiencia energética.....	50
3.3	Refugio de Llauset.....	52
-	Ficha Técnica.....	52
-	Ubicación.....	53
-	Distribución y programa.....	55
-	Construcción.....	58
4.	Conclusiones.....	60
5.	Proyecto.....	65
5.1	Elección de la ubicación.....	65
5.2	Definición de los alcances, objetivos y necesidades.....	69
5.3	Planteamiento del programa.....	69
5.4	Interpretación del programa.....	70
5.5	Proyecto y construcción.....	73
5.6	Planos.....	77
6.	Índice de figuras.....	82
7.	Bibliografía.....	88



1. Introducción

1.1 Elección del tema

La elección del tema es fruto de una propuesta del autor de este trabajo ante la voluntad de querer aprender y estudiar sobre una temática tan concreta. Las condiciones y exigencias que se producen en un entorno urbano es un ejercicio al que un estudiante de arquitectura se enfrenta en repetidas ocasiones a lo largo de sus estudios. Sin embargo, pueden resultar mucho más interesantes la creación y el diseño de un proyecto arquitectónico en un contexto natural como lo es la montaña. La relación con el entorno pasa a verse desde una perspectiva urbanística a una medioambiental. En alta montaña, aparecen factores a tener en cuenta que en la arquitectura urbana apenas se plantean o consideran. La construcción supone todo un reto logístico. Y la autosuficiencia y sostenibilidad, temas tan reconocidos necesariamente por todos hoy en día, son básicos para la ideación de un refugio de alta montaña.

1.2 Objetivos

El presente trabajo de final de grado pretende ofrecer un conocimiento al lector interesado sobre la arquitectura que se realiza en la actualidad en estas condiciones tan concretas de alta montaña. Se explica el método que se realiza para llevar a cabo la construcción en estas condiciones extremas. Se otorga especial importancia a factores claves como eficiencia energética, autosuficiencia y sostenibilidad. Cuestiona hacia dónde debería dirigirse la arquitectura de un futuro próximo, y se valora la necesidad de trasladar los avances realizados en este terreno a la arquitectura urbana.

1.3 Metodología de la investigación

Para el correcto entendimiento del contexto y de las necesidades de un refugio de alta montaña se realiza en primer lugar el estado de la cuestión, llevando a cabo un breve recorrido histórico sobre los refugios de montaña. A continuación tiene lugar el análisis de tres refugios de montaña de reciente construcción seleccionados por la distinta complejidad de sus proyectos. Se analiza en primer lugar su ubicación para entender el porqué de su construcción. Seguidamente se estudian otros aspectos como la forma, la estructura, sus instalaciones, su envolvente y las características de su construcción. Por último, se concluye todo lo aprendido sobre los tres edificios analizados para la posterior puesta en práctica de los conocimientos adquiridos en un proyecto elaborado por el autor de este trabajo. Tras la elección de una zona, se elabora el anteproyecto de un refugio de alta montaña en los Pirineos.

1.4 Fuentes principales

Para la investigación del trabajo se ha consultado una variedad de fuentes bibliográficas consistentes en su mayoría en fuentes electrónicas y recursos web, debido a la escasa información disponible y accesible sobre estos temas. Para el análisis del Refugio Monte Rosa, el análisis de este proyecto realizado por la revista de arquitectura Tectónica en su número 31 del año 2011 ha sido especialmente importante. Para la investigación sobre el Refugio de Llauset, que está actualmente en construcción y cuya información en la web es limitada, nos hemos apoyado de artículos de periódico y la colaboración del gestor de instalaciones de Prames, empresa que gestiona los alojamientos de montaña en Aragón.



2. Breve recorrido histórico de los refugios de montaña

2.1 Primeros alpinistas e inicio del turismo de montaña

Las primeras descripciones que tenemos de los paisajes de los Alpes franceses, suizos o italianos son de poetas y escritores románticos que transformaban su experiencia y lo visto con sus ojos en espléndida poesía en el siglo XIX. (Historia del turismo SWI, 2016). Los únicos visitantes que se atrevían hasta entonces a atravesar sistemas montañosos como los Pirineos o los extensos Alpes eran peregrinos que debían pernoctar en su viaje de paso entre estos grandes picos. No obstante, los primeros exploradores suizos, como Horace-Benedict de Saussure que es conocido como el fundador del alpinismo (Jiménez, 2015), comenzaron a escalar los Alpes a finales del S.XVIII. Más tarde, en 1811 fue escalada la primera cima de los Alpes, el Jungfrau (4158m). Años después se alcanzarían otras grandes cimas como el Eiger (3970m) en 1858 o el Matterhorn (4478m) en 1865. Faus relata en su libro como desde mediados del siglo XIX cima tras cima fueron conquistadas por los visitantes británicos que fundaron el Club Alpino Suizo (CAS). Esta organización aún existe en la actualidad y mantiene una extensa red de refugios de montaña.

El turismo colectivo comenzó en 1858 con el empresario británico Thomas Cook, conocido por ser la primera persona en crear un viaje organizado, utilizando como destino Suiza por su naturaleza. El turismo alpino es pues una invención del siglo XIX, que dio lugar a toda una infraestructura que transformó aldeas remotas en centros turísticos. Se comenzó con la construcción de caminos a través de los pasos de montaña y los transportes, especialmente los ferrocarriles, abrieron los Alpes al turismo. La invención de los trenes de cremallera fue concebida para facilitar el ascenso por las laderas más inclinadas. El final del siglo XIX contempló no sólo la llegada del ferrocarril, sino también de los hoteles, que se esmeraron en satisfacer las necesidades de los turistas. (Historia del turismo SWI, 2016)

Figura 1, portada.

Refugio de Gouter (3815m) de la Fédération Française des Clubs Alpains et de Montagne (FFCAM). 120 plazas.

Figura 2, pág. 6.

Refugio de Gouter en temporada estival.

Figura 3, pág. 9.

Refugio modular Alpine Shelter. Alojamiento de emergencia, sin servicios, situado en la más alta montaña de Eslovenia, Triglav (2864m).

Figura 4, pág. anterior.

Refugio Margarita (4549m). 70 plazas.



Figura 5.

Horace-Benedict de Saussure (1740-1799) en el Mont Blanc (1787) por Marquardt Woher.

2.2 Primeros refugios en el Pirineo

A pesar de estas facilidades, seguía habiendo una necesidad entre aquellos que buscaban una experiencia alpina más robusta. Como relata Riverola, este tipo de viajeros empezó a dejar de lado las vías normales de ascensión en busca de nuevos retos personales, con el objetivo de poner a prueba su pericia en la roca y en el hielo. En los Pirineos, la cara Norte de las montañas se convirtió en el objetivo de muchos escaladores, y así fueron conquistadas las de Monte Perdido, Taillón o la arista Noroeste del Petit Astazou. Estos alpinistas desafiaban dichas montañas equipados con toscos crampones y cuerdas de cáñamo, y el hecho de abrir nuevas vías más difíciles les obligaba a permanecer jornadas enteras en el campo, pernoctando por aquel entonces en cabañas de pastores y en cuevas sin ningún tipo de comodidad. (Riverola, 2016).

En 1864 se fundó la primera asociación de montañeros en Francia, la Société Ramond. Más tarde, en 1876 se fundó el primer club de montaña de España, el Centre Excursionista de Catalunya (CEC) y en 1922 se constituyó la FEDME (Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada). Gracias a estas entidades y a muchas aportaciones de particulares, se facilitó el inicio de la construcción de los refugios y hosteler as de montaña en los Pirineos en el siglo XIX. (FEDME, 2016).

Así fueron los franceses, pioneros alpinistas quienes, en 1886, inauguraron el primer refugio pirenaico: el refugio de Arremoulit (2305m), una pobre cabaña de piedras cerca del circo de Gavarnie. En 1895 se construyó el refugio Packe (2509m), situado en el macizo de N ouville, que sigue funcionando a día de hoy; y cuatro años después, en 1899 se inauguró el refugio guardado más alto del Pirineo hasta la actualidad, el refugio de Baysellance (2651m), a los pies del Petit Vignemale. (Refugios de montaña en el Pirineo francés, 2016). Conserva su peculiaridad arquitectónica: techo de cobre, estructura abovedada y planta en cruz. (Faus, 2003, p.46)

En España, los primeros refugios nacieron un poco más tarde, paralelos al interés de montañistas españoles por ascender cimas. Como se explica en el I Plan Nacional de Refugios de Montaña (2002), en 1909 se inauguró el primer refugio del Pirineo español, el refugio de Ulldeter a 2325m, ubicado cerca del nacimiento del río Ter (Girona) y a los pies de los picos de Bastiments (2881m) y Gra de Fajol (2714m). Fue llevado a cabo por el CEC y se caracterizaba por tener un estilo arquitectónicamente gaudiano. Años más tarde



Figura 6.
Foto actual del Refugio de Baysellance (2651m). Remodelado en 2003. Refugio más alto de los Pirineos. 60 plazas.



Figura 7.
Viejo refugio de Ulldeter (2325m). Inaugurado en 1909, ahora en ruinas.

quedó destruido y fue sustituido por otro refugio algunos metros más abajo. En 1910, con el comienzo de la afluencia de visitantes para subir el Aneto (3404m) y Maladeta (3312m) nació la Villa Maladeta, que evolucionaría hasta 1916 para convertirse hasta nuestros días en el actual refugio de La Renclusa (2140m), que sigue ofreciendo un excelente servicio al montañero con instalaciones más modernizadas desde hace 10 años. El año 2016 se celebró su centenario. Por otra parte, se comenzó a proveer de refugios para alpinistas en otros sistemas montañosos del país, como Picos de Europa, Sierra Nevada y Sistema Central. El refugio de Gredos fue el primer refugio de montaña edificado por el Club Alpino Español en la Sierra de Gredos, y data su construcción en 1910. (Antiguo refugio del club alpino, 2016)



Figura 8, izq.
Dibujo del Refugio de La Renclusa (2140m), inaugurado en 1916 y símbolo del montañismo español. 92 plazas.

Los impulsores de los refugios fueron en un primer momento aquellos montañistas que buscaban la financiación por parte de entidades excursionistas y montañeras. Más tarde, con el nacimiento de asociaciones como la CEC, la FAM, la FEEC o la UEC se proliferó la construcción de estos edificios. En Francia, la CAF ha sido y es el motor que ha promovido el amor a la montaña y la construcción de refugios.

A principios del siglo XX también se comenzaron a construir los antiguos hospitales de montaña, sólidas construcciones cerca de puertos de montaña que servían de vías de comunicación entre valles y realizaban una gran labor dando cobijo y alimento a los viajeros y peregrinos que recorrían a pie el Pirineo. Hoy en día siguen en pie y se siguen utilizando algunos de ellos, como el Hospital de Vielha o Refugi de Sant Nicolau (1626m), o el Hospital de Benasque, que ha pasado a ser un hotel que da acceso a la estación de esquí nórdico de Llanos-Hospital; o el Hospice de France, situado al principio de la clásica travesía entre Bagnères de Luchon y Benasque (1.385 m). (I Plan Nacional, 2002, p.29).

2.3 Refugios del presente y del futuro

Actualmente existe un debate entorno de hacia qué dirección debe avanzar el diseño de los refugios de montaña. Se discute el cómo se deberá utilizar un refugio en el futuro. Parece evidente que los intentos se deben dirigir hacia la sostenibilidad y la autosuficiencia, y numerosos estudios de arquitectura ofrecen interesantes alternativas y soluciones para ello. Pero también hay voces que defienden la autenticidad de un refugio de montaña tradicional y están más bien en contra de su evolución, según sostiene Riverola (2016). Los más puristas defienden la idea de un refugio funcional, austero y parco en el diseño, sin ninguna exquisitez arquitectónica. Dejando a un lado las diferencias ideológicas, la realidad es que los grandes avances tecnológicos permiten la completa autosuficiencia de un refugio, una buena integración con el entorno, un respeto al medio ambiente y el cumplimiento de la normativa gubernamental. Esta línea además cuenta con la opinión de la otra gran parte de los alpinistas que prefieren la sustitución y construcción de refugios cada vez más confortables y con más comodidades y servicios para el montañero.



Figura 9.
Refugio Margarita (4549m). El refugio más alto de Europa. Situado en los Alpes, en el Monte Rosa. Inaugurado en 1893. 70 plazas.



Figura 10.
Vivac Gervasutti (2870m). Refugio modular y autosuficiente. Situado en los Alpes, en el Montblanc. 12 plazas.

“Los refugios son construcciones generalmente toscas y reducidas que se hallan en sitios solitarios de las montañas y que facilitan considerablemente las excursiones montaÑeras.”

Definición de Refugio según Agustín Faus en Diccionario de Montaña, (editorial Juventud, 1963, p.378)

En España, si nos centramos en una definición de refugio como construcción sólida con mínimos servicios con o sin guarda estamos hablando de alrededor de 150 refugios. Si ampliamos y contamos la densa red de cabañas, cuevas, hostelerías y albergues a lo largo de la cadena montañosa, la cifra resulta difícilmente calculable (Refugios del Pirineo, 2016). La FAM (Federación Aragonesa de Montaña) se ha mostrado muy activa renovando sus refugios del Pirineo de Huesca buscando un mayor confort para el usuario, lo que conlleva un impacto mayor y la masificación a la que tanto se oponen algunos colectivos. Por el contrario, la FEEC (Federació d'Entitats Excursionistes de Catalunya) trata de mantener sus refugios alejándose de grandes construcciones pero ofreciendo igualmente todos los servicios. Su tendencia de los últimos años ha sido de dotar de servicios mínimos como duchas, habitaciones más reducidas o luz eléctrica justificando que consideran que la red de refugios que ofrecen es suficiente para cubrir las necesidades.

La restauración del refugio más alto de España, el refugio Elorrieta (3187m), situado en Sierra Nevada es objeto de debate (23 feb. 2015, 20minutos). Fue inaugurado en 1933, y se trata de uno de los enclaves montañosos más emblemáticos por estar situado de camino al pico Veleta (3393m), la cuarta cumbre más alta de España, y por su lugar estratégico durante la Guerra Civil. En 1960 fue reconstruido parcialmente debido al estado en el que se encontraba. Sin embargo en la actualidad se encuentra de nuevo en pésimo estado de conservación y en semi abandono. Pese a que la diferencia de temperaturas fisuró la bóveda exterior y la hizo caer, sigue siendo de utilidad como protección ante las inclemencias del tiempo. Diversos colectivos reclaman su restauración para que siga dando cobijo a montañeros.

Por otra parte, este año inauguró el que se ha convertido en el refugio más alto del Pirineo español, el refugio de Cap de Llauset (2425m) (FEDME, 2016). Ha sido financiado por diversas instituciones y ha



Figura 11.

Foto en la cima del Aneto. Expedición de unos socios del Moto Club de Mataró. 30/06/1968



Figura 12.

Refugio de Elorrieta (3187m), el más alto de España

supuesto un gasto de 1,6 millones de euros. Pretende cubrir las necesidades de alojamiento para montañeros que hacen la ruta transpirenaica, el GR11.

La mayoría de entidades que gestionan refugios en Pirineos apoyan la actualización y nueva construcción siempre y cuando sea por una sustitución del edificio precedente. Las políticas medioambientales que tratan de gestionar la masificación en los Pirineos son quienes se encargan de tomar estas decisiones. En los últimos veinte años se ha duplicado el número de personas hospedadas en un refugio de montaña según los datos proporcionados por la FAM. En los 18 de toda la red de albergues de la FAM duermen 80.000 y atienden a 100.000 más anualmente. De todas maneras, lo que queda claro es que se debe trabajar en el mantenimiento de los refugios de montaña, y plantear una sustitución cuando éste quede obsoleto para poder seguir disfrutando y aprendiendo de la montaña.

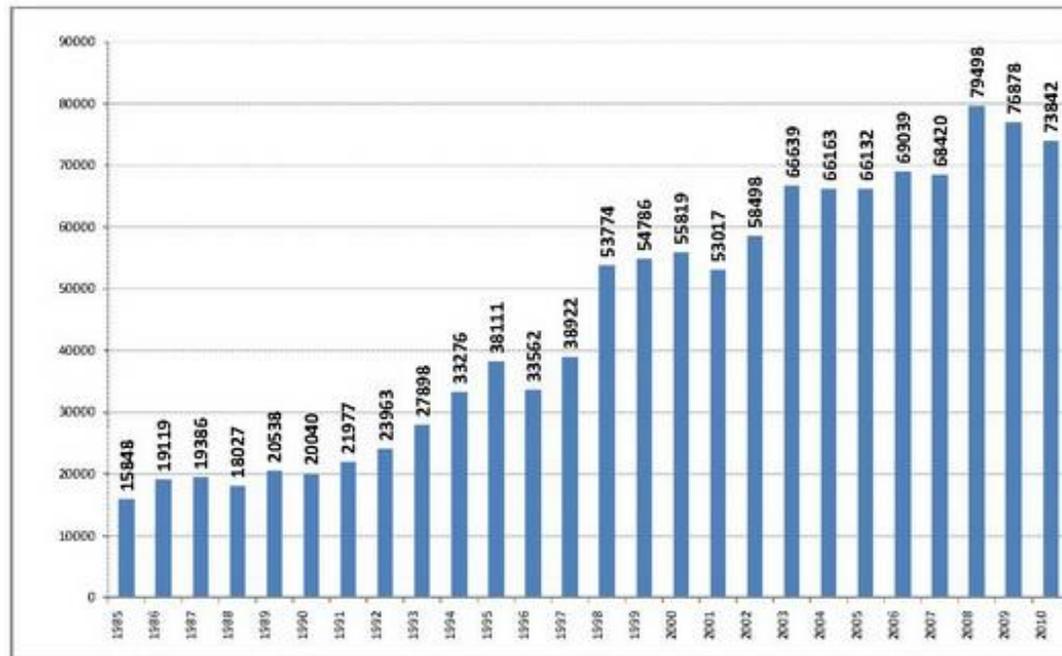


Figura 13. Gráfica proporcionada por la FAM que refleja la ocupación global de sus establecimientos de 1985 a 2010.



Reinhold Messner. 1944, Italia. Primera persona del mundo en escalar los 14 ochomiles sin oxígeno.



Juanito Oiarzabal. 1956, Vitoria. Sexta persona del mundo y primer español en escalar los 14 ochomiles sin oxígeno.



Edurne Pasabán. 1973, Tolosa. Vigésima primera persona del mundo y primera mujer de la historia en escalar los 14 ochomiles sin oxígeno.



Carlos Soria. 1939, Ávila. En rumbo de ser el alpinista más longevo de la historia en escalar los 14 ochomiles. Le queda el Dhaulagiri (8.167 m) en Nepal.

2.4 Construcción y aprovisionamiento de refugios de alta montaña

El desafío y la dificultad que supone construir una cabaña en lugares tan remotos y entornos tan duros han sido siempre tan grandes como lo son ahora. La construcción sólo puede tener lugar durante un breve periodo de tiempo, el verano alpino. Los montadores del refugio deben permanecer durante largas estancias, y aclimatarse a las condiciones del entorno y a la escasez de aire puede llevar algunos días. (Felix, Engler y Schmid 2011, p.38). Siempre que sea posible, se preferirá la ejecución en taller que en obra, debido a la precisión de la maquinaria, la comodidad, y la dificultad añadida de las inclemencias meteorológicas en obra. Se debe intentar disminuir al máximo los trabajos a ejecutar “in situ”, y diseñar encuentros y uniones fáciles de realizar. (Sirvent, 2012, p.23).

“El estudio del procedimiento de montaje se divide en tres etapas: taller, transporte y obra. En una construcción de este tipo no sólo se ha de pensar en el material que se utiliza, sino también cuándo y cómo se ha de utilizar” (Sirvent, 2012, p.63). El tipo de materiales que se utilizan para la construcción en alta montaña son materiales de montaje en seco, prefabricados en taller. El empleo del hormigón armado es muy poco frecuente debido a su dificultad y requisitos específicos de puesta en obra, aunque sí que lo vemos presente en la fase de cimentación. Las temperaturas bajo cero hacen prácticamente nula la hidratación del hormigón los primeros días, y el viento seco es uno de los principales enemigos del curado del hormigón joven. Además, las intensas heladas y los grandes cambios de temperatura son un entorno poco aconsejable para la correcta durabilidad del hormigón.

En España encontramos la mayoría de los refugios realizados en el último siglo con pesados muros portantes de fábrica de sillería y cubierta inclinada de chapa metálica. Esto no hacía posible dotar de grandes espacios comunes. La tendencia que hemos visto en los refugios construidos en los últimos años es la de construir en seco estructuras modulares de madera o acero. En la arquitectura prefabricada ligera, se suele trabajar con sistemas multicapa para resolver las envolventes y la compartimentación. Estos sistemas se basan en la agrupación de varios materiales dispuestos secuencialmente por capas. Cada capa se especializa en resolver una función distinta, como lo son el aislamiento, la impermeabilidad, la estructura o el acabado (Sirvent, 2012, p.76). El metal se ha asentado como material idóneo para recubrir a un refugio



Figura 14.
Transporte en helicóptero de uno de los 3 módulos del refugio Alpine Shelter en Eslovenia.

debido a su perfecta impermeabilización, su facilidad y rapidez de montaje, su durabilidad y su mimetización con el entorno nevado. (FEDME, 2016)

El transporte de materiales de construcción y de aprovisionamiento al refugio se ha realizado siempre en mula de carga o bien a las espaldas de los constructores. Actualmente contamos con soluciones tecnológicas más avanzadas, como son los helicópteros, que son capaces de transportar grandes cantidades de peso en un solo viaje. (Refugio de Góriz, 2016).

El helicóptero es el medio más utilizado cuando el lugar es inaccesible por carretera. Su capacidad de carga es la limitación desde el primer momento a la hora de diseñar la modulación y las piezas. El transporte de los objetos prefabricados se debe dividir en tandas organizando los lotes por peso y tamaño. (Sirvent, 2012, p.92). Es frecuente ver helicópteros transportando bultos voluminosos, máquinas, depósitos de combustible o incluso módulos de un refugio. La gran ventaja es que realizan su trayecto con gran precisión en pocos minutos, y no necesitan aterrizar para depositar la carga. Además, se puede utilizar su viaje de vuelta para deshacerse de desechos. Otra gran ventaja es su capacidad de carga, llegando a los 850kg en algunos modelos. El principal inconveniente es el precio, y por eso los guardias de los refugios esperan a poder alcanzar su capacidad máxima en un solo trayecto. Son los protagonistas en la construcción de nuevos refugios, realizando continuos trayectos; y durante la vida del refugio son constantes visitantes para aportar aprovisionamiento. Desgraciadamente, también se utilizan a la hora de rescatar a montañistas atrapados o perdidos. (Aprovisionamiento de los refugios de altura, 2016).

Ya en obra, es necesario tener una zona de acopio donde poder depositar los materiales. No obstante, siempre que sea posible, se tratará de colocar directamente las piezas conforme llegan a obra para evitar acopios. A la hora de construir, si el proyecto no está bien previsto, se pueden encontrar detalles geoméricamente perfectos pero físicamente imposibles de unir. “En construcción prefabricada, casi tan importante o más que la definición geométrica es la definición temporal” (Sirvent, 2012, p.86). El procedimiento de montaje o el “storyboard” resulta clave.

Otros medios de transporte alternativos al helicóptero son las caballerías, que siguen siendo una solución para transportar víveres o materiales de construcción de peso considerable, imposible de transportar por una sola persona. Se suelen emplear mulas, capaces de desenvolverse por los más escarpados senderos montañosos. Suele ser la solución ideal para necesidades puntuales que no llegan a cubrir la carga de un helicóptero. Aunque, como señala la web del refugio de Góriz, la principal forma de cargar enseres no ha cambiado desde el inicio del alpinismo: la mochila a la espalda. Bien es cierto que hoy en día son mucho más capaces y resistentes, pero siguen dependiendo de la capacidad de carga de una persona, que por lo general ronda los 15 o 20 kg. De ese gran esfuerzo forma parte la satisfacción de alcanzar una cumbre en la montaña

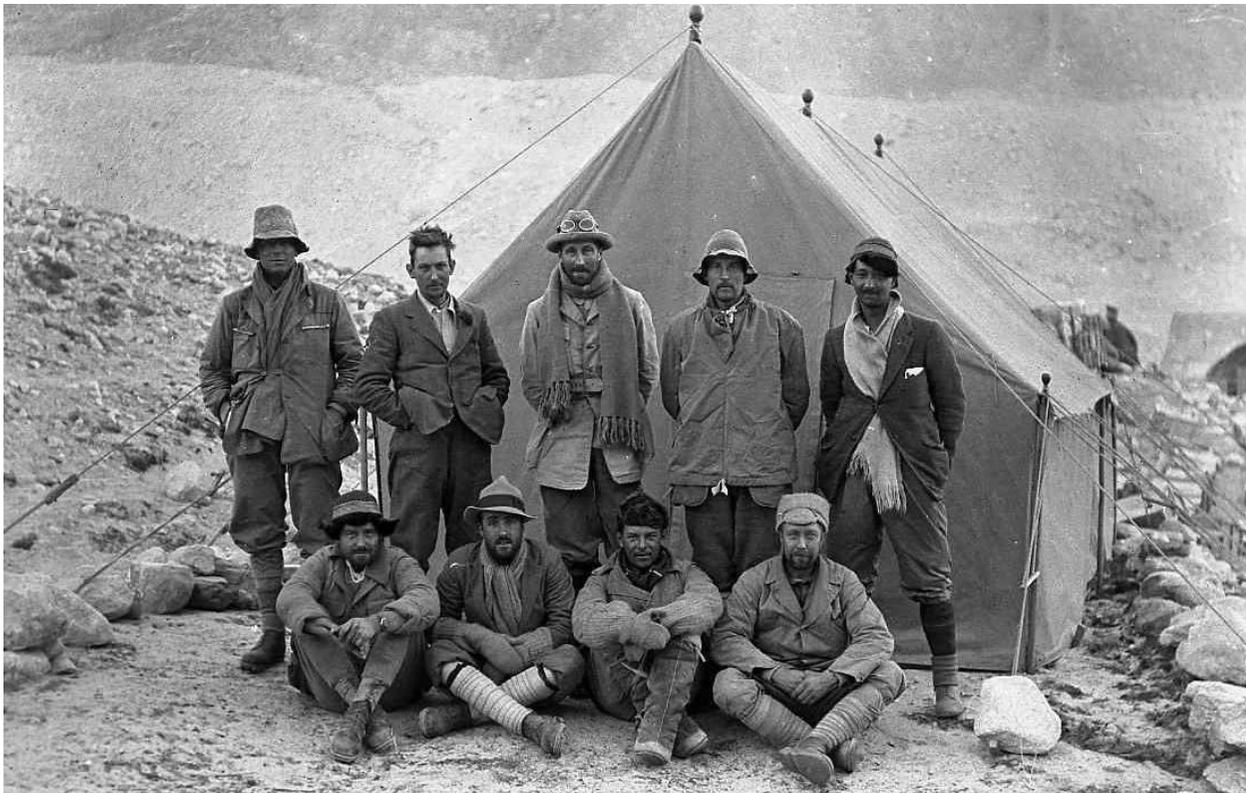


Figura 15.
2a expedición británica al Everest en 1924.

3. Análisis de referencias

Para el análisis de las referencias hemos escogido tres refugios de alta montaña de construcción reciente, en los últimos 7 años. El primero y el segundo, el refugio Monte Rosa y el refugio de Tracuit son refugios situados en los Alpes Suizos, en concreto en el Cantón de Valais, cerca de la frontera política con Italia. Entre ellos existe una distancia en línea recta de 22km. Han sido seleccionados por reflejar un intento de una arquitectura en relación con su entorno, por su adaptación al lugar, sus modernas instalaciones, la presencia de la sostenibilidad y autosuficiencia en su diseño y su posterior éxito en el mundo del alpinismo. El tercer refugio interesaba que fuera en territorio español. Se eligió el refugio de Llauset, inaugurado este mismo verano, y situado en pleno corazón del Pirineo Aragonés. Es el refugio más moderno de España y refleja toda una intención de arquitectura responsable en el Parque Natural Posets-Maladeta.

En estas construcciones en condiciones tan extremas hasta el último detalle cuenta y todo ha sido pensado y diseñado especialmente por alguna razón. La intención del estudio ha sido conocer el porqué de la ubicación, los motivos que han llevado a elegir esa forma, la distribución interior y el programa, cómo ha sido construido y con qué materiales, así como la justificación del uso de dichos materiales, la utilización de los recursos del entorno, su autosuficiencia, su huella ecológica y el funcionamiento de sus instalaciones.



3.1 Monte Rosa Hütte

- Ficha Técnica

Altura sobre el nivel del mar _ 2.883 m

Localización _ Cantón de Valais, Suiza

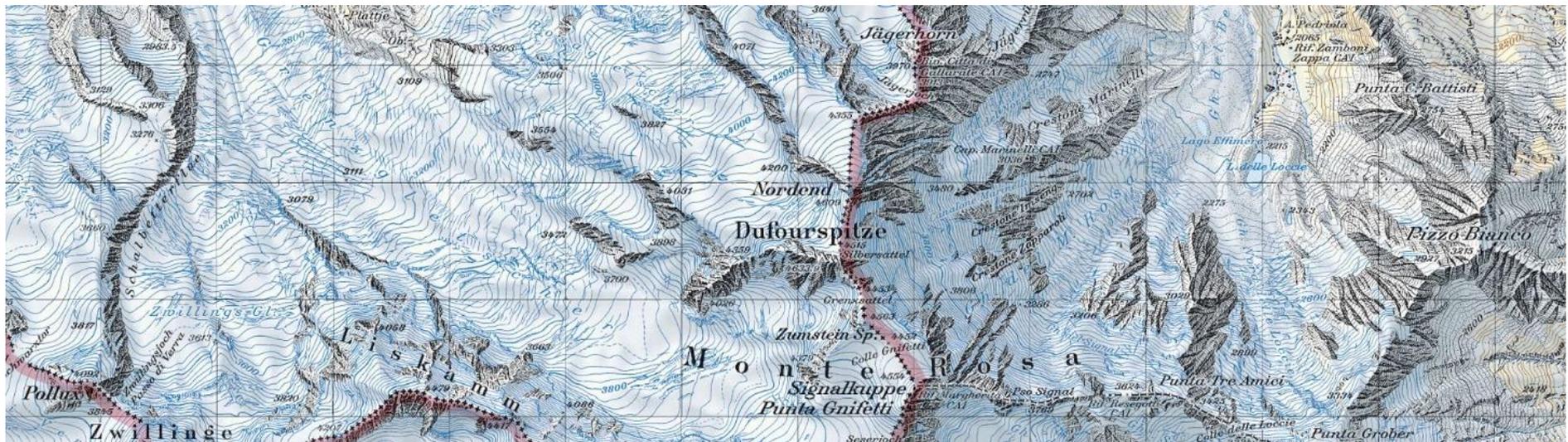
Sistema montañoso _ Alpes Occidentales, Peninos, Punta Dufour (4.634 m)

Arquitecto _ bearth&deplazes & Studio Monte Rosa ETH Zurich

Cliente _ Club Alpino Suizo SAC

Año de inauguración _ 2009

Capacidad _ 120 plazas verano / 12 plazas invierno



- **Ubicación**

El Refugio Monte Rosa está situado entre los picos más altos de los Alpes Suizos: entre el Gorner, el Monte Rosa, y los glaciares Grenz, cerca de Zermatt. Ubicado exactamente en el macizo Monte Rosa, en una meseta o plattje, junto al camino de ascensión al pico más alto de Suiza, la Punta Dufour, a 4634m. En estas condiciones, el aspecto que se observa alrededor nos recuerda a un paisaje lunar, sorprendentemente salvaje pero inquietantemente tranquilo. El visitante puede observar de camino al refugio durante las horas que lo separan de su puesto más cercano cómo al oeste se alza el majestuoso Matterhorn (4478m), o Cervino en español, empequeñeciendo cualquier símbolo de vida humana, o bien los gemelos Castor y Pollu, o el Breithorn, como explica Díaz en su memoria. Sin embargo, entre un sinfín de nieve y roca nacen paredes de vidrio y metal brillante que recuerdan poco a la clásica imagen de refugio de montaña pero que bien continúa con la centenaria tradición.

En el lugar ya existía una cabaña que se encontraba en estado ruinoso y no cumplía las demandas exigidas, así que el SAC (Club Alpino Suizo) impulsó la renovación. La idea del planeamiento y ejecución del proyecto Monte Rosa se desarrolló en la Escuela Superior de la ETH Zürich con motivo de la celebración de su 150 aniversario. A partir del 2003, treinta y tres estudiantes trabajaron durante dos años en el “Studio Monte Rosa”, grupo creado ex profeso y dirigido por Andrea Deplazes.

Se valoró la rehabilitación, pero se desechó tal idea por la cantidad de reformas que habría que llevar a cabo. La nueva estructura tendría el objetivo principal de dar cobijo y protección contra los elementos a los alpinistas, pero al mismo tiempo ser proyecto insignia de la ETH de Zürich y proporcionarlo una valiosa investigación sobre técnicas sostenibles. Es por ello que se valoraron soluciones tanto pasivas “low-tech” como activas “high tech”. (Felix et al. 2011, p.34)

Su concepción constituye un desafío técnico por las condiciones climáticas extremas. Está ausente de cualquier tipo de servicio, pero sin embargo, aprovecha toda la energía solar y el agua de deshielo para conseguir hasta un 90% de autonomía energética, lo que lo sitúa como un ejemplo vanguardista de eficiencia energética. El 10% restante de la energía empleada proviene de fuentes no renovables como el gas para cocinar o el fuel para el transporte en helicóptero de alimentos, materiales o gas. Desde un primer

Figura 16, pág. 23.

Fotografía del refugio tomada desde el sureste en temporada invernal con el Cervino (Matterhorn) al fondo.

Figura 17, pág. anterior (arriba).

Imagen satélite de ubicación con entorno.

Figura 18, pág. anterior (abajo)

Mapa cartográfico del entorno.



Figura 19.

Antiguo refugio Monte Rosa.



Figura 20.

Estudiantes del equipo Studio Monte Rosa.

momento se dirigieron los esfuerzos al mayor grado de prefabricación posible, para que tras transportar las piezas en helicóptero sólo faltara el ensamblaje in situ. (Lomholt, 2010)

“Lo que me interesó desde el principio fue la ubicación, lejos de la civilización, algo así como la isla de Robinson Crusoe. Comenzamos por preguntarnos de dónde viene todo lo que, sin pensarlo, consumimos o utilizamos todos los días. La respuesta evidentemente es: a partir de un espacio social muy complejo, un entorno tecnológicamente avanzado orientado a las necesidades de todos los días, y no un paisaje visto a través de las gafas de color rosa de la nostalgia o el idilio romántico de los aparentemente abandonados refugios alpinos y cabañas en verdes praderas.”

Profesor Andrea Deplazes, Profesor de Arquitectura y Construcción, Jefe de la ETH Estudio Monte Rosa, Facultad de Arquitectura, ETH Zürich y el director de Bearth Deplazes Architekten, Chur, Suiza

El resultado es a la vez rústico y sofisticado. Los arquitectos de la escuela y el SAC logaron encontrar ese equilibrio, alejándose de la primitiva idea de refugio de montaña oscuro con pocos servicios pero sin llegar a decepcionar las expectativas de alpinistas. Los arquitectos tuvieron que equilibrar la arquitectura moderna con la percepción tradicional. Lo que demuestra la sostenibilidad es tanto una cultura como una cuestión técnica. (Nachhaltiges naturerlebnis, 2016)



Figura 21.
Fotografía nocturna desde la cara sureste.

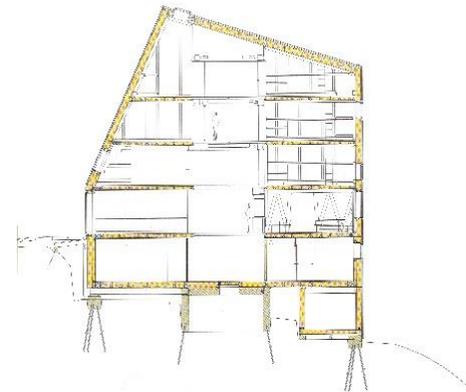


Figura 22.
Sección constructiva donde se muestra la envolvente, la implantación en el terreno y los distintos niveles.



Figura 23, izq.
Mimetización con el entorno del refugio.

- **Forma**

Desde la fase inicial de investigación se eligió la madera como material constructivo debido a las posibilidades de prefabricación, transporte, ensamblaje y su idoneidad para fachadas de alta dilatación. Se buscaba un edificio con una envolvente mínima para reducir el contacto con el exterior pero que al mismo tiempo generase el máximo espacio interior. La solución adoptada fue seguir el concepto de esfera, que proporciona el área superficial más pequeña en relación al gran volumen que genera. Además, se trabajó siempre con la intención de utilizar la menor superficie posible y lograr un edificio denso y compacto. El volumen que alberga toda la envolvente es de 3369 m^3 , que en relación con los 1036 m^2 de envolvente dan lugar a una compacidad de $3'25$, que es un valor bastante elevado (Section-monte-rosa.ch, 2016). Estas condiciones, junto al aprovechamiento de la energía solar activa y pasiva, la posición de la escalera, la situación de las habitaciones e incluso la disposición de las camas dio lugar a esa forma tan compleja que hoy vemos desde el exterior. Y aunque pueda parecer que la forma ha seguido los caprichosos diseños de los arquitectos, nada ha sido elegido al azar. La forma fue depurándose a lo largo del proyecto. El faldón de la cubierta que da al sur está al servicio de los paneles fotovoltaicos, y se inclinó con un ángulo exacto de $66,2^\circ$ para obtener el máximo aprovechamiento de la energía solar. El faldón que da a norte se inclinó 30° con respecto a la horizontal para asegurar un correcto deslizamiento de la nieve y evitar sobrecargas. (Felix et al. 2011, p.36)

El diseño de la forma fue posible gracias al modelado en tres dimensiones que llevaron a cabo los estudiantes, que facilitó la comprensión y la conexión entre los distintos espacios. Pese a que se diseñaron 420 elementos prefabricados de pared y de techo diferentes, se trató siempre de mantener las soluciones de los detalles constructivos lo más similares posible para que el proyecto fuese más coherente. Las piezas iban variando entre las distintas etapas del proyecto: desde el concepto al diseño, al desarrollo, a la fabricación y, finalmente, a la construcción. El resultado fue la división del proyecto en todas esas piezas prefabricadas de fácil ensamblaje. Este sistema de trabajo ayudó a reducir costes, disminuir el número de elementos de construcción un 30 por ciento y el peso en un 40 por ciento. (Felix et al. 2011, p.38)

El refugio está situado en el borde de una ladera empinada, y reposa en el terreno inclinado sobre 10 cimientos puntuales y un núcleo central, sobre los cuales se formó una estructura de acero horizontal en



forma de telaraña. Lo que se pretendía era separar la parte inferior del refugio del propio suelo para evitar el calentamiento del permafrost, la capa de hielo permanente superficial.

El edificio tiene 38 metros de altura divididos en 6 plantas, de las cuales 2 son sótanos. Tiene 1100 m² de superficie. Cada planta muestra un octógono irregular, dividida en 10 sectores iguales a 36° cada uno y separados por muros radiales portantes. La entrada principal del refugio se sitúa en el sótano primero, elevado ligeramente sobre el terreno. El recorrido comienza con las salas de secado, de calzado y de esquís, que permanecen accesibles como albergue invernal de doce camas cuando el resto del refugio está cerrado. Los demás sectores del sótano están ocupados por las instalaciones y los espacios de almacén.



Figura 24, pág. anterior.
Aspecto diurno desde el lado sureste

Figura 25, izq.
Imagen de la escalera tomada desde el distribuidor de las habitaciones donde podemos observar la profundidad del muro y el recorrido en espiral. La escalera, además de comunicar los distintos niveles, hace de conducto de climatización. La circulación del aire caliente que asciende por ella se potencia con el efecto invernadero.

A continuación el visitante sigue un movimiento en espiral acompañando la alineación de ventanas del muro exterior y ascendiendo por una amplia escalera, siguiendo el arco del sol, abasteciéndose del calor pasivo, tomando aire y ofreciendo vistas impresionantes. Los colores utilizados para las paredes y techos son claros para lograr una buena reflexión de la luz natural, un ambiente agradable y limpio que combina a la perfección con los tonos claros de la madera. A su vez, el propio espacio de la escalera está diseñado para propiciar la socialización entre los huéspedes y el intercambio de experiencias, según explican Bearth&Deplazes en su web, y la profundidad de la envolvente es suficiente para permitir sentarse en el alféizar de las ventanas.

La escalera es la protagonista en la distribución espacial. En cada planta hace un cuarto de giro que se visualiza desde el exterior en forma de banda de ventanales. En primer lugar la escalera conduce al visitante al vestíbulo de acceso al comedor, que tiene una capacidad de 120 plazas y que hace a su vez de sala común. Está situado en planta baja y queda ligado a la cocina. Al sur se sitúa una amplia terraza como solarium de 60 plazas. La escalera continúa su ascenso a las 3 plantas superiores donde se distribuyen las habitaciones en forma de abanico entorno a un distribuidor central. En la primera planta existe una pequeña vivienda del guardián, junto a la lavandería y los aseos. Una estrecha escalera de caracol de servicio le sirve de atajo interior en los pisos inferiores, sobretodo en caso de emergencia. Debido a la peculiar forma del edificio aumenta la inclinación de los muros exteriores a medida que se asciende y disminuye la superficie de cada planta. Para compensar este efecto, las habitaciones bajo cubierta se proyectaron con mayor altura e iluminación cenital. En total existen 18 habitaciones para huéspedes y montañistas con una capacidad de 3 a 8 camas cada una. En total todo el refugio tiene capacidad de albergar a 120 huéspedes y guías de montaña, más 10 camas de reserva. Los colchones de las habitaciones responden a la forma natural del cuerpo humano para economizar más si cabe el espacio y adoptan formas trapezoidales en varios tamaños siendo más amplios en la parte superior y más estrecho en la inferior. (Felix et al. 2011, p.38-40).

*"La nueva cabaña Monte Rosa es simplemente la mejor cabaña de montaña que he visto.
Es un proyecto faro para la región de Valais"*

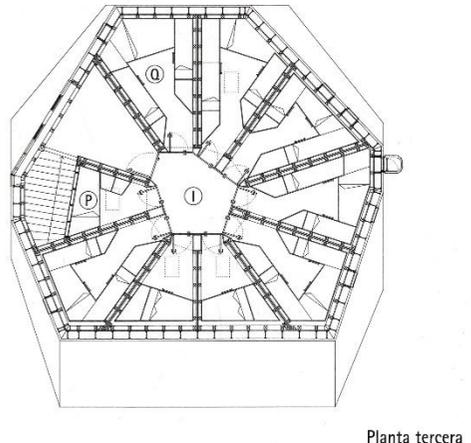
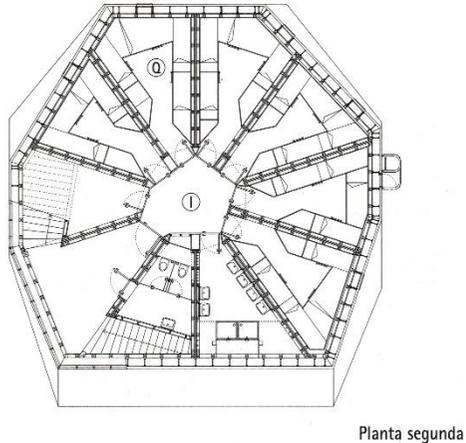
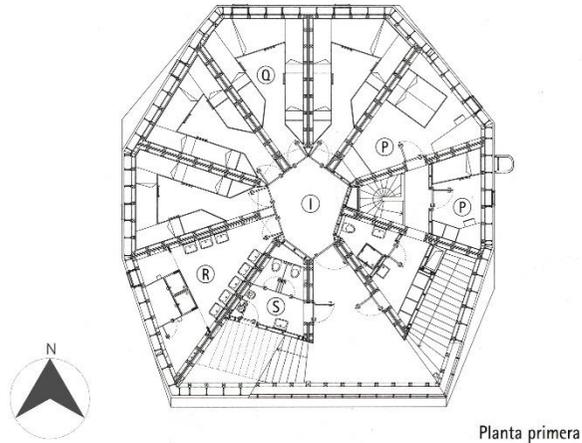
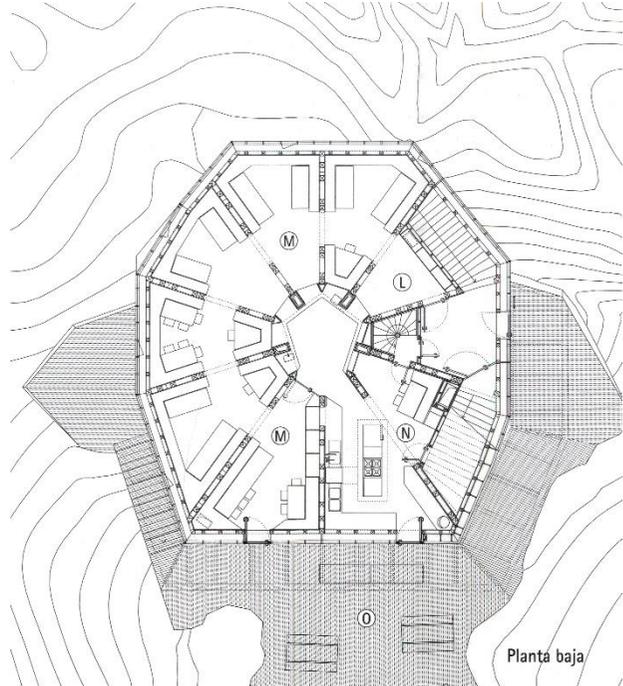
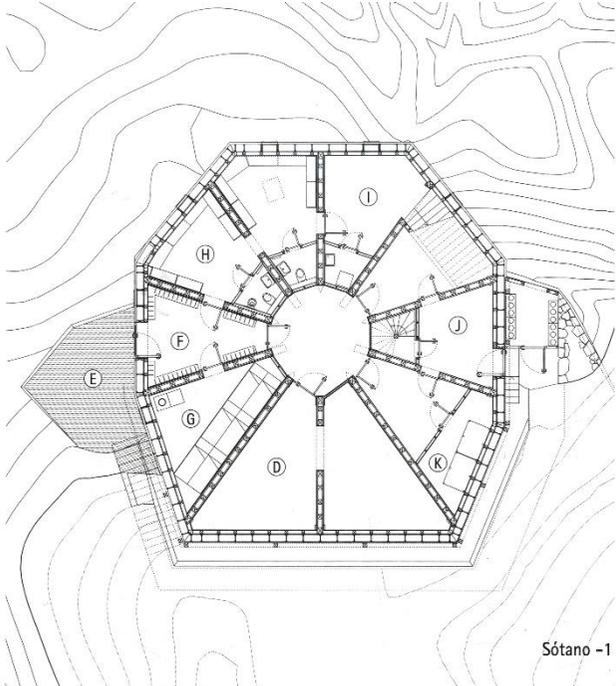
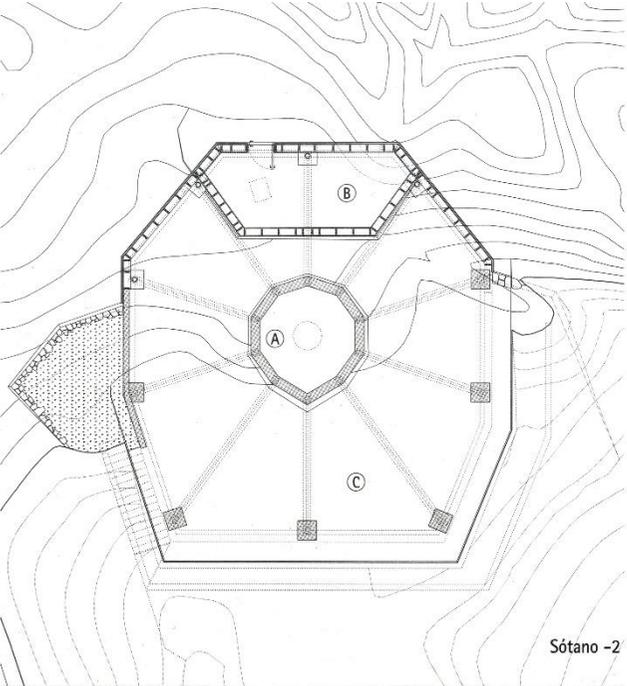
Jean-Michel Cina, miembro del Consejo Cantonal de Valais

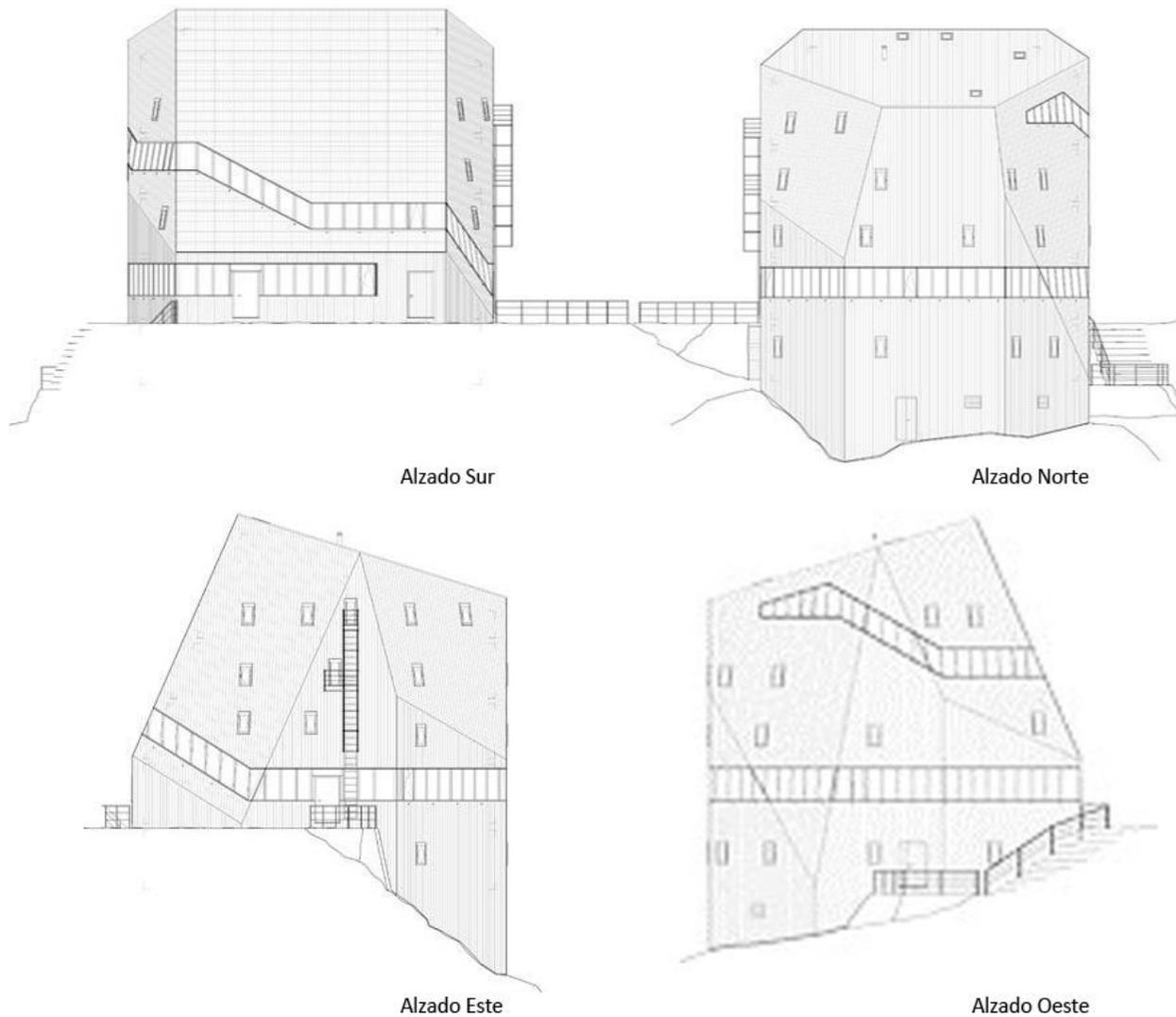


Figura 26.
Interior del salón comedor con estructura vista.



Figura 27.
Interior de las habitaciones con camas trapezoidales.





Leyenda de las plantas, pág. anterior.

- A. Bodega
- B. Depuración de aguas
- C. Cámara bajo forjado
- D. Instalaciones
- E. Acceso principal de huéspedes
- F. Sala de esquís
- G. Habitación de invierno
- H. Sala de calzado
- I. Vestíbulo
- J. Cuarto de basuras
- K. Cuarto de baterías
- L. Recepción
- M. Comedor
- N. Cocina
- O. Terraza / Solarium
- P. Habitación de guardianes
- Q. Habitación de huéspedes
- R. Cuarto de duchas
- S. Aseos

Figura 28, pág. anterior.
Composición de las seis plantas del refugio Monte Rosa.
Figura 29, izq.
Composición de los cuatro alzados del refugio Monte Rosa.

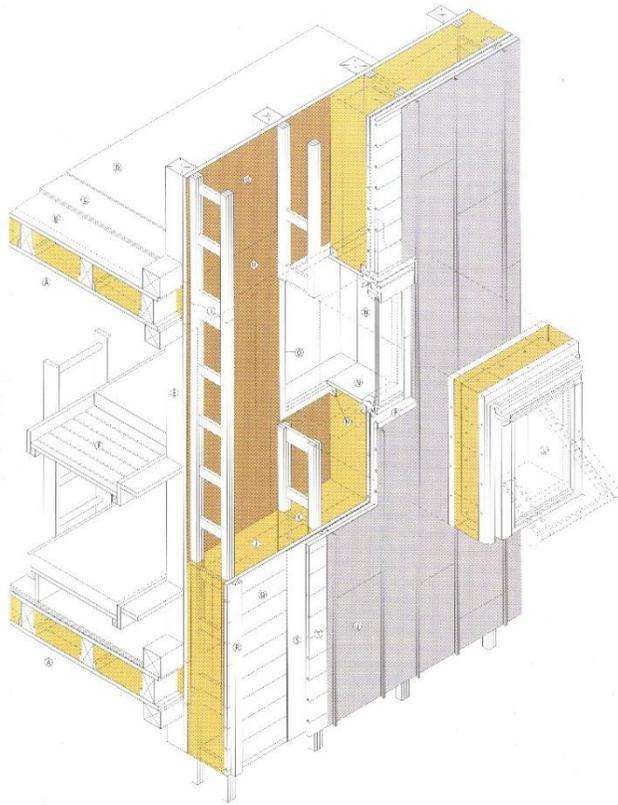
- **Envolvente**

El Monte Rosa Hut utiliza modernos materiales para el acabado de la fachada, pero no deja de tener un aspecto estéticamente austero. Su carácter reflectante lo hace pasar desapercibido, mostrando la grandeza de su entorno y mimetizándose con la blanca nieve.



La envolvente se convirtió en un tema fundamental en el proyecto. (Felix et al. 2011, p.49). Las condiciones climatológicas suponían todo un desafío y superar las intensas tormentas con aportes de nieve, hielo y agua se convertiría en toda una proeza. Pero la realidad del proyecto es que iba a ser utilizado en su máxima capacidad durante los meses estivales entre marzo y octubre, y que el resto de los meses fríos del año iba a ser abierto parcialmente para una capacidad de hasta 12 esquiadores en una sola estancia. Este hecho favorecía en el diseño en el sentido de que sólo la piel de la parte inferior tendría que soportar y hacer frente a las bajas temperaturas invernales. En el resto de las plantas, al ser utilizadas en periodos más calurosos y junto con los aportes activos y pasivos del sol, el control inteligente y el calor desprendido por los usuarios, no estaban condicionadas a tener una envolvente tan gruesa.





Las piezas estructurales de la fachada fueron cubiertas con tablero contrachapado que sirve de apoyo a otras chapas. Sobre ellas, unas costillas de madera de 30cm de espesor dejan espacio para un relleno de aislamiento de lana de vidrio, que se cierra a su vez con otra capa de contrachapado y una lámina impermeabilizante. Encima de la impermeabilización se colocaron las bandejas engatilladas de aluminio sin tratar sobre un enlistonado de 3cm de espesor, con la intención de dejar una cámara de aire con aberturas de ventilación pequeñas que no llegan a permitir la entrada de nieve. El mayor inconveniente es que el material exterior experimenta fuertes dilataciones, y sus juntas de goma sufren altos grados de exposición al sol y a radiaciones.

La mayor parte de las ventanas están situadas alineadas en forma de cascada siguiendo la línea de la escalera, para hacer este espacio el más luminoso y para ofrecer vistas de las cimas más conocidas. El tamaño del resto de las aberturas se debía reducir al mínimo para minimizar pérdidas energéticas pero maximizando dentro de lo posible la ganancia solar. Además, las ventanas de las habitaciones debían de ser accesibles para permitir una ventilación rápida.

Suponiendo un valor U de coeficiente de pérdida de calor de 0'13 en paredes y cubierta, 0'2 en la fachada de los paneles solares, y en torno a 1 en las ventanas, el resultado obtenido es de 0'248, lo que significa que el edificio pierde energía muy lentamente. (Felix et al. 2011, p.49).

Figura 30, pág. anterior, izq.
Plano de la envolvente desplegada

Figura 31, pág. anterior, der.
Fotografía en detalle del acabado metálico de una arista de un encuentro triangulado de la fachada.

Figura 32, izq.
Axonometría descompuesta en detalle de la fachada seccionada.

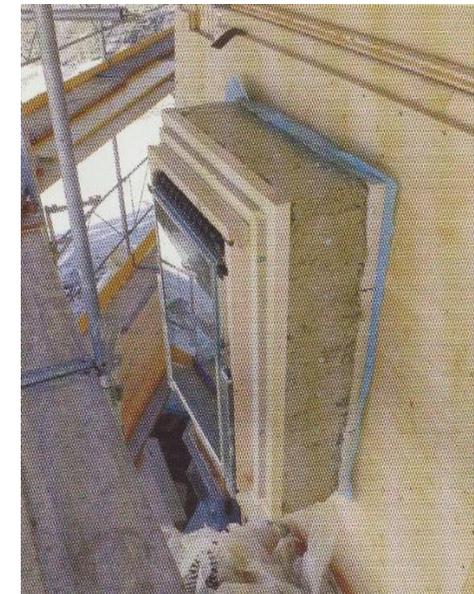


Figura 33.
Detalle de la pieza de ventana en fachada antes de colocar el aislante térmico.

- Estructura

La planta forma un octógono irregular sobre la que los diez muros interiores absorben las cargas verticales y gran parte del arriostramiento del edificio. De esta forma quedan libres de la función estructural primaria la fachada y el núcleo central. Los esfuerzos verticales se transmiten a través de los muros radiales hasta la base de vigas de acero en la planta de sótano, que a su vez transmite las cargas a una cimentación formada por zapatas en el perímetro y un anillo de hormigón como núcleo central del edificio. Surge así el concepto estructural que divide el espacio interior en sectores triangulares. Del mismo modo se trató de triangular las caras de la fachada. Para lograr estabilidad frente a esfuerzos de torsión se arriostraron partes de la fachada en el caso de las plantas superiores. La planta baja, en cambio, al estar acristalada en todo su perímetro no permitía triangulaciones en fachada, así que se consiguió la necesaria resistencia a torsión con ayuda de la zanca de la escalera. (Schnetzpuskas, 2016)

Por otra parte también había que tener en cuenta la resistencia frente a terremotos, pues el refugio está situado en la zona de Suiza con mayor grado de peligrosidad de sismo. Las últimas dos plantas fueron dimensionadas para tal aspecto, superando el dimensionado necesario para soportar los esfuerzos horizontales provocados por el viento. Se tomó como base de cálculo una velocidad de viento de 250 km/h, que localmente se traduce en una presión de hasta 5,0 kN/m² a lo largo de una arista del edificio, según los cálculos de Puskas Ingenieure. Los elementos portantes y de arriostramiento son relativamente rígidos para conseguir disipar la mayor cantidad de energía en caso de terremoto. Para conseguir un comportamiento estructural óptimo, se concibieron las uniones de los elementos para que fueran elásticas. En las hendiduras entre las piezas de forjados y los muros se colocaron tacos de madera de roble con una alta resistencia a compresión para que encajaran entre sí facilitando el montaje. La elasticidad y deformabilidad de las uniones se consigue cuando, en caso de sobrecarga, se aplastan primero las piezas cortadas a contrafibra de los elementos portantes antes que los tacos de madera. (Felix et al. 2011, p.49).

En caso de incendio, las piezas estructurales son capaces de ofrecer una resistencia al fuego de 30 minutos en las plantas superiores y de 60 minutos en cerramientos y sótano. Al formar todas las plantas un único sector de incendios unidas por la escalera principal, se estableció un recorrido alternativo consistente en una escalera de mano en la fachada. (Felix et al. 2011, p.49).

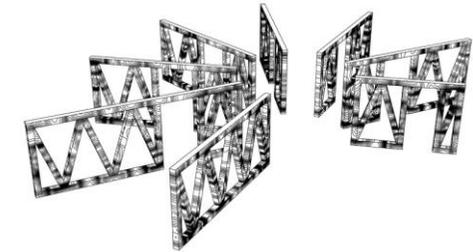


Figura 34.
Perspectiva virtual de los muros radiales del comedor.

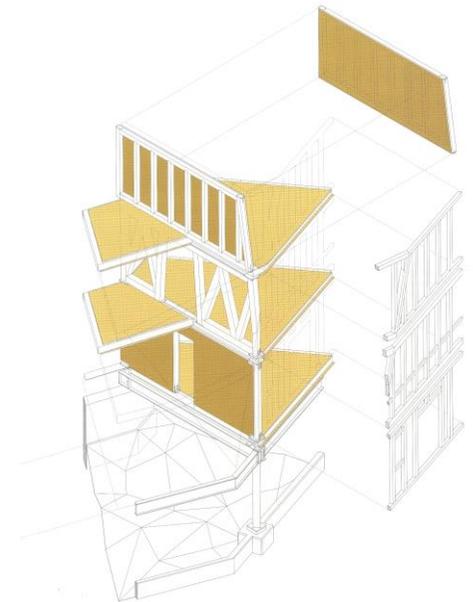


Figura 35.
Axonometría despiezada de la estructura.

- **Detalle**

Un deseo de los arquitectos era que los elementos portantes no quedaran ocultos, sino que el visitante pudiese observar y tocar la madera de la propia estructura. Cada elemento portante de los muros axiales ha sido tallado digitalmente con fresadoras de Control Numérico Computerizado. Un robot realiza sobre las piezas unos anillos con fin estético que recuerda al aspecto natural de la madera tallada. "Hasta ahora, nadie ha explotado el potencial estético de estas articulaciones, aparentemente hechos a mano en la construcción de madera digital", señala Deplazes. Debido a que los encuentros entre estas piezas iban a quedar vistos, la dirección facultativa tenía que garantizar la máxima precisión en taller para que en obra encajase todo perfectamente.

En las habitaciones los elementos prefabricados de la estructura principal que dividen los 10 sectores son dobles, y entre medio se cierran con tableros contrachapados de tres capas que quedan pareados. De esta forma los montantes de 140 x 140 mm quedan vistos desde las habitaciones, creando huecos y repisas muy necesarios y agradecidos por los alpinistas.

En el caso del comedor en planta baja los muros axiales tuvieron que adoptar una forma especial dejando de ser dobles y uniéndose en soportes 200 X 200 mm, con lo que el espacio se vuelve abierto y permeable, aunque aún es perceptible la sectorización de la estructura. En el sótano las consideraciones estéticas son menores y las cargas estructurales mayores, con lo que los muros axiales ya no están construidos como celosías abiertas, sino como paños cerrados. En cuanto a los forjados de cada planta, reposan sobre los muros radiales y están contruidos con vigas cajón rellenas con aislamiento resistente al fuego y cerradas a ambas caras con tablero contrachapado. (Section monte rosa, 2016)



Figura 36, arriba de la pág.
Modelo de madera tallada con anillos.

Figura 37, superior.
Muro de carga acabado en taller.

Figura 38, izq.
Conjunto de detalles de los encuentros.

- **Autosuficiencia energética**

El Estudio Monte Rosa y los estudiantes ETH diseñaron todo a través de la lente de la autosuficiencia y la sostenibilidad. El refugio se encontraba lejos de cualquier tipo de infraestructura y por ello la planificación consistió en lograr el mayor grado de autoabastecimiento. Este objetivo encajaba con la misión de la SAC, que siguen estando profundamente preocupados por la protección de los Alpes suizos para las generaciones futuras. Las 153 cabañas de la SAC son sencillos alojamientos construidos para exhibir las vistas a las montañas. Una cabaña sostenible que produce su propia energía representa una construcción ejemplar para la próxima generación de refugios, llevando a cabo una serie de prácticas tecnológicas y respetuosas con el medio ambiente que asegura que las montañas seguirán intactas en el futuro. Se podría cuestionar si habría sido más sostenible no construir una nueva cabaña en absoluto, pero el turismo es prácticamente el único sector de los Alpes, y los refugios son vitales para ayudar a sostener las economías locales. El nuevo refugio Monte Rosa muestra cómo se puede lograr en un ambiente extremo una arquitectura sostenible ecológica, cultural y económicamente. (Mollard, 2010)

*"Es un modelo para Suiza como centro para la innovación tecnológica y económica.
Hemos comenzado un nuevo capítulo en la construcción de alta montaña"*

Kaspar Wenger, CEO de Holcim Switzerland

El equipo escogió materiales de construcción renovables, poco contaminantes y que fuesen fácilmente reciclables o desechados con poco efecto sobre el medio ambiente. La madera de nuevo resultó ser el material ideal, recordando a las construcciones de cabañas tradicionales. Se seleccionó abeto y picea locales, decisión aprobada por la Oficina Federal de Medio Ambiente (FOEN).

El objetivo era hacer el mejor edificio jamás construido en condiciones extremas en alta montaña para darse cuenta de algo que parecía imposible crear. Era la prueba perfecta para la universidad. En los Alpes ya se habían levantado proyectos semejantes, como la casa Schiestel, de 2005, el primer refugio en los



Figura 39.
Fachada norte.

Alpes con sistema de climatización pasivo de los vieneses Pos Architekten, y la cabaña Olperer del suizo Hermann Kaufmann Architekten. Hasta entonces los refugios alpinos, pese a tener un alto grado de autosuficiencia, eran sencillas construcciones sin ventilación mecánica, con agua fría, sin letrinas... El nuevo refugio sería mucho más confortable en relación a sus predecesores cabañas. (Felix et al. 2011, p.40)

El edificio consta de una red de instalaciones relacionadas por un sofisticado sistema de gestión inteligente que tiene en cuenta diversos factores como el pronóstico del tiempo y el número de huéspedes en su cálculo del consumo de energía. El sistema dispone también de un mástil con instrumentos de medición meteorológica y aparatos de comunicación. A 260km, desde la ETH Zürich se controla este sistema de gestión de la energía de forma remota. Esto constituye un paso gigante para la universidad en un nuevo mundo de la tecnología. "Es algo más que un edificio, es un proyecto de investigación", explica Deplazes. Los datos obtenidos en la cabaña son enviados a la ETH Zürich y, desde allí, se utilizan para maximizar el grado de autosuficiencia energética. Las respuestas son enviadas de vuelta y puestas en marcha de forma automática. (Felix et al. 2011, p.40)

“La combinación de la investigación, la enseñanza y el trabajo práctico es de gran interés para Bearth y Deplazes Architekten. La colaboración física en la ideación, los materiales industriales, la construcción, y la combinación de culturas conduce a un resultado arquitectónico notable.”

Profesor Andrea Deplazes, Bearth & Deplazes Architekten, Chur, Switzerland

La posición del refugio se varió con respecto a su predecesora 88 metros más arriba para buscar unas condiciones más adecuadas. Se situó sobre una meseta orientada al suroeste con un microclima especial donde la nieve se derrite más rápidamente que en su entorno más cercano, y en verano incluso crece un poco de vegetación.

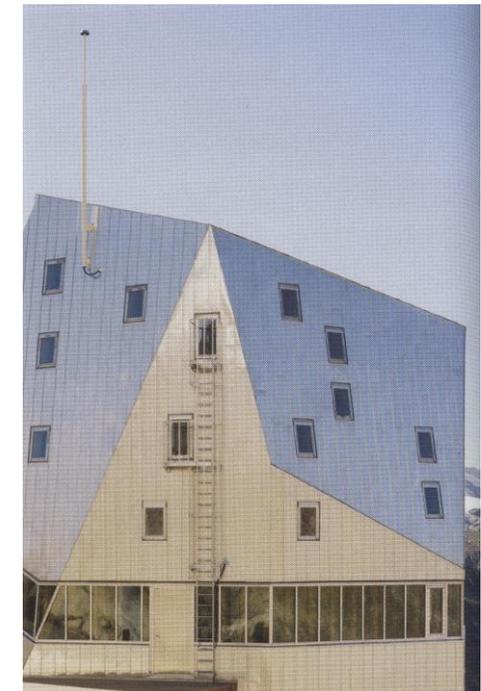


Figura 40.
Detalle del alzado este. Ventanal corrido siguiendo la línea de la escalera y de ventanas puntuales en el resto de las estancias.

El refugio depende de la energía solar. Se desechó la idea de la utilización de la energía eólica por peligro de congelación, generación de ruidos y el riesgo para aves locales. La fuente de energía del refugio la forman una batería de colectores solares térmicos y la instalación fotovoltaica, que se completa con una caldera compacta que, en caso de necesidad, funciona con aceite de colza, un tipo de biodiesel. (Ripoll, p.22)

La necesidad de energía para calefacción y agua caliente está cubierta con un calentador y dos acumuladores térmicos. Estos acumuladores se alimentan con la energía obtenida por una batería de colectores solares térmicos de 56m² instalados sobre la roca por debajo del refugio. Si no es suficiente, se recurre al sistema de recuperación de calor del sistema de ventilación y, en último caso, a la caldera compacta. El acumulador y el calentador pueden intercambiar la energía obtenida cuando se requiera. En el caso de sobreoferta de energía se pueden usar simultáneamente las cinco duchas y un simple sistema de luces avisa al guarda de la casa para que cocine con energía eléctrica en lugar de con gas, como es habitual. Esto reduce aún más el transporte de energía. (Felix et al. 2011, p.46)

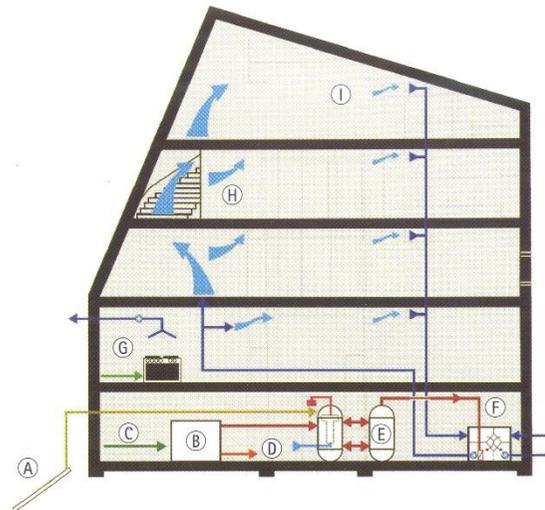


Figura 41.
Esquema de calefacción. Leyenda:

- A. Colectores solares de 56 m²
- B. Generador de electricidad
- C. Aceite de colza
- D. Entrada de agua
- E. Acumulador de agua caliente
- F. Intercambiador agua caliente–aire templado de aire de calefacción
- G. Biogás
- H. Difusión de aire templado por escaleras
- I. Retorno de aire desde los dormitorios

La ventilación de las habitaciones se produce de forma mecánica, aunque todas tienen ventanas. El aire es succionado del exterior. Para el cálculo del modelo se consideró una temperatura exterior de -28°. El aire es templado con la energía aportada por los acumuladores de calor y el intercambiador. A partir de ese momento ya está dispuesto a ser repartido a las habitaciones. Esto se lleva a cabo sin una red de conductos, sino por el hueco de la escalera donde, a modo de invernadero, se precalienta de forma pasiva con la luz solar. El aire accede a través de las ranuras bajo las puertas a todas las habitaciones gracias a un estudiado sistema espacial. De las habitaciones se extrae el aire y se expulsa al exterior no sin antes haber pasado por el sistema de recuperación de calor. (Felix et al. 2011, p.46)

La corriente es aportada por los 110 m² de células fotovoltaicas que fueron instalados sobre la envolvente del refugio, estando 84 m² integradas en la fachada sur. Posteriormente el equipo se dio cuenta de que en ocasiones los 150 kilovatios por hora ganados no eran suficientes para cubrir las necesidades diarias. Se instalaron 45 m² más de superficie para aportar un extra de energía. La posición de los paneles es fija para que la mayor cantidad de energía recogida sea en verano, que es cuando el refugio está en su máximo uso y capacidad. Además, al no moverse se evitan averías. Como el sol está alto durante estos meses, la inclinación de los paneles es leve. La acumulación de nieve sobre ellos en cierta medida es beneficiosa, ya que la reflexión de la luz del sol sobre la nieve puede casi duplicar la producción de corriente. (Ripoll, p.25)

La electricidad se acumula en baterías y se reparte de la siguiente manera: 30% para la planta de tratamiento de aguas residuales, 20% para la ventilación/calefacción, 20% para la cocina y 30% para la luz y refrigeración. Un sistema de control reserva siempre una cantidad suficiente de electricidad para las luces de emergencia, de modo que las baterías nunca pueden descargarse totalmente. Si en algún momento se vacían las baterías con mal tiempo, se puede cubrir la demanda de ese momento con la caldera compacta.

El abastecimiento de agua se produce con el deshielo de la nieve del entorno en los meses más cálidos. Para poder almacenar esa agua durante el resto del año se excavó una caverna de 120m³ de capacidad de paredes de granito 50 metros más arriba del refugio. El aljibe protege de las heladas al agua ya que está protegido por la capa del permafrost, que evita su congelación en temperaturas extremas. Al estar situado más arriba no es necesario un grupo de presión para aprovechar el agua. La presión y la gravedad la hacen llegar de forma natural hasta el refugio, donde es filtrada y desinfectada. En ese momento está disponible fría o caliente para cocinar o para la higiene personal. Una vez usada, es depurada en una instalación de

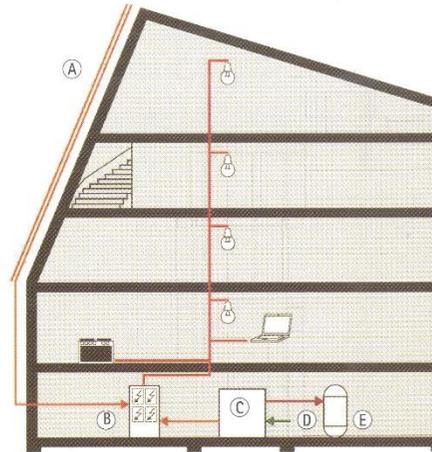


Figura 42.
Esquema de electricidad. Leyenda:

- A. Células fotovoltaicas de 84 m²
- B. Baterías
- C. Generador de electricidad
- D. Aceite de colza
- E. Acumulador

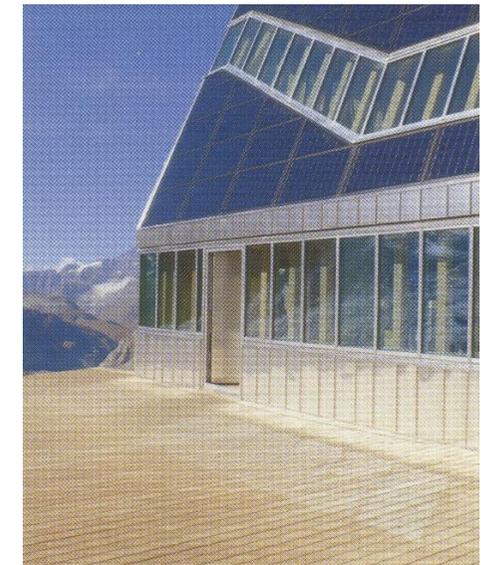


Figura 43.
Cara sur de la edificación con solárium y placas solares

microfiltros biológicos y convertida en aguas grises para el uso de las cisternas de los sanitarios o la lavadora, que disponen de agua corriente todo el día. Tras su uso, estas aguas sucias son depuradas de nuevo para no dañar la biosfera en la liberación de los excedentes al exterior. Los residuos sólidos acumulados se almacenan y se empaquetan al mínimo para ser retirados por un helicóptero. Son transportados al valle, donde se hacen cargo de ellos. Los investigadores están todavía considerando cómo generar biogás a partir de desechos humanos con el fin de que el edificio sea totalmente alimentado de energía alternativa y aún más autosuficiente. (Felix et al. 2011, p.46)

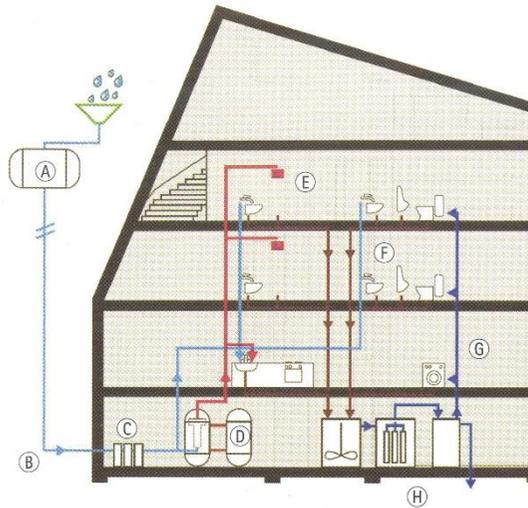


Figura 44.
Esquema de agua. Leyenda:

- A. Depósito de agua de deshielo de 120 m³
- B. Presión obtenida por gravedad
- C. Desinfección
- D. Acumulador de agua caliente
- E. Duchas
- F. Agua corriente para lavabos
- G. Reutilización de aguas grises para lavado y cisterna
- H. Estación depuradora de aguas por microfiltros

“El refugio es un proyecto que ha traspasado fronteras, típico del espíritu del alpinismo. El proyecto reunió a personas que de otro modo nunca habrían trabajado juntas, y eso generó entusiasmo en todos los niveles”

Romano Boutellier, vicepresidente de Recursos Humanos e Infraestructura en la ETH

El refugio pasó una vez construido a una fase II en la que el objetivo es que los análisis de los datos recogidos por la cantidad de huéspedes inscritos y el pronóstico de tiempo den lugar a un software casi imposible de mejorar en lo que respecta a la utilización y la eficiencia de la energía. El resultado es un sistema que automáticamente gestiona el ahorro de energía según los datos introducidos. En el momento en que ese sistema esté en funcionamiento habrá finalmente concluido el conocimiento y la investigación a través del refugio Monte Rosa, y estará disponible para futuras construcciones de nuevos edificios energéticamente responsables. (Mollard, 2010)

- **Logística y transporte**

El proceso de construcción no podría haberse logrado con los métodos tradicionales porque la ubicación estaba evidentemente fuera de toda red eléctrica y del abastecimiento de agua. Puesto que no se disponía de mucha energía o agua para construir materiales in situ, muchos de los componentes tenían que ser prefabricados. En la fase de la logística se planteó primeramente apilar en obra células habitables que serían prefabricadas en taller, pero se renunció a esa idea debido a la escasez de helicópteros capaces de transportar tanta carga. El helicóptero que se escogió fue el Eurocopter, capaz de portar hasta 650 kg. Así que se comenzó a trabajar y diseñar dividiendo el edificio en partes más pequeñas y ligeras. Cada metro cúbico de hormigón, cada viga y cada tornillo tuvieron que transportarse en tandas de unos 400 kg de peso. Esta limitación de peso fue una de las principales razones por las que la madera fue escogida como material principal del proyecto, debido a su reducido peso. (Felix et al. 2011, p.42)

Las piezas eran conducidas desde el taller en camión hasta un ferrocarril que las llevaba a Riffelboden, a 2300m. Allí eran almacenadas o bien transportadas directamente del tren hasta la obra, donde el helicóptero situaba la pieza en su posición definitiva. Cada trayecto duraba 9 minutos. Analizadas las circunstancias, era necesario exigir el más alto nivel de calidad y precisión de los elementos realizados en taller. Las 420 piezas de madera prefabricadas realizaron este trayecto para llegar hasta la obra y ser ensambladas. Además, hubo otros pocos elementos de fachada que no pudieron dividirse en piezas más pequeñas y que tuvieron que ser transportados por otro helicóptero de mayor carga. Para toda la construcción se necesitaron 3000 vuelos que consumieron el 15% del presupuesto total. (Case Study: Monte Rosa Hut, 2016).

Las condiciones del entorno como las fuertes cargas de viento, las temperaturas y las inclemencias meteorológicas imprevisibles permitían trabajar sobre el terreno durante sólo 5 meses al año. La primera piedra fue colocada el 16 de agosto de 2008. En la primera fase de construcción se realizaron los cimientos puntuales de hormigón armado, la única parte del refugio llevada a cabo in situ,

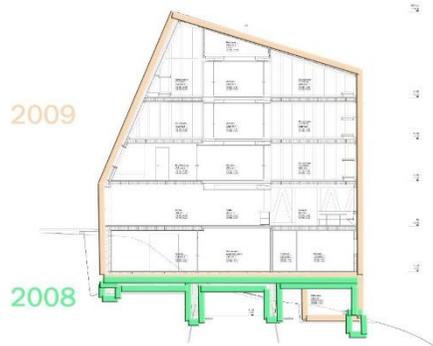


Figura 45. Depósito de material del helicóptero en fase avanzada de la obra.

Figura 46, izq. Esquema de la distribución de tiempos en la obra.

sobre los cuales se construyó la base de vigas de acero arriostradas. Además, se abrió la cueva que funcionaría como aljibe. La segunda fase comenzó en la primavera del 2009, cuando desapareció la nieve y fue posible construir sobre la base las 5 plantas del refugio, que se desarrolló durante 21 semanas según explica Rüegg en su reseña sobre el día de la inauguración (2009).

"Todo el mundo dio el 200 por ciento, así que pudimos lograr el objetivo. Fue importante seleccionar cuidadosamente las empresas y tener a las personas adecuadas en la obra para seguir adelante. Todo el mundo se apoyaba entre sí"

Hans Zurniwen, Jefe de obra

El muy esperado nuevo Monte Rosa Hut abrió con gran éxito el 26 de septiembre de 2009, poco más de un año después de haber comenzado la construcción. Su coste fue de 6,5 millones de francos suizos (aproximadamente 5,9 millones de euros). El SAC aportó 2,15 millones, y el resto lo subvencionaron patrocinadores y clientes, liderados principalmente por Holcim, el grupo de electrónica Alpique y la Oficina Federal de Medio Ambiente (FOEN). En total, más de 30 patrocinadores han contribuido a la construcción del refugio de montaña. (Case Study: Monte Rosa Hut, 2016).

Aunque el nuevo Monte Rosa Hut es sólo uno de los 153 refugios que mantiene el SAC en los Alpes suizos, se ha convertido en una pieza importante del legado de diseño moderno y sostenible en montaña.

"Me sostengo en que es actualmente el mejor refugio en los Alpes. No a causa de su tecnología o su forma, sino más bien por la exitosa construcción de un edificio que no puede ser dividido en dicotomías como la construcción y la tecnología, o la superficie y la estructura. Las cosas funcionan en conjunto. Es imposible cambiar nada sobre el edificio sin poner en tela de juicio otros componentes. Constituye un todo equilibrado"

Profesor Andrea Deplazes, Bearth & Deplazes Architekten, Chur, Switzerland



3.2 Cabane de Tracuit

- **Ficha Técnica**

Altura sobre el nivel del mar _ 3.256 m

Localización _ Cantón de Valais, Suiza

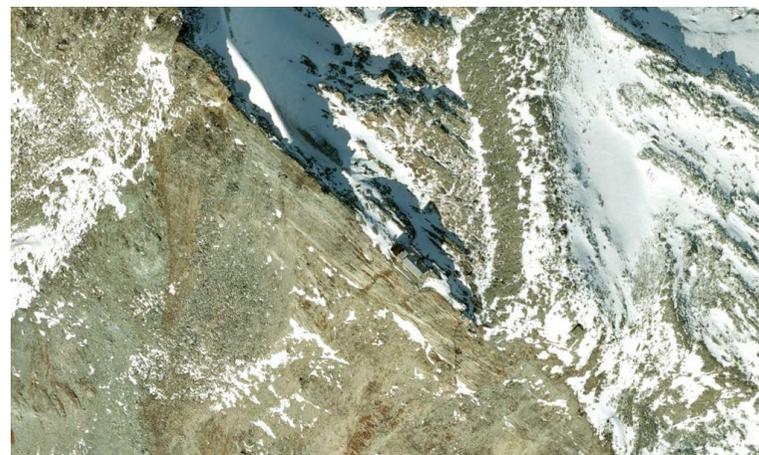
Sistema montañoso _ Alpes Occidentales, Peninos, Weisshorn (4.506 m)

Arquitecto _ Savioz Fabrizzi Architectes

Cliente _ Sección Chaussy del Club Alpino Suizo SAC

Año de inauguración _ 2013

Capacidad _ 116 plazas



- **Ubicación y forma**

Colgado de una cresta alpina, el refugio de Tracuit se sitúa en el corazón de los Alpes de Valais a 3256m, a los pies del Glaciar de Turtmann. En el borde del valle de Anniviers, dispone de una posición privilegiada, excepcional punto de partida para ascender la Tête de Milon (3693m), el Bishorn (4153m) o el Weisshorn (4506m) que, siendo uno de los cuatromiles más altos del sistema, hace frontera con los Alpes Italianos. La obra pertenece a la sección Chaussy del Club Alpino Suizo. (Volken y Kundert, 2013, p.292)

Como explica Frearson, el refugio surge de la necesidad de renovar el anterior refugio que, construido en 1929, se encontraba en un mal estado de conservación. Después de que la cabaña hubiese sufrido diversas adaptaciones y reformas a lo largo de los años para hacer frente al aumento constante del número de huéspedes, se consideró su reconstrucción debido al elevado presupuesto de su posible renovación para estar a la altura de los estándares modernos. Además, supone una alternativa al refugio de Weisshorn (2932m) para afrontar las mencionadas cimas, por su selecta ubicación.

“ La naturaleza del lugar, entre el acantilado y el glaciar, determinó la posición y forma del nuevo refugio, que se construyó sobre la arista del precipicio, encajando con la topografía del entorno”

Arquitecto Savioz Fabrizzi

El diseño del edificio fue escogido a través de un concurso de arquitectura, que ganó Savioz Fabrizzi Architectes. Ellos describen que el edificio reconoce el entorno natural tan especial en el que está instalado y lo traduce en su forma. Entre la horizontalidad del glaciar de Turtmann y la verticalidad del acantilado, el refugio se adapta a la topografía tan compleja de su ubicación y se tiende sobre la arista de la montaña tratando de lograr ser una continuidad de las rocosas paredes. La fachada sur, en continuación con el precipicio, funciona como un gran captador de la energía procedente del sol. Las otras fachadas reflejan por su carácter metálico la nieve y el paisaje para disminuir el impacto ambiental visual sobre el lugar.

Figura 47, pág. 44.
Fotografía del refugio tomada desde la cresta de la montaña en el este.
Figura 48, pág. anterior (arriba).
Imagen satélite de ubicación con entorno.
Figura 49, pág. anterior (abajo)
Mapa cartográfico del entorno.



Figura 50.
Imagen actual del refugio Weisshorn.

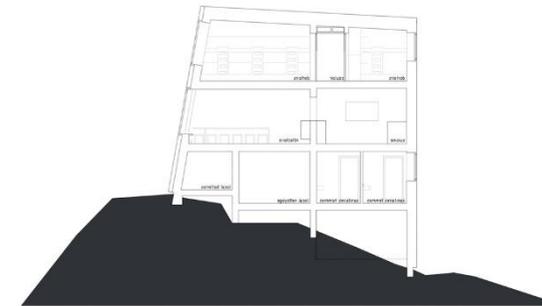


Figura 51.
Acceso al refugio desde la cara oeste.

- Distribución y programa

Los espacios interiores se limitan a lo estrictamente necesario. Se organizan de manera compacta por cuestiones económicas pero al mismo tiempo por cuestiones sociales: favorecer las relaciones sociales entre los huéspedes y hacer perdurar el espíritu de compañerismo de cabaña tan característico en este género de refugios de alta montaña, como sostienen Savioz Fabrizzi Architectes en su web.

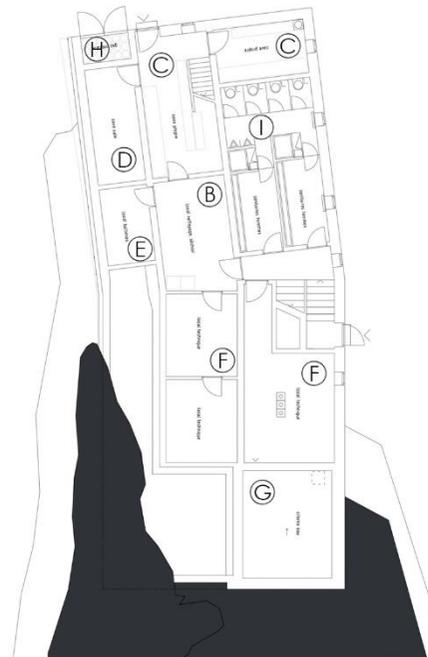
Cuatro plantas de alojamiento están contenidas dentro del edificio, incluyendo una capacidad para un máximo de 116 invitados. El programa responde a 6 dormitorios de 12 plazas, 5 dormitorios con cuatro plazas y 1 dormitorio grande de 24 plazas. Además, en la planta baja se sitúa el amplio y diáfano comedor aprovechando el asoleamiento procedente del sur. "Desde el comedor, los huéspedes disfrutaban de una vista ininterrumpida sobre el Valle de Zinal" añaden los arquitectos. (Nuevo Refugio de Montaña Tracuit, 2016)



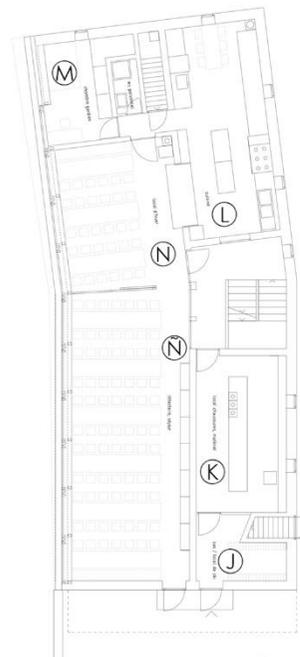
Sección transversal



Sótano -2



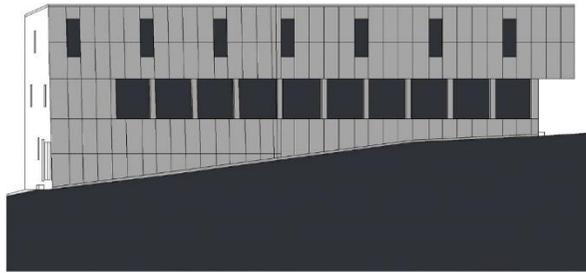
Sótano -1



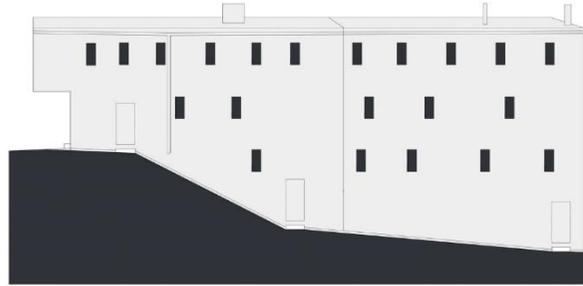
Planta baja



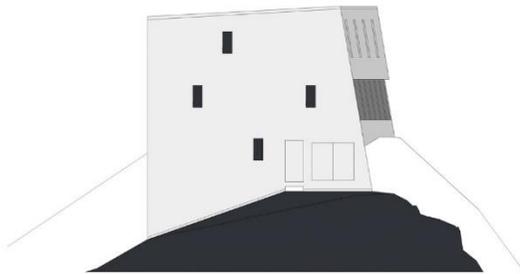
Planta primera



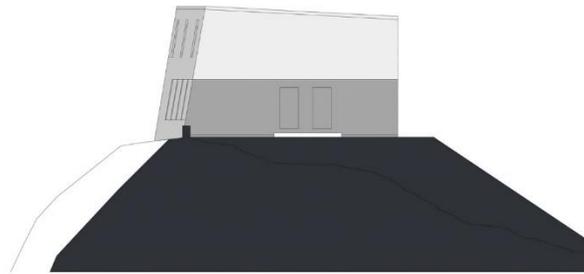
Alzado Sur



Alzado Norte



Alzado Este



Alzado Oeste

Leyenda de las plantas, pág. anterior.

- A. Local descomposición sustancias fecales
- B. Sala de limpieza, secadero
- C. Bodega
- D. Cuarto de basuras
- E. Cuarto de basuras
- F. Instalaciones
- G. Cisterna de agua
- H. Almacén de gas propano
- I. Aseos y duchas
- J. Sala de esquís
- K. Sala de calzado, recepción
- L. Cocina
- M. Habitación del guardián
- N. Comedor de invierno
- Ñ. Comedor de verano
- O. Habitación de 4 plazas
- P. Habitación de 12 plazas
- Q. Habitación de 24 plazas

Figura 52, pág. anterior (arriba)

Sección del refugio de Tracuit.

Figura 53, pág. anterior (abajo).

Composición de las cuatro plantas del refugio de Tracuit.

Figura 54, izq.

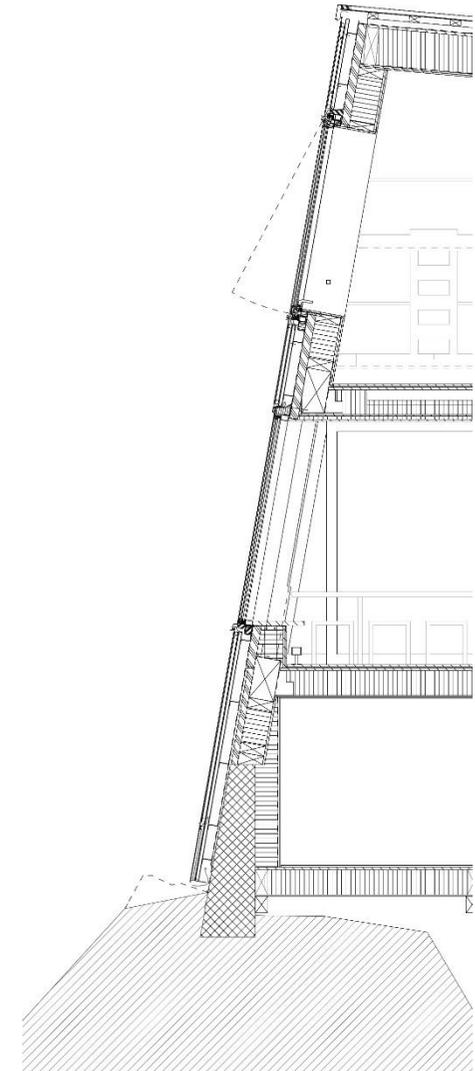
Composición de los cuatro alzados del refugio de Tracuit.

- **Construcción**

El sistema constructivo elegido tuvo en cuenta las dificultades ligadas al transporte de materiales y a las condiciones climáticas extremas del lugar. El hormigón resultó particularmente costoso de transportar por las remotas condiciones, lo que condujo a los arquitectos a reducir el uso de este material, que tuvo que ser prefabricado y transportado en helicóptero. Además, esto condicionó el diseño de las cimentaciones, que tuvo que ser de zapatas aisladas. El hormigón tiene presencia en la ejecución de los cimientos, del depósito de reserva de agua y en el almacén de gas por su propiedad resistente al fuego. Sobre los cimientos reposa una estructura en madera que forma el esqueleto de la edificación. Hicieron falta 9 jornadas de trabajo y la ayuda de 2 helicópteros para el montaje de los 4 niveles del refugio realizados mediante módulos prefabricados. Los elementos de muros y de los forjados están compuestos por pilares y vigas, aislante y revestimiento. (Nouvelle Cabane de Tracuit, 2016)



Las fachadas y la cubierta se cubrieron con paneles corrugados de inox, escogido por su cualidad anticorrosiva. El acero inoxidable permite igualmente recuperar el agua de la cubierta apta para el consumo gracias a su estabilidad química. Las fachadas quedan así revestidas con planchas que reflejan distorsionadamente el paisaje que envuelve al refugio, permitiéndole fundirse en su entorno.



Sobre las fachadas este, oeste y norte las aberturas son pequeñas y puntuales, para evitar que funcionen como puentes térmicos de pérdida de energía de interior a exterior. Sus dimensiones permiten un justo equilibrio interior entre la iluminación, la ventilación natural y la limitación de pérdidas térmicas.

La inclinación del precipicio está idealmente orientada al sur, así que se aprovechó para prolongar la pendiente con la fachada e instalar sobre ella los paneles fotovoltaicos con el fin de asegurar una gran parte del aprovisionamiento energético. El recubrimiento de los paneles se prolongó por parte de la cubierta para así maximizar las ganancias solares. Debido a su exposición al sol, la fachada sur dispone, entre los huecos que dejan los paneles, de unas ventanas de dimensiones más generosas que permiten acumular la energía pasiva solar. Desde el comedor, los amplios vanos de vidriados ofrecen una espectacular vista desde lo alto. (Cabaña en la montaña, 2013, p. 2).

- Autosuficiencia energética

El edificio ha sido concebido de forma que se minimizara el impacto sobre el ambiente. Aislado de toda red de alimentación, el proyecto tenía como objetivo la autonomía energética. (Cabane de Tracuit, 2016).

La forma compacta del refugio, la eficaz envolvente térmica y una limitación de las necesidades permiten reducir el consumo energético. La excelente orientación de la fachada sur y la cubierta permiten que el edificio aproveche las condiciones del lugar, siendo parcialmente sostenible y generando su propia energía.

Un sistema de ventilación “low-tech” permite recuperar el importante calor emitido por los ocupantes asegurando al mismo tiempo la renovación de aire para el aumento del confort. La calefacción, limitada a ciertas piezas, funciona por un sistema de combustión de madera y aporte de gas hasta completar la demanda. La fachada cubierta por 95 m² de paneles fotovoltaicos aporta la mayor parte de la energía eléctrica, estando de todas formas disponible un generador para los picos de consumo.

La obra duró aproximadamente un año, de junio 2012 a junio 2013. Al finalizar los trabajos, la antigua cabaña construida en 1929 que había servido de cobijo a los empleados de la obra fue derruida. Los cimientos y la base de los muros fueron respetados como recuerdo de la originalidad del refugio.

Figura 55, pág. anterior, izq.
Aspecto del material inox en la fachada norte.
aberturas puntuales.
Figura 56, pág. anterior, cent.
Fachada sur. Ventanal corrido.
Figura 57, pág. anterior, der.
Sección de la fachada sur.



Figura 58.
Interior del comedor con amplios ventanales.



3.3 Refugio de Llauset

- Ficha Técnica

Altura sobre el nivel del mar _ 2450 m

Localización _ Huesca, España

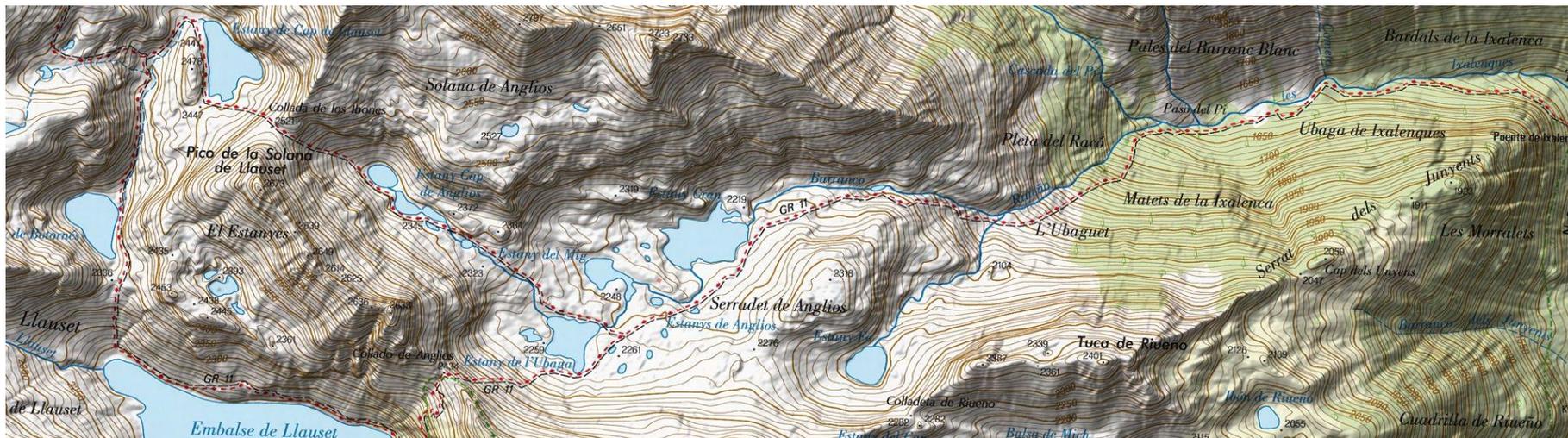
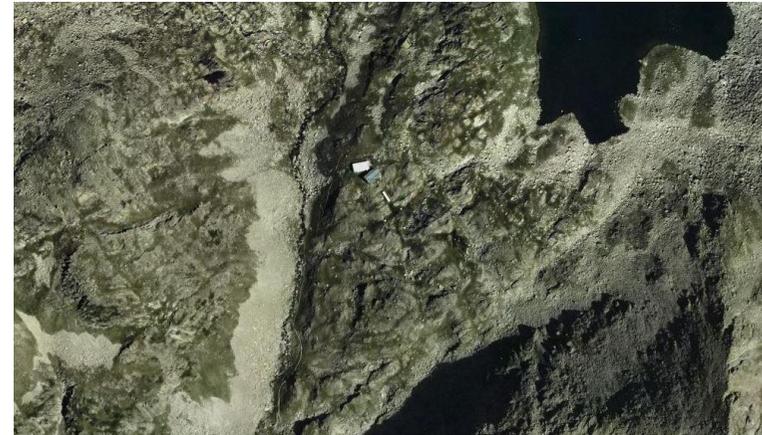
Sistema montañoso _ Parque Natural Posets-Maladeta. Parte oriental Macizo de las Maladetas

Arquitecto_ Alejandro Royo y Ramón Solana

Cliente_ FAM (Federación Aragonesa de Montañismo)

Año de inauguración_2016

Capacidad_80 plazas



- **Ubicación**

La FAM ha sido la promotora de la construcción del nuevo refugio de montaña Cap de Llauset, el cual se encuentra ubicado junto al ibón-estany del mismo nombre, dentro del término municipal de Montanuy. Se convierte en el refugio más alto del Pirineo Aragonés, a 2450m. El lugar donde se localiza el refugio está en la parte oriental del macizo de las Maladetas, dentro del Parque Natural Posets-Maladeta, donde se encuentran más cimas que superan los 3000m de todo el Pirineo, francés y español. En pleno trazado del recorrido GR11, la senda transpirenaica, da cobertura, servicio y seguridad a los 5.000 montañeros anuales que realizan esta ruta de interés internacional, y que no contaba con un refugio en este tramo; así como al recorrido del gran Trail Aneto-Posets. (Nuevo refugio de Cap de Llauset, 2012)

“El nuevo refugio está situado en la GR11. Teníamos claro que si hacíamos un refugio allí, algo que se viene solicitando desde hace mucho tiempo, había que solucionar tanto los problemas de la zona de Llauset, Angliós y Salenques como los del GR11, además de abrir nuevas posibilidades. Por eso elegimos Cap de Llauset”

Sergio Rivas, responsable de refugios de la Federación Aragonesa de Montañismo.

El refugio de Cap de Llauset tiene por finalidad principal dar servicio y seguridad a los montañeros sea cual sea la disciplina del montañismo que practiquen. Viene a cubrir, en cuanto a instalaciones deportivas de montaña se refiere, una amplia zona geográfica, como es la vertiente oriental del macizo de Las Maladetas, no muy frecuentado por los montañeros. Convertirá al pico Russell (3207m) en una cumbre de primer orden. Por otra parte, en pleno trazado final del GR11, permite cubrir la etapa que parte desde el Valle de Benasque, además de complementarse y realizar junto con el refugio de La Renclusa, un recorrido circular en torno al Aneto. Son muchas igualmente las posibilidades deportivas que ofrece, tanto de ascensiones como de rutas de senderismo entre ibones, así como un amplio abanico de recorridos para esquí de montaña. (FEDME, 2016)

Figura 59, pág. 51.

Fotografía del refugio meses antes de ser inaugurado.

Figura 60, pág. anterior (arriba).

Imagen satélite de ubicación con entorno.

Figura 61, pág. anterior (abajo)

Mapa cartográfico del entorno.



Figura 62.

Imagen tomada desde la montaña, donde se distinguen claramente las dos fases de construcción.

“Este macizo del Parque Posets-Maladeta es el que tiene más tresmiles de todo el Pirineo, francés y español, pero menos servicios, ya que solo cuenta con el refugio de la Renclusa. Muy cerca, en el Parque Nacional de Aigüestortes, en Cataluña, disponen de siete; y el macizo del Posets, de tres. Pero además del beneficio deportivo, creará puestos de trabajo”

Modesto Pascau, Gerente de Prames.

El refugio de Llauset va a contribuir claramente a la dinamización del valle. "Puede parecer que un refugio es solo un edificio de paso para guarecer a los montañeros, pero es una infraestructura turística de primer orden y da vida a los valles de montaña", indica el presidente de la Diputación de Huesca, Antonio Coscolluela. Gracias a la su emplazamiento atraerá sin duda a un gran número de montañeros y visitantes. La FAM prevé que pernocten 6.000 personas al año, además de los usuarios de día. Además, en este macizo existe cierto déficit de instalaciones, y ha de servir de apoyo a todo tipo de trabajadores de la montaña, realizar tareas de vigilancia del entorno, toma de datos nivometeorológicos y apoyo a los servicios de rescate en caso de emergencia y accidente.

El refugio está abierto al público durante todo el año. Está situado bajo el ibón de Cap de Llauset, del cual se abastece de agua. La ruta normal de acceso al mismo es a través de una pista asfaltada que, desde la localidad de Aneto, sube hasta el embalse de Llauset. Desde ahí, a pie por el sendero GR11 en 1 hora y 30 min. El refugio por tanto no cuenta con acceso rodado de ningún tipo, y es por ello considerado como "refugio de altura". Está protegido de avalanchas, y soleado la mayor parte del día. La FAM y los guardas trabajan conjuntamente para definir los mejores accesos de cara al invierno, y será la experiencia que se vaya teniendo de la apertura invernal la que definirá las necesidades del refugio de cara a la misma. (La disputa del Aneto, 2016).



Figura 63.
Impacto sobre el entorno.

- **Distribución y programa**

El refugio se compone de dos edificios conectados entre sí, situados a un lado del GR11. Así que el montañista que venga desde Salencas accederá por una parte y el que venga desde Llauset por la contraria. Los dos accesos están situados en el espacio que se genera entre el movimiento de las dos piezas, provocando un vestíbulo de entrada protegido por una piel cortavientos. Desde ahí puede acceder a ambos edificios. (Refugio Cap de Llauset, 2016)

El refugio cuenta con una superficie total construida de unos 940 m² distribuidos entre los dos edificios (Rivas, 2016, p.3). Cada edificio tiene planta baja y planta bajocubierta. En la planta baja del primer edificio se encuentran la recepción y los espacios de restauración: el comedor para 80 plazas (con posibilidad de dividirlo para tener un aula polivalente), la cocina, el almacén y la cámara. En la planta baja del segundo edificio se localizan el resto de servicios que ofrece el refugio: el botero, guarda-esquí y taquillas; aseos, sala de secado de ropa, enfermería, un pequeño taller, almacén y cuarto de basuras y limpieza. Además, también ofrece un pequeño espacio de pernocta y cocina libre. El segundo edificio está situado sobre un terreno con mayor desnivel, que se absorbe con una planta sótano que sirve de plataforma sobre la que reposa el segundo edificio, y es aprovechada para albergar depuradora de aguas residuales, un punto limpio para tratamiento y almacenaje de residuos sólidos, estación meteorológica, conducciones de captación de agua, caseta provisional de aseos de uso general, así como la instalación de energía fotovoltaica. Entre ambos edificios está proyectada una terraza que se combinará con el comedor para ofrecer mejor servicio.

A la planta bajo cubierta se accede desde el segundo edificio, y se pasa de un edificio a otro a través de un distribuidor. Allí se encuentran entre los dos edificios 13 habitaciones de 6 plazas cada una con camas simples o literas y con aseo propio, así como una habitación para guardas, con posibilidad de uso por éstos de un espacio adicional. El primer edificio, de 30 plazas, se utiliza todo el año y el segundo, de 48 plazas, se abre para los topes de ocupación principalmente en verano. Los aseos disponen de duchas y agua caliente. (Albergues y refugios de Aragón, 2016)

El refugio cuenta con todo el equipamiento necesario para poder desarrollar los servicios para los que está concebido: acogida de montañeros, hospedaje, restauración y pequeñas tareas de mantenimiento. El



Figura 64.
Acceso al vestíbulo de entrada desde Llauset.

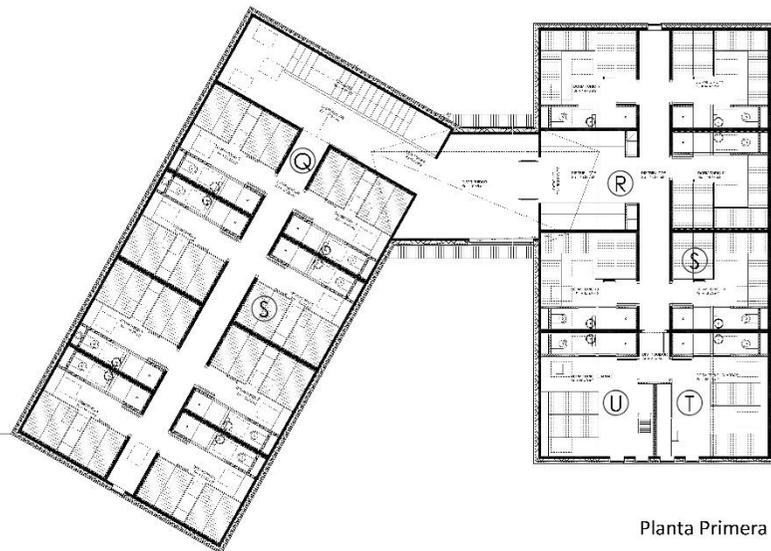
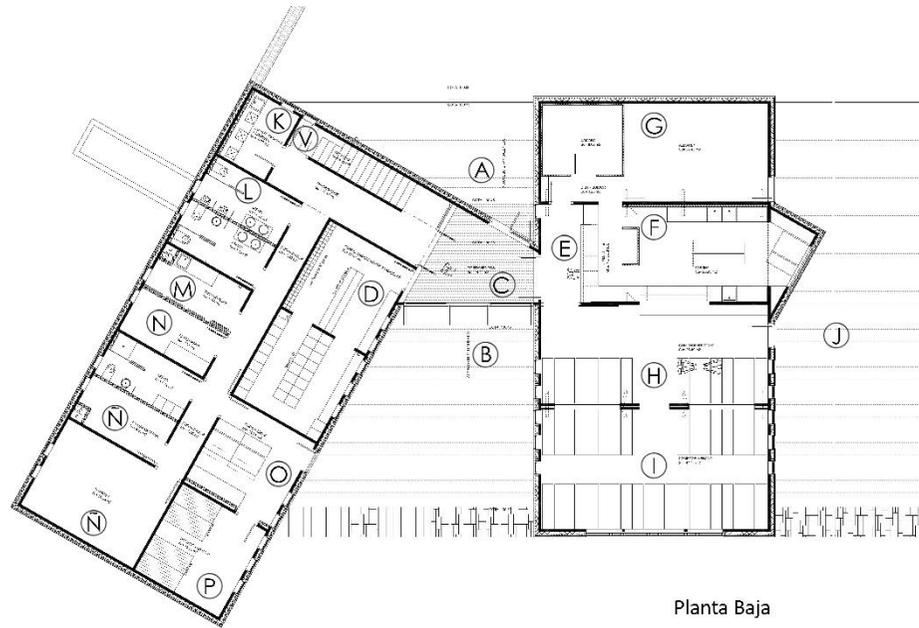
mismo se ha elaborado siguiendo la experiencia de puesta en marcha de otros refugios, y está abierto a incorporaciones de otros elementos propuestos por los guardas, como se indica en el pliego de condiciones para la concesión de la explotación del refugio (Rivas, 2016, p.9).

A nivel energético el refugio contará con la instalación de 24 placas fotovoltaicas con una capacidad de generación total de 4,56 kw, un total de 24 baterías de acumulación, así como dos grupos electrógenos, uno grande de 45 Kva y otro más pequeño de 15 Kva. También contará con bombonas de gas propano para uso en cocina. (Rivas, 2016, p.3)

A nivel de comunicaciones el refugio contará con conexión a Internet por satélite, teléfono por voz IP y emisora de radio. Es un refugio, sin duda, pensado para las necesidades del siglo XXI.



Figura 65, izq.
Mimetización de los materiales con el entorno en plena temporada invernal.



Leyenda de las plantas, pág. anterior.

- A. Acceso GR11 Salencas
- B. Acceso GR11 Llauset
- C. Vestíbulo cortavientos
- D. Sala de esquís, de calzado y taquillas
- E. Recepción y bar
- F. Cocina
- G. Bodega
- H. Comedor invierno
- I. Comedor verano
- J. Solarium/Terraza
- K. Cuarto de basuras
- L. Aseos
- M. Secadero
- N. Enfermería
- Ñ. Almacén
- O. Cocina libre
- P. Dormitorio libre
- Q. Zona verano
- R. Zona invierno
- S. Cuarto de 6 plazas
- T. Habitación del guardián
- U. Habitación auxiliar
- V. Acceso a sótano: depuradora de aguas residuales, punto limpio para tratamiento y almacenaje de residuos sólidos, estación meteorológica, conducciones de captación de agua, caseta provisional de aseos de uso general, instalación de energía fotovoltaica

Figura 66, izq.
Composición de las dos plantas del refugio Cap de Llauset

- **Construcción**

La FAM, de la mano de los arquitectos del proyecto Alejandro Royo y Ramón Solana, ha querido aplicar en el diseño de este refugio los elementos constructivos más modernos en cuanto a la limpieza del proceso constructivo y el mantenimiento y gestión posterior del edificio. Se trata de una edificación construida de acuerdo a los modernos sistemas sostenibles y a los últimos descubrimientos técnicos. Para ello, se abandona la piedra como material principal y se opta por otro tipo de componentes. La base sí que sigue siendo de piedra, pero el edificio es modular. Esto tiene muchas ventajas, según Sergio Rivas, responsable de refugios de la FAM. La primera, la construcción es mucho menos agresiva, porque no se fabrica en el lugar. Para otros refugios, se requiere de una zona anexa en la que hormigonar, enladrillar, almacenar, escombrar... y al finalizar la obra, quedan señales evidentes en los alrededores. Sin embargo, los módulos se fabrican fuera, se suben y se instalan.

Así, y siguiendo diversas y recientes experiencias de refugios en diferentes países de los Alpes, como Austria, Suiza y Francia, se ha optado por un edificio construido internamente en módulos prefabricados de madera, de manera que 'in situ' solamente se realiza su montaje "a modo de mecano" como explican los arquitectos Alejandro Royo y Ramón Solana.

Estos módulos, por el material utilizado y el hecho de haber sido construidos previamente son energéticamente mucho más eficientes. Facilitan una superior capacidad de aislamiento del edificio, y por tanto el menor consumo de energía para mantenerlo a temperaturas agradables. Además permite modularse por dentro para un mejor aprovechamiento, y su mantenimiento es más barato y fácil.

Sin embargo, a diferencia de algunos nuevos modelos alpinos, el diseño intenta pasar lo más desapercibido posible. Rivas sostiene que dentro de lo novedoso de los materiales, consigue mimetizarse con el entorno, tanto en cuanto a colores como a formas. El recubrimiento de las fachadas y de la cubierta es de tipo sándwich de aislante y chapa metálica gris reflectante, integrando el refugio en los colores predominantes de su entorno granítico, a la vez que consigue una estructura compacta y muy acorde a soportar los rigores del clima de alta montaña. Las bases de los dos módulos que componen el refugio sí son de obra y su recubrimiento se realiza con la misma piedra granítica del entorno, esta vez colocada en seco. (El nuevo Refugio Cap de Llauset, 2014)



Figura 67.
Construcción modular con piezas prefabricadas de madera.



Figura 68.
Puesta en obra de la chapa metálica sobre la fachada.

Todos los materiales fueron transportados en helicóptero, que representó un 15% del coste. Trabajaron simultáneamente entre 4 y 8 trabajadores de lunes a viernes, debido al camino que había que recorrer hasta la carretera más cercana. (3 oct. 2014, Heraldo).



Figura 69, izq.
Primera Fase terminada e inaugurada. Segunda Fase en construcción.

La construcción del refugio se ha llevado a cabo en dos partes, cada una de un edificio. El desarrollo de las obras se pensó de forma que a la conclusión de la Primera Fase de dichos trabajos, la instalación pudiese ponerse en funcionamiento con parte de su capacidad final, pero contemplando todos los servicios propios de los refugios de montaña en Aragón. El primer edificio se empezó a construir en 2010, y se inauguró finalmente el 2 de julio de 2016, junto con los trabajos de cimentación y la plataforma del segundo edificio, donde se albergan todas las instalaciones. Con capacidad para 30 plazas de alojamiento en 5 habitaciones de 6 camas, pasará su primer invierno en los próximos meses. (FEDME, 2016).

La segunda fase está actualmente en construcción, y dependerá de la financiación por parte de la FAM, los fondos de la Diputación Provincial de Huesca y el Ayuntamiento de Montanuy. El presupuesto previsto para la elaboración y construcción de este refugio asciende a 2,5 millones de euros, actuación que está desarrollando Prames, mientras que su titularidad corresponderá a la FAM. (Berges, 2016).

4. Conclusiones

El mero hecho de implantar un edificio en alta montaña ya altera el medio ambiente y deja la huella artificial del hombre. Pero si partimos de la base de cubrir una necesidad de alojamiento para alpinistas en dicho lugar, debería tener lugar un necesario y bello proceso de aprendizaje del lugar, de escucha y observación de la naturaleza, de sus posibilidades y flaquezas. Si se comprenden bien los datos del emplazamiento y se tiene presente lo que el lugar nos permite hacer en él, el diseño del edificio se irá entendiendo con el entorno a medida que avanza el proyecto, dando lugar a una obra artificial que respetará a la naturaleza, como si le hubiese pedido permiso a la montaña para implantarse ahí.

Los problemas de subsistencia y saneamiento a los que se enfrenta un refugio de alta montaña son los mismos que los de cualquier edificio, pero con la desventaja de estar fuera del alcance de toda red. Esto lleva en el diseño a establecer un diálogo con el entorno natural para poder abastecerse de los recursos que nos ofrece el lugar. Algunos de los puntos a analizar son: la orientación solar y el microclima propicio que se produce, la implantación en el terreno, la dirección del viento, el acceso a agua, la creación de energía, la pérdida de calor, la gestión de residuos orgánicos e inorgánicos, la eficiente distribución o la recirculación del agua.

En el arte de conjugar y dar soluciones globales a todos estos aspectos reside el inmenso atractivo arquitectónico de los refugios de alta montaña. En ellos podemos comprobar cómo una decisión puede servir de solución simultánea a múltiples problemas. Dar el máximo confort con la mínima cantidad de energía se convierte en una cuestión de suma importancia. La palabra desperdicio o desaprovechamiento no tiene lugar en el funcionamiento técnico de estos edificios. Además, a todos los problemas que plantea el lugar hay que sumarle el transporte de los materiales, que se convierte en una limitación desde el primer momento de la concepción del refugio.

Tras analizar en profundidad los tres refugios anteriores hemos podido darnos cuenta de algunas características comunes en el diseño, y los tomamos como referentes y puntos fundamentales para reflexionar acerca de ellos en la elaboración de nuestro proyecto.

- El análisis de las necesidades y la elección del lugar resulta el primer paso clave para el buen resultado final de un proyecto de refugio de montaña. Se tiene en cuenta el acceso a agua durante todo el año, así como su recogida por gravedad. También la posición respecto a las montañas para no estar negativamente expuesto a las inclemencias meteorológicas.
- La orientación solar, así como la disposición de las fachadas para colocar los paneles fotovoltaicos es un tema esencial ya que de ellos depende la casi totalidad fuente de energía. Todos están abiertos especialmente al sur y al oeste y mucho más protegidos al norte. El valor que le dan al aprovechamiento del calor pasivo proveniente del sol para los espacios comunes también representa un factor importante y decisivo a la hora de la distribución.
- La compacidad es un valor clave para un refugio a la hora de ahorrar energía y reducir el volumen a aclimatar. Tanto es así que es conveniente que se pueda cerrar un sector del edificio cuando el edificio no se vaya a usar en su máxima capacidad en temporada baja.
- Máximo aprovechamiento en la distribución de los espacios. Se busca albergar el máximo volumen a través de una mínima envolvente. No se piensa en la distribución planta por planta, sino en las 3 dimensiones y de forma global.
- La forma final resultante no representa el estilo ni la creatividad del arquitecto, sino que es fruto de las necesidades. Se va moldeando a lo largo del proyecto para dar soluciones a la recogida de agua, a evitar la sobrecarga de nieve, a ser aerodinámica y a aprovechar al máximo la energía e iluminación solar.
- La estructura de madera se convierte en la protagonista en las primeras fases de construcción del proyecto. Esta es elegida principalmente por sus posibilidades de prefabricación, transporte, ensamblaje y su idoneidad para fachadas de alta dilatación.

- La envolvente es global y continua. Las aberturas son generosas en la cara sur para aprovechar la radiación solar, y puntuales en la cara norte para reducir las pérdidas energéticas.
- El material de acabado de carácter metálico de las fachadas parece ser la solución definitiva ya que pesa poco, se instala rápidamente en seco, es absolutamente impermeable, ofrece alta durabilidad y se mimetiza con la nieve del entorno por su carácter reflectante. Por otra parte, cabe decir que es un material que presenta un alto coeficiente de dilatación, y su destacada característica de ser reflectante y mimetizarse con el entorno queda ridiculizada en los meses sin nieve.
- El diseño de las instalaciones se hace de forma conjunta. El excedente de una fuente de energía natural suple la utilización de otras fuentes no renovables. El sistema de circulación de aire está íntegramente relacionado con la distribución de los espacios, y el agua no se desperdicia sino que se reutiliza.
- La construcción se lleva buena parte del presupuesto, puesto que el helicóptero se convierte en el único medio para hacer estos proyectos realidad.

Los tres refugios son construidos para suplir una necesidad, un alojamiento para la creciente demanda de alpinistas que echaban en falta un buen techo para hacer frente a las distintas cimas de la zona. El motivo de la implantación artificial en la naturaleza queda entonces justificada en mayor o menor medida.

De entre los tres refugios analizados, no cabe duda tras el análisis de que el refugio Monte Rosa ha sido el más adaptado al entorno, debido entre factores a que sus condiciones en los Alpes son mucho más extremas y exigentes que en Pirineos. A diferencia de los otros dos, fue fruto de un largo trabajo del estudio de arquitectura en colaboración con los estudiantes de la ETH de Zürich durante varios años. Eso dio lugar a un edificio planeado hasta el más mínimo detalle, con un altísimo nivel de autosuficiencia energética, con un sistema de seguimiento de la utilización de la energía desde Zürich que ha ido mejorando con la experiencia hasta ser ya casi inmejorable en cuanto a ahorro de energía. Su diseño no deja nada al azar ni al capricho.

Es en esta dirección hacia la que avanzan las exigencias arquitectónicas de nuestro tiempo. Ya no sirve un edificio que cubra una necesidad y esté bien proyectado y ejecutado. Ha crecido en la conciencia de la

sociedad un cuidado sobre el qué hacemos y cómo lo hacemos. Ha surgido el factor “Cuidemos nuestro planeta”, y el mundo de la construcción tiene mucho que mejorar en ese aspecto. No solo a la hora de medirlo formalmente contabilizando las emisiones de CO2 que produce, o cuánta y qué tipo de cantidad de energía requiere, o cuántos litros de agua gasta anualmente. Se busca lograr una construcción inteligente y responsable que utilice los recursos naturales para abastecer sus necesidades. En cierta medida, se vuelve a los orígenes.

Edificios autosuficientes con huella ecológica 0 ya son casi una realidad, y en ese mismo sentido se trabaja en las futuras construcciones en alta montaña. La implantación en la naturaleza hace del refugio un proyecto arquitectónicamente interesante y emocionante en el que se busca el máximo respeto al medio ambiente y se exige la utilización de la energía que éste proporciona. Se busca cubrir esa necesidad de hospedar a alpinistas en las más inhóspitas condiciones provocando el mínimo impacto ambiental en el entorno, y asegurando una sostenibilidad que no dependa de nada más que de los recursos que el propio refugio es capaz de generar, sin renunciar en ningún momento a un confort adecuado.

Estos refugios demuestran un ejemplo de autosuficiencia y sostenibilidad en entornos extremos, y son un ejemplo a seguir. Pensar a este nivel el diseño de un edificio es un trabajo arquitectónico que no encontramos en un entorno urbano, debido a las facilidades. Cuando se construye un edificio más en un entorno urbano se dispone de cualquier red de abastecimiento que se requiera, a los inconvenientes se les busca una solución rápida o una buena alternativa, es posible una fácil comunicación entre las distintas partes del equipo de construcción, los arquitectos pueden hacer visitas diarias de obra, hay un fácil seguimiento de los avances... En cambio todo esto no se da en un proyecto como son los refugios de alta montaña, que tiene que superar todas estas dificultades y dar solución a otros muchos problemas. Las exigencias del medio los convierten en edificios que van un paso por delante.

La arquitectura construida en entornos urbanos debería tomar nota de todos los esfuerzos que se hacen en este tipo de edificios. Sus avances bien se podrían trasladar a otros proyectos donde, aunque las exigencias del entorno aparentemente no lo requieran, podrían tomarse medidas como la utilización de la energía solar, la recirculación de las aguas grises, el abastecimiento de agua de lluvia o la gestión y tratamiento de los residuos.

La otra parte que cruza transversalmente todas las fases del proyecto, y por lo tanto, cobra extremada importancia, es la construcción. Recordemos que sólo se puede realizar durante un tiempo limitado y definido. La elección de los materiales tiene una vital importancia. Se eligen cuidadosamente tras un extenso estudio sobre su comportamiento y durabilidad ante las adversidades climáticas, y teniendo en cuenta su impacto ambiental. A continuación se estudia de qué forma se trabajan en taller esos materiales de forma que se construyan módulos compactos, de un determinado peso y dimensiones, capaces de ser transportados por el helicóptero hasta la zona de campo. Además, el ensamblaje entre las piezas debe estar diseñado para ser siempre en seco y de fácil montaje, por las dificultades de trabajar con piezas modulares de grandes dimensiones en obra.

5. Proyecto

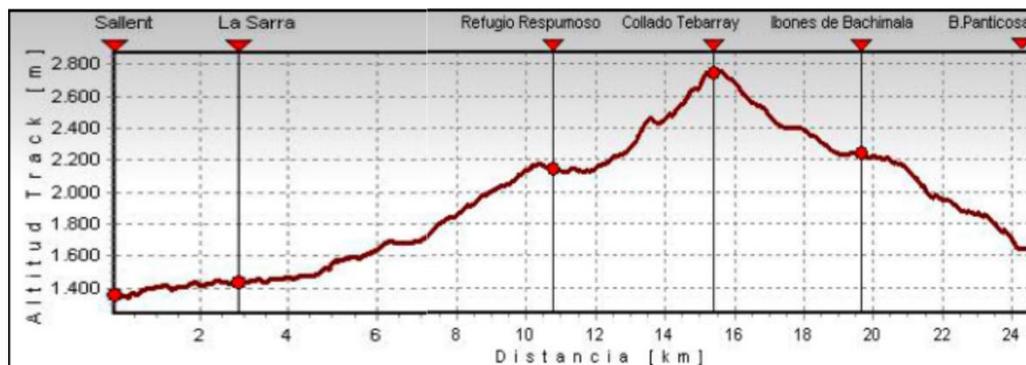
5.1 Elección de la ubicación

Para la realización del proyecto hipotético elegimos el Pirineo Aragonés, en la Provincia de Huesca, España. Sería un refugio más dentro de la red de los gestionados por la FAM. Después de estudiar la posición de cada uno de los refugios de las principales regiones del Pirineo Aragonés, nos damos cuenta de que las zonas más visitadas están bastante bien cubiertas y servidas por refugios de pago y libres para los alpinistas. Sin embargo, encontramos una posible deficiencia por la zona de Panticosa y Picos del Infierno, muy cercano a la frontera con Francia, y se convierte en nuestro lugar elegido.

Nuestra ubicación, al igual que el refugio Cap de Llauset, estaría enlazada a la famosa ruta GR-11, la senda transpirenaica. En su etapa 12 de occidente a oriente encontramos una jornada larga en itinerario de alta montaña, que va desde Sallent de Gállego (1305m) hasta Baños de Panticosa (1630m). Cubre una distancia de 25km, y tiene un desnivel positivo de +1610m y negativo de -1275m. El tiempo previsto es de 9 horas. Es posible cumplir la etapa en un día para un montañero en buenas condiciones, pero sin embargo las guías proponen dividirla en dos días para poder ir con más calma o tener tiempo para subir alguna cima. Nuestra propuesta consiste en construir un refugio de nueva obra en el punto más alto de la etapa, junto al ibón de Tebarray, a 2710m.



Figura 70.
Ibón de Tebarray desde Picos del Infierno.
Figura 71, izq.
Desnivel de la etapa 12 del GR-11.



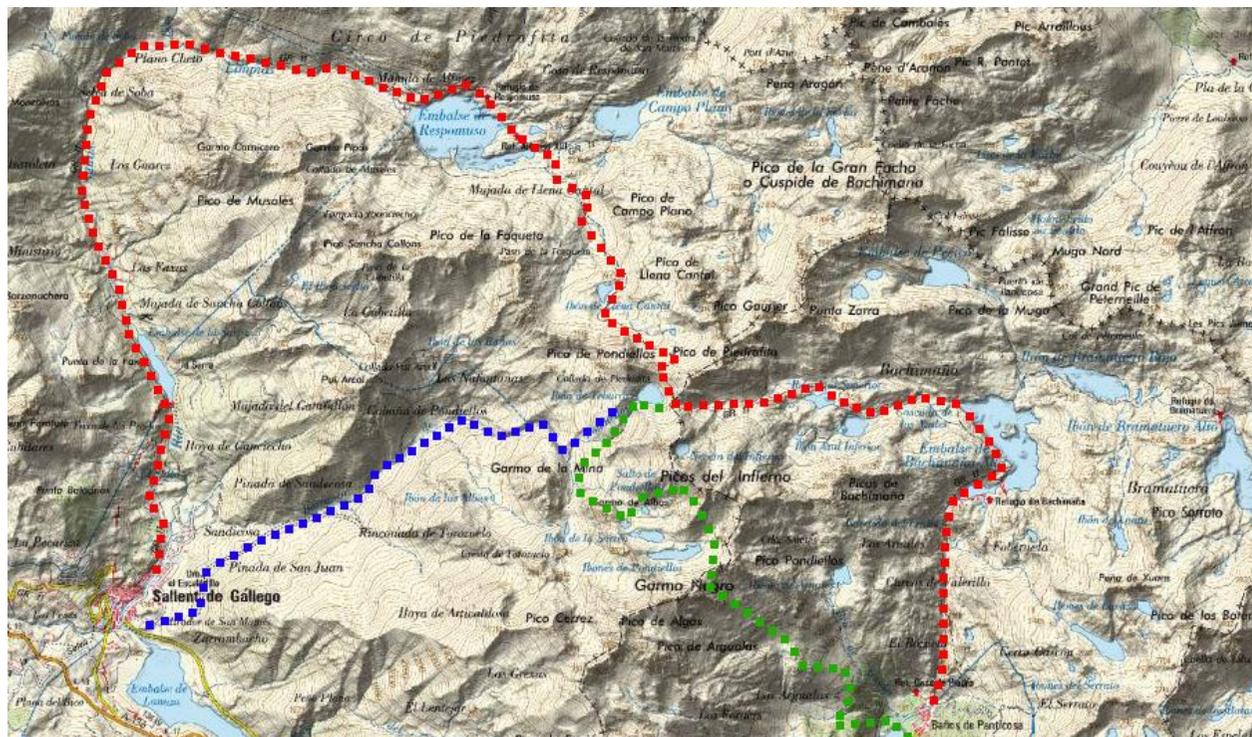


Figura 72, izq.

Mapa cartográfico con las principales rutas

GR-11. Senda Transpirenaica. Etapa 12
Sallent de Gállego – Baños de Panticosa

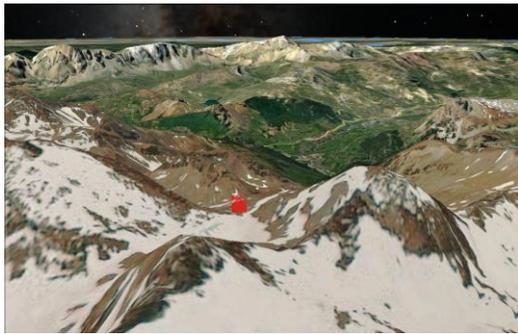
Circular Baños de Panticosa, Picos del Infierno, Ibones Azules

Ruta Sallent de Gállego a Ibón de Tebarray por barranco de Pondiellos

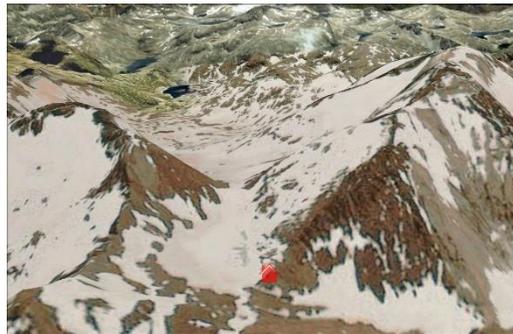
En este lugar estratégicamente seleccionado, daría servicio a los alpinistas que realizasen cualquiera de las siguientes rutas:

- Dividir en dos días la etapa del GR-11 Sallent de Gállego-Baños de Panticosa.
- Circular que parte de Baños de Panticosa, sube por el macizo de las Argualas, pasa por el collado de Pondiellos, por el ibón de Tebarray y vuelve por los ibones azules y Bachimaña.
- Ascenso a Picos del Infierno Occidental (3073m), Central (3082m), Oriental (3076m), Pico de los Arnales (3006m), Garmo Negro (3051m), Pico de Piedrafita (2952m), Pico Gaurier (2906m), Pico de Llena Cantal (2941m) y el Pico de Pondiellos (2886m).
- Subida a Ibón de Tebarray desde Sallent de Gállego por la senda del barranco de Pondiellos.

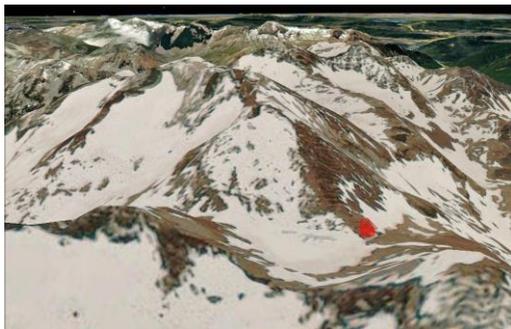
Las condiciones de acceso a nuestro refugio son difíciles desde cualquiera de las rutas mencionadas. Todas ellas discurren a los pies de imponentes cimas de más de 3000 metros. Está a un mínimo de 4 horas de cualquier servicio de urbano en cualquiera de las dos direcciones del GR-11. En cuanto al estado de la ruta, en el collado de Tebarray podríamos encontrar nieve o hielo incluso en los meses iniciales del verano. Esto nos lleva a pensar que el transporte de materiales y el abastecimiento del refugio se deberían realizar mediante transporte aéreo, en helicóptero, desde la población más cercana.



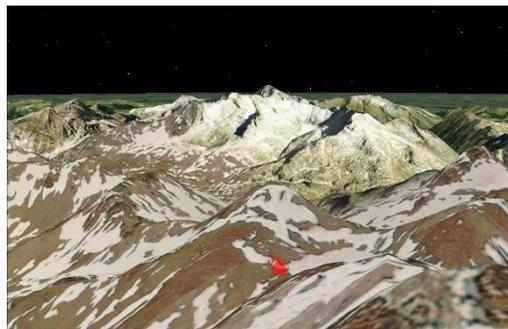
Vistas desde el refugio hacia el sur: Sierra de Partacua.



Bajada hasta los ibones azules.



Al borde del ibón y a los pies de la cadena de picos del infierno.



Al fondo, Pirineo francés.

El ibón ocupa un área de 4,3 hectáreas, y es de difícil acceso. Su agua proviene principalmente del deshielo del Pico de Pondiellos. Se estima que la profundidad del mismo sea de 25 metros. La ubicación exacta de nuestro refugio sería allí donde el collado deja un espacio por donde se vacía el ibón. No estaría por lo tanto exactamente junto al mismo sendero del GR-11, sino que habría que rodear al ibón. Esto es debido a la dificultad de la implantación en un terreno tan pedregoso, el pronunciado desnivel, la excesiva sombra de los picos, y porque necesitaríamos impulsar el agua por medios mecánicos. Las ventajas de situar el refugio en este punto son:

- Principalmente la fácil recogida de agua directamente del ibón.
- La favorable orientación al sur.
- El ligero desnivel que nos permite acoplarnos mejor al terreno.
- El menor impacto visual al llegar al ibón de Tebarray.
- Las buenas vistas que ofrece ese punto.



Figura 73, pág.anterior.
Composición de perspectivas aéreas del ibón.



Figura 74.
Ibón de Tebarray rodeado de picos.

Figura 75, izq.
Enclave de nuestro refugio. .
Figura 76, der.
Acceso necesario equipado con crampones en
temporada invernal.

5.2 Definición de los alcances, objetivos y necesidades

Por lo general, el alojamiento de alta montaña está pensado para acoger a alpinistas que ya no pueden seguir avanzando en su travesía debido a la nocturnidad, o bien a su estado físico. Actualmente, el acceso a la información permite planificar estas paradas con tiempo y calcular cómo de duras serán las etapas a realizar, y dónde se descansará. Nuestro refugio de alta montaña estará destinado a albergar a alpinistas provenientes en su mayoría del GR-11 que elijan este lugar para su pernocta, o que se quieran tomar un día de descanso en su recorrido para subir algunas cumbres en lugar de simplemente limitarse a bordearlas y admirarlas. También espera la llegada de montañeros que planifiquen rutas en las que quieran subir varias cimas y necesiten algún día más para ello, encontrando la posibilidad de dormir por la zona en lugar de tener que bajar de nuevo.

El refugio estará junto al río proveniente del Ibón de Tebarray, a una altura aproximada sobre el nivel del mar de 2675m. El programa que debería cumplir el refugio sería similar al del refugio Cap de Llauset. Estimamos una capacidad para cubrir una demanda máxima de alojamiento de entre 80 y 90 personas. El refugio estaría guardado durante todo el año. Además, también contaría con una parte destinada a la pernocta libre sin derecho a gozar del resto de servicios.

5.3 Planteamiento del programa

Por tanto, algunas de las exigencias del programa serían las siguientes:

Sala de esquís, de calzado y taquillas	Cocina
Recepción	Almacenamiento
Comedor	Punto limpio
Habitaciones	Instalaciones
Aseos	Sala de limpieza
Terraza	Enfermería
Refugio libre	Vivienda del guardián

5.4 Interpretación del programa

Sobre el programa podemos indicar cuáles creemos que deberían ser las interrelaciones entre las diferentes piezas y cómo pensamos que deberían estar distribuidas.

Espacios Servidos o Públicos:

La sala de esquís, calzado y taquillas deberían estar indiscutiblemente a la entrada, pues no tendría sentido que estuviesen en ninguna otra parte ya que el montañista llega al refugio con las botas sucias, o con los esquís en las manos, y lo primero que tiene que hacer es quitarse las botas para poder entrar. La zona de taquillas para aquellos que quieran liberarse de peso para hacer alguna excursión o subir algún pico también debería estar situada a la entrada.

La recepción debería ser el siguiente paso. No obstante, el espacio destinado a este uso no creemos que deba ser un espacio único, sino que se debería complementar con otras funciones. En el Refugio Cap de Llauset observamos como el espacio para recibir a los visitantes hace a su vez de bar para quien quiera tomar algo a la entrada del refugio.

El comedor es el espacio más grande y diáfano de los tres refugios analizados. Debe poder ampliarse o cerrarse por compartimentos según las necesidades de temporada alta y baja. Las mesas deben ser grandes para muchos comensales para aprovechar mejor el espacio. La clave según lo observado en el refugio Monte Rosa o el de Tracuit es conseguir buena iluminación al sur para que este gran espacio se caliente con el calor pasivo del sol. Representa el espacio diurno principal por excelencia, así que debe tender a ser agradable y confortable.

Las habitaciones representan el verdadero objetivo de edificar un refugio de montaña, y por lo tanto es el espacio que más área va a ocupar. Es conveniente que estén todas agrupadas en un mismo sector del edificio, y como hemos visto en los refugios analizados, no suele ser compatible con el mismo piso que el comedor, pues son los dos usos más grandes. En el refugio Monte Rosa, las habitaciones ofrecen una variedad de 3 a 8 camas; en el refugio de Tracuit se ofrecen habitaciones individuales, así como de 4 y 12 camas; y en el refugio Cap de Llauset, todas las habitaciones son de 8 camas. Visto esto, sería conveniente que las habitaciones ofertaran distintas capacidades para flexibilizar más la acogida de huéspedes. Además, creemos conveniente que haya alguna habitación de gran capacidad a modo de albergue, por un precio

más reducido. En la zona de dormitorios, al igual que ocurre en el comedor, es mejor que pueda ser sectorizado, para cerrar parte del refugio en temporada baja y ahorrar energía.

Los aseos son escasos en un refugio de montaña como hemos podido observar en el análisis, y no están acordes a la capacidad de alojamiento del refugio. A nivel general deben estar ligados a las habitaciones, para que los visitantes no tengan que hacer grandes recorridos para acceder a él. Los aseos deben disponer de inodoros, y de lavabos y duchas con agua fría y caliente. Además, siempre son bienvenidos otros aseos con inodoro en otras partes para complementar a los principales.

En los tres refugios analizados existe una terraza en el exterior del refugio, directamente ligada al comedor y a la cocina. Se trata de un espacio agradable donde poder sociabilizar en contacto directo con la naturaleza. Representa una alternativa al comedor. Las terrazas están sobre una base artificial para regularizar el terreno, y en ningún caso son balcones incorporados al refugio, por la sobrecarga de nieve que esto podría suponer.

El refugio Cap de Llauset destina una pequeña área del refugio a la pernocta libre. El refugio libre representa el espíritu del montañista de ayuda y solidaridad. Se trata de una alternativa al refugio guardado de pago, una habitación con acceso libre desde el exterior para montañistas que prefieran tener esa libertad. No dispone de los servicios del refugio guardado y su capacidad es más limitada.

Espacios Servidores o Privados:

La cocina es el centro logístico donde el guardián del refugio pasará gran parte de su tiempo. Debe ser un espacio generoso para poder atender a un gran número de comensales, pero comedido, sin las exigencias de un restaurante. Debe estar directamente ligado al comedor, para que el visitante pueda recoger su plato. Además, es obligatorio que tenga ventilación natural con el exterior. El fácil acceso a los espacios de almacenamiento hará que todo sea mucho más rápido. Y una mesa de reuniones o para el uso privado del guardián sería recomendable, como observamos en el análisis.

Cuando hablamos de almacenamiento, estamos hablando de distintas necesidades. En primer lugar, distintos puntos de almacenamiento extendidos en distintas partes del edificio para limpieza u otras necesidades. Y en relación a la cocina: un puesto de almacenaje accesible y rápido directamente ligado a ella, y otro de uso menos corriente, tal y como observamos en la división de distintos almacenes que se hace en el refugio de Tracuit o en el refugio Monte Rosa.

El punto limpio es el lugar donde se depositarán y almacenarán los restos y basuras que ya no se puedan reciclar más, para deshacerse de ellos posteriormente en helicóptero. Sería conveniente que tuviera relación con el exterior para su rápida extracción y por la ventilación y la higiene.

Las instalaciones de un refugio de tales características precisan de un espacio grande donde estar ubicadas. Una parte de ellas están en el exterior del edificio, compuesta por los paneles fotovoltaicos y los colectores solares térmicos, y otra en el interior. Dicho espacio interior debe tener ventilación natural al exterior. Por otra parte, no deben estar directamente relacionados con las habitaciones, por los ruidos, como vemos que ocurre en todos los refugios analizados, o en cualquier otro edificio. Estos habitáculos destinados a albergar las instalaciones del edificio deben tener capacidad suficiente para destinar un espacio para cada una de las siguientes necesidades: la depuración y filtrado del agua proveniente del medio, la recirculación de aguas grises destinadas a lavadora y sanitarios, la gestión de residuos para distribuirlos, comprimirlos y reutilizarlos; el almacenaje de la energía fotovoltaica en baterías; el calentador; y el acumulador térmico con la energía obtenida de los colectores solares térmicos.

La sala de limpieza estará destinada a la lavandería de la ropa de cama. Asimismo, también puede estar disponible para los visitantes para que puedan limpiar su ropa en alguna pila. De todas formas, debe estar situada en una zona servidora. Es muy conveniente su ventilación para facilitar el secado y evitar el exceso de humedad. Una posible solución sería que tuviera directamente acceso al exterior para poder tender la ropa, hacia la cara sur.

La enfermería es un espacio necesario en un edificio con servicios en alta montaña debido a los deportes de riesgo que se practican. No requiere de una gran área, sino de simplemente tener la capacidad de poder auxiliar con curas básicas a heridos o enfermos. En el caso de haber problemas de más gravedad, la solución es enviar al montañista en helicóptero a la población con centro de salud más cercana.

La vivienda del guardián es una habitación sencilla para que el responsable del refugio pueda hospedarse y vivir en ella durante todo el año. No es necesario que esté junto con el resto de habitaciones, sino que lo conveniente es que esté situada en relación a los espacios servidores, y principalmente a la cocina. Puede disponer de baño privado.

5.5 Proyecto y construcción

La ubicación del refugio nos invitaba a crear un edificio que se adaptara al desnivel, en lugar de construir un edificio completamente aislado y sin incorporar a su forma el entorno en el que está ubicado. En el refugio de Tracuit vemos un buen ejemplo de ello, en el cómo el refugio supone la continuación del acantilado. Aunque lo cierto es que acoplarse en distintas plataformas al desnivel aumenta la complejidad constructiva. Se piensa en un primer momento situar el refugio por debajo del nivel del agua del ibón para disponer del agua sin necesidad de impulsarla por ningún medio. Otro de los grandes condicionantes iniciales es la inclinación de la cubierta para instalar los paneles de células fotovoltaicas. Adoptamos una



inclinación de 60° para que el aprovechamiento de la energía solar sea máximo. Al igual que el refugio Monte Rosa, los paneles estarán fijos. Los faldones están muy inclinados para evitar sobrecargas de nieve. Esto por otra parte es negativo porque la cumbre del encuentro entre los dos faldones está a un nivel elevado, y eso en el interior del refugio se refleja en un techo en ocasiones demasiado alto que no ayuda a la conveniente climatización de las salas por su gran volumen.

En el análisis hemos podido observar cómo en los refugios se distribuye el programa en varias plantas, y en todos los casos se accede desde la planta baja. En nuestro caso, y debido al desnivel, se producirá al contrario. La planta de acceso es la del nivel desde el cual se llega, y desde ahí el programa del refugio se extiende hacia arriba y hacia abajo.

La capacidad del refugio es de 85 plazas, más la vivienda del guardián más la habitación extra para invitados o emergencias. Tiene una superficie útil de 590m².

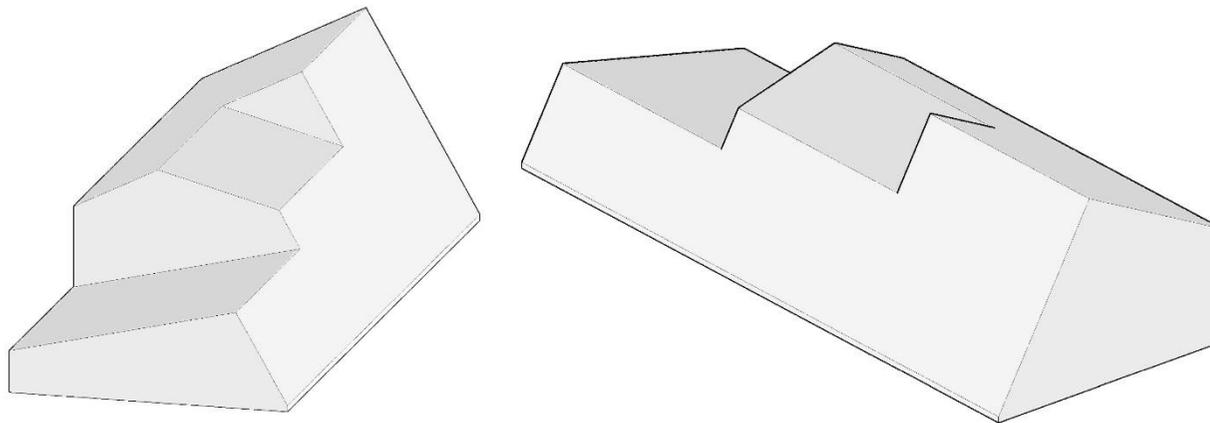


Figura 77, pág.ant.
Ubicación aproximada con el norte situado de nuestro refugio sobre mapa satélite y cartográfico a escala 1/1000.

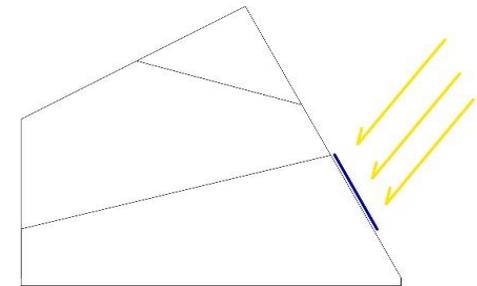


Figura 78.
Inclinación exacta del faldón sur con el fin de obtener el máximo aprovechamiento de la energía solar.

Figura 79, izq.
Axonométricas del volumen desde diferentes perspectivas.

Cuando el visitante llega al refugio, accede a él en un primer momento atravesando la terraza, que supone la bienvenida. A continuación se encuentra con el acceso al refugio libre, que está como exento al resto de la instalación. El refugio está elevado sobre el nivel natural del terreno 1,08 metros para que sea accesible ante un exceso de nevadas. De la misma manera, la entrada al refugio guardado se produce por una pasarela de reja metálica para que no se pueda acumular la nieve, que está situada en la cara sur, y está protegida por el faldón de la cubierta. Se evita la entrada por la cara norte por bloqueos por de nieve.

Al final de esta pasarela, antes de la entrada, hay unos ventanales en continuación con los del comedor para ejercer la misma función de cortavientos que en el refugio Cap de Llauset. Nada más entrar, el visitante se encuentra con la sala de botas, esquís y las taquillas. Es un lugar ventilado. A continuación, se pasa al refugio encontrándose en un primer momento con la recepción, donde el guardián atenderá a los montañistas. La recepción comparte el espacio del gran comedor, y está igualmente iluminada. Desde la recepción, se puede acceder también a dos baños puntuales con inodoros, y a la enfermería.

El comedor es el espacio más grande, de 92m², con una capacidad de 84 comensales. Está orientado al sur y al oeste, para aprovechar la iluminación natural hasta el atardecer, y ofreciendo vistas privilegiadas hacia la Sierra de Partacua. Los ventanales están alineados para posibilitar la vista de forma continua, y no puntual. Además, a la iluminación también contribuyen unos ventanales situados en el faldón norte. Las mesas son de 6 plazas, y están agrupadas dejando un pasillo central. Este espacio también ofrece la posibilidad de agrupar las mesas de otras maneras para dar cabida a otro tipo de actividades. Además, la modulación de la estructura permite cerrar una parte de su capacidad en temporada baja.

A través del comedor se accede a las amplias escaleras que bajan al nivel -1. Ahí, a través de un vestíbulo, se accede a las habitaciones y a los baños. La habitación destinada a la temporada baja está en la cara sur, y tiene 21 camas. A su vez, también es sectorizable según la demanda de cada noche. El acceso al resto de las habitaciones se produce por un pasillo en el que encontramos otros escalones que muestran como el edificio se sigue acoplando al desnivel. Esta parte del edificio se mantiene cerrada desde el vestíbulo de la escalera en temporada baja. Las habitaciones quedan situadas a ambos lados del pasillo, con una salida de emergencia al final de éste. Existen 8 habitaciones, todas ellas con una capacidad de 8 camas, distribuidas en camas simples o literas, según la altura de la cubierta. Todas disponen de una ventana de 1,5m de alto

por 1,2m de ancho, accesibles para una correcta ventilación natural de la estancia. Además, los huéspedes pueden dejar sus grandes mochilas en los armarios destinados a ello.

Los aseos tienen 5 inodoros, 9 pilas y 3 duchas. Están en la cara norte, y disponen de ventilación natural. A través del vestíbulo, también se accede a la sala de lavandería y a las salas de instalaciones, de acceso restringido. De la sala de lavandería se puede acceder al exterior, en la cara sur, para poder dejar secando la ropa de cama.

Los espacios privados o servidores se distribuyen más agrupados en la cara este del edificio, entre el nivel 0 y el nivel +1. La recepción es el punto de unión entre el comedor y la cocina. La cocina tiene acceso desde el exterior, atravesando la sala de almacenaje de basuras. En ella hay una mesa de uso privado para el guardián del refugio. El almacenaje de los alimentos se distribuye en distintos lugares. Existe un almacén pequeño, de fácil acceso que forma parte de la propia cocina; y existe otro en el nivel -1 más grande, orientado al norte para conservar mejor los alimentos. A este segundo almacén se llega a través de unas escaleras de caracol de uso privado que suponen una circulación secundaria más rápida para el guardián. Con esto se consigue que los espacios servidores se produzcan todos en la cara este del edificio. Por dichas escaleras se llega a la planta +1, un espacio reducido y limitado volumétricamente por la cumbra donde se sitúa la vivienda del guardián, con iluminación al sur y grandes ventanales para permitir la ventilación natural. La vivienda tiene una habitación con un pequeño estudio, un inodoro y una ducha. Además, también dispone de una habitación suplementaria para su familia, para invitados, o para emergencias.

El refugio sigue una modulación en su eje longitudinal de 4 metros. Esta supone la estructura principal y su repetición facilita el proceso constructivo. La estructura es de módulos prefabricados de madera, conveniente por su poco peso y sus posibilidades de prefabricación y ensamblaje. La construcción del refugio se hace en taller. Los módulos prefabricados son montados con precisión y con la maquinaria correspondiente. Cuando están listos, se preparan por packs o lotes según dimensiones o peso, para posteriormente ser transportados a la obra en helicóptero. Las piezas son ensambladas finalmente en obra, mediante uniones sencillas.

La envolvente del edificio es de carácter metálico. Tiene 40 cm de espesor, y está formada por diferentes capas. En su interior, unas costillas de madera de permiten la colocación de una ancha capa de aislante



Figura 80.
Zonificación de espacios.

térmico de lana de vidrio, sobre las cuales descansan unas láminas de contrachapado por ambas caras y una lámina impermeabilizante. La capa exterior se coloca sobre un enlistonado de madera para crear una cámara de aire, y está formada por unas chapas metálicas de una anchura de 40cm, que se acopla a la modulación estructural del edificio. Elegimos las chapas como material de acabado por su poco peso para transportarlas y su facilidad de montaje, ya que son instaladas en seco en la obra engatillando una tras otra. Además, ofrecen una buena durabilidad y provocan que el edificio se mimetice con el entorno en época invernal. Las dimensiones de las ventanas son de 1,2m de ancho por 1,5m de alto. Permiten una iluminación suficiente sin llegar a significar grandes puntos de pérdida energética.

El refugio cuenta con una gran superficie con la orientación al sur y la inclinación adecuada para colocar los paneles de células fotovoltaicas. La instalación ocupa un área de 65m² con la que se espera poder cubrir la demanda energética de todo el refugio, pudiendo ser ampliables. Los colectores solares se instalan también en el faldón de esta cubierta. La energía se almacena en el cuarto de instalaciones en baterías.

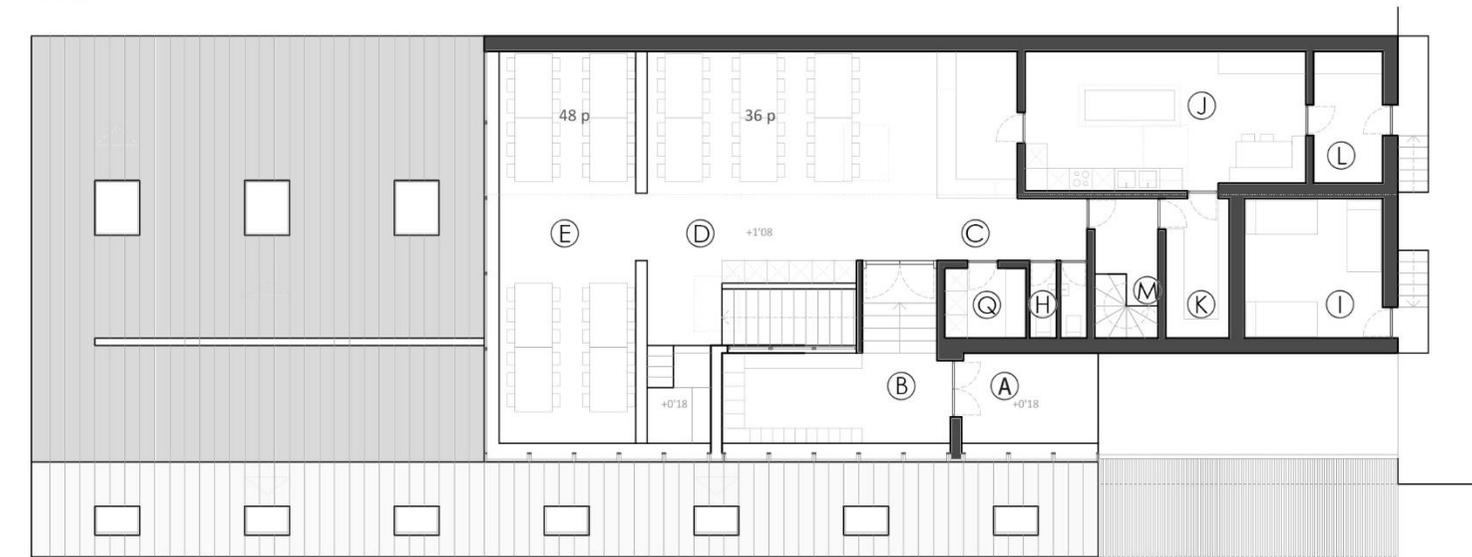
El agua se recoge del río que fluye desde el ibón. Tras un proceso de filtrado y depuración, se consume y se utiliza en las zonas húmedas. El agua utilizada se depura y se filtra en un nuevo proceso para ser usada nuevamente en los inodoros o en la lavadora. Y por último, la proveniente de inodoros pasa un último proceso de filtrado para almacenar y empaquetar los residuos sólidos para disminuir la contaminación en la liberación del agua sucia.

5.6 Planos

Los planos y los alzados se muestran a escala 1/200. Las secciones a 1/300.

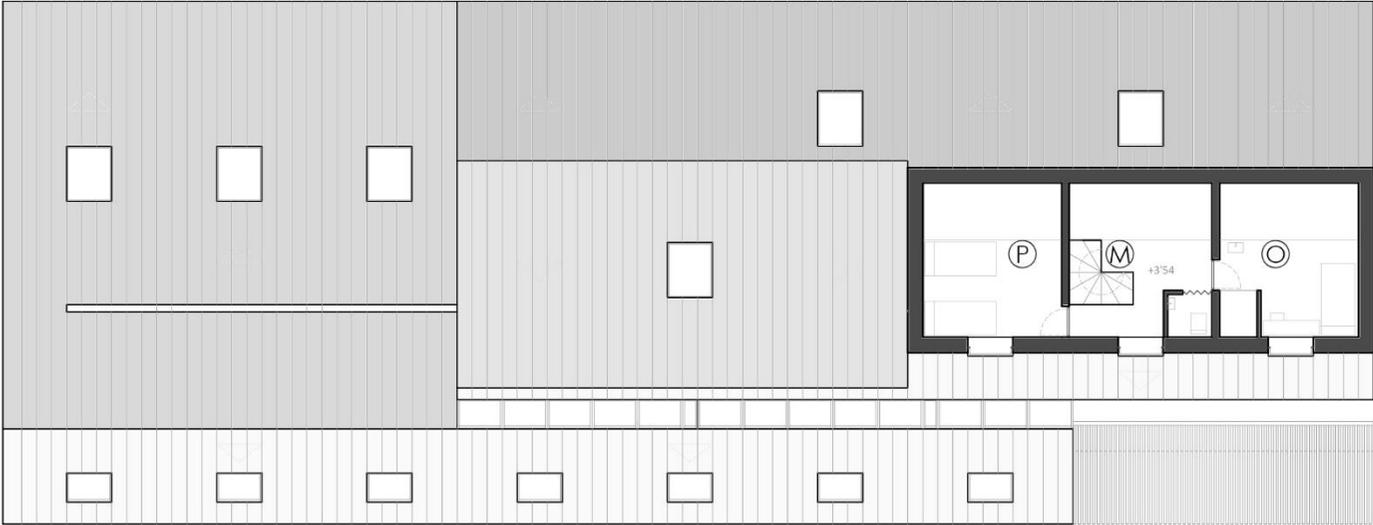


Nivel -1

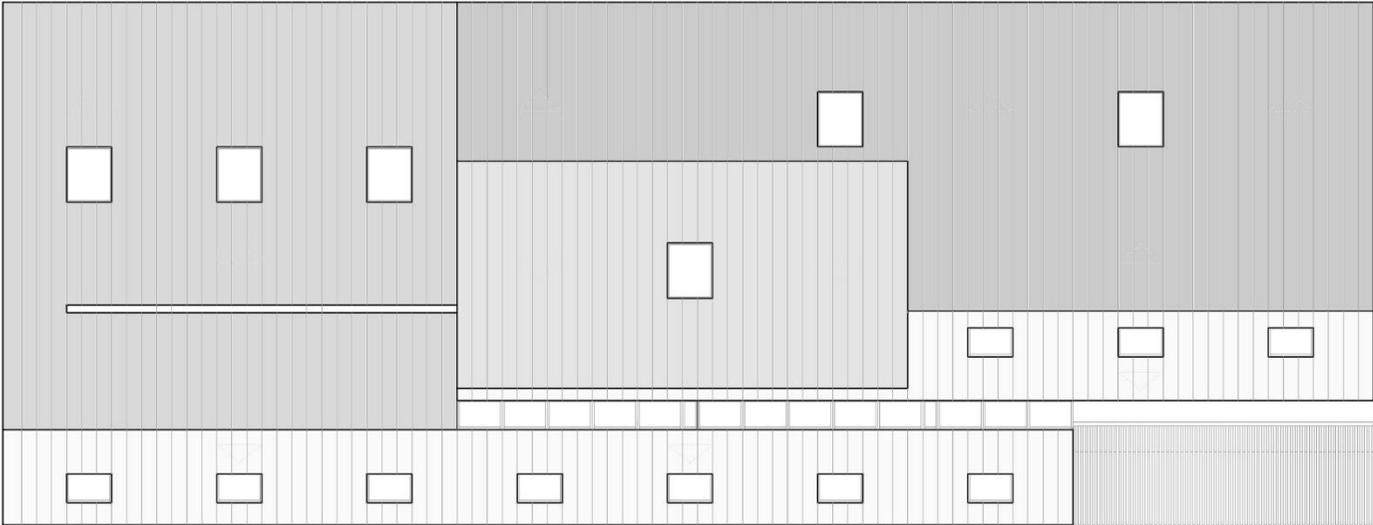


Leyenda de las plantas.

- A. Entrada cortavientos
- B. Sala de esquís, calzado y taquillas
- C. Recepción/Bar
- D. Comedor de invierno
- E. Comedor de verano
- F. Dormitorio de invierno
- G. Dormitorios de verano
- H. Aseos
- I. Refugio libre
- J. Cocina
- K. Almacén
- L. Cuarto de basuras
- M. Escaleras de servicio
- N. Sala de limpieza
- O. Habitación de guardianes
- P. Habitación de huéspedes
- Q. Enfermería

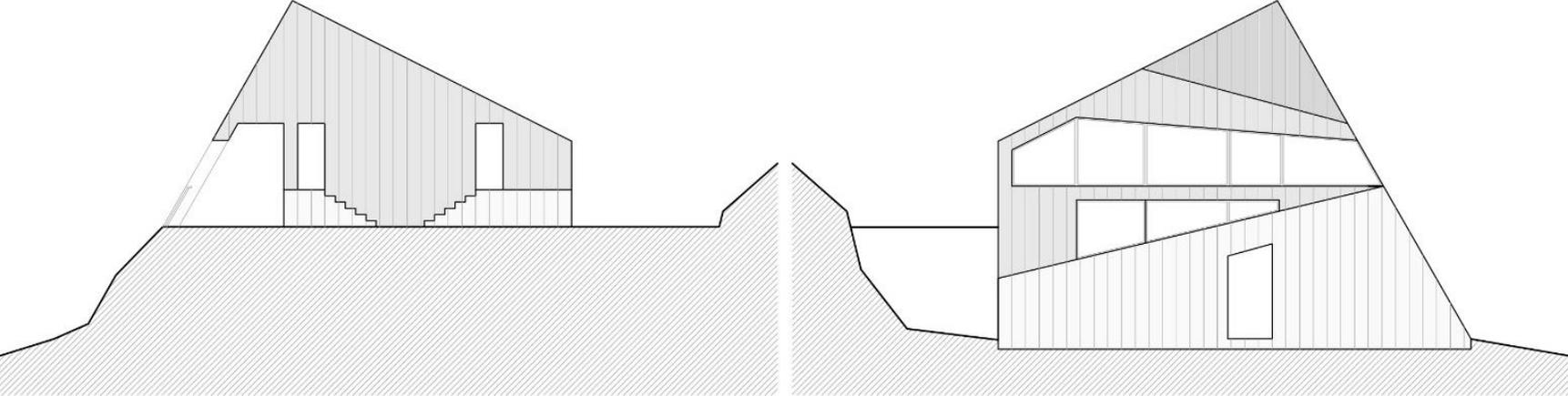


Nivel +1



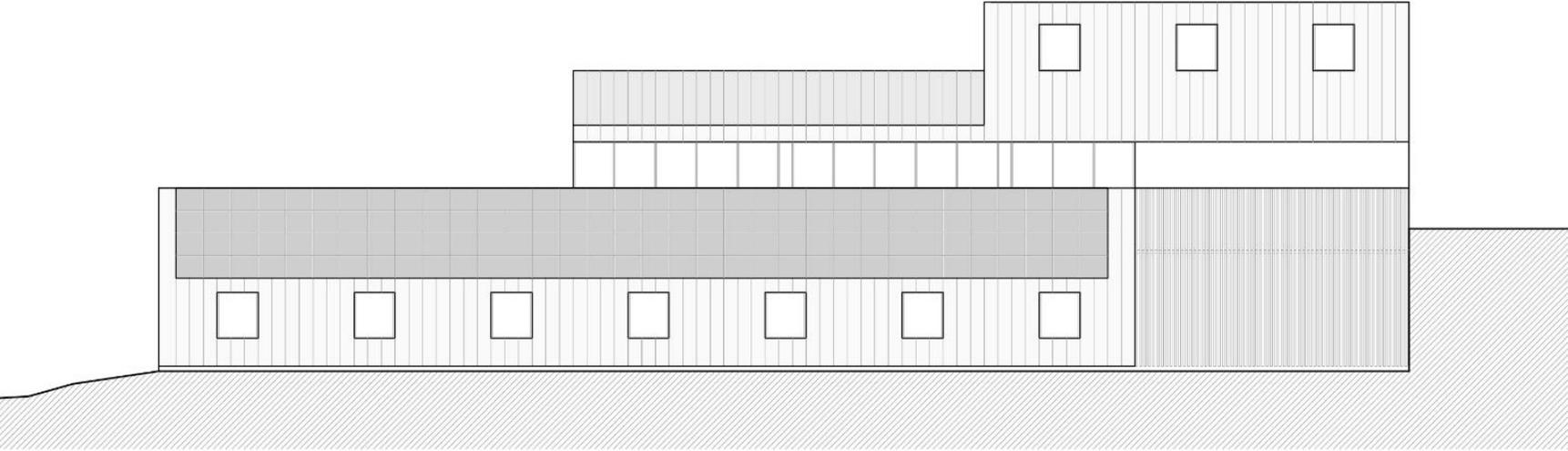
Cubiertas



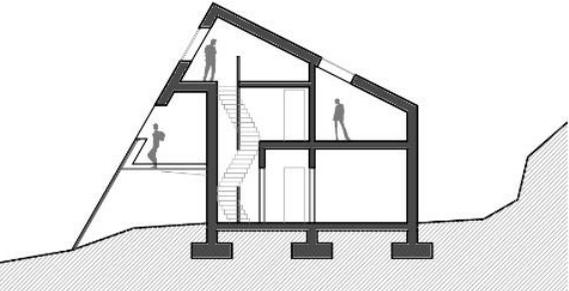


Alzado Este

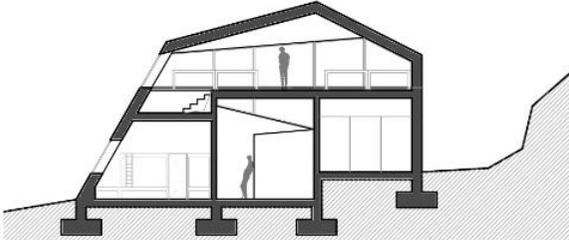
Alzado Oeste



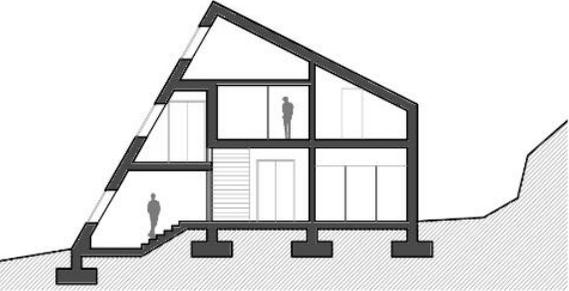
Alzado Sur



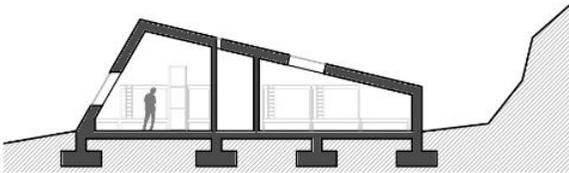
Sección 1



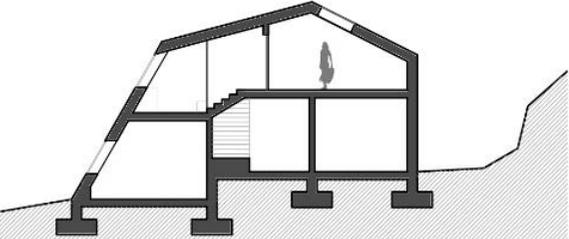
Sección 4



Sección 2



Sección 5



Sección 3

6. Índice de figuras

Figura 1

Decalaage.com. (2016). *DécaLaage Architecture – Vallée de Chamonix – Hautes-Alpes | Refuge du Goûter*. [online] Available at: <http://www.decalaage.com/portfolio/gouter-2/?lang=en> [Accessed 24 Sep. 2016].

Figura 2

Decalaage.com. (2016). *DécaLaage Architecture – Vallée de Chamonix – Hautes-Alpes | Refuge du Goûter*. [online] Available at: <http://www.decalaage.com/portfolio/gouter-2/?lang=en> [Accessed 24 Sep. 2016].

Figura 3

Nov bivak pod Skuto. (2016). *Anže Čokl*. [online] Available at: <http://www.anzecokl.com/blog/2015/8/nov-bivak-pod-skuto> [Accessed 18 Sep. 2016].

Figura 4

Caivarallo.it. (2016). *Capanna Margherita, rifugio Monte Rosa*. [online] Available at: http://www.caivarallo.it/rifugi_cai_varallo/capanna_regina_margherita_rifugio.php [Accessed 16 Sep. 2016].

Figura 5

Futuropasado. (2016). *Saussure y el nacimiento del alpinismo | Futuro pasado*. [online] Available at: <http://www.futuropasado.com/?p=1751> [Accessed 24 Aug. 2016].

Figura 6

B., J. (2016). *Refuges | Ein Pyrenäen-Tagebuch*. [online] Pyrenaeen.wordpress.com. Available at: <https://pyrenaeen.wordpress.com/category/refuges/> [Accessed 24 Sep. 2016].

Figura 7

Ulldeter.net. (2016). *Refugi ulldeter, Girona*. [online] Available at: <http://www.ulldeter.net/cat/index.html> [Accessed 24 Sep. 2016].

Figura 8

Barrabes.com. (2012). *17 de septiembre; celebración centenario refugio de la Renclusa - Barrabes.com*. [online] Available at: <http://www.barrabes.com/actualidad/noticias/2-9842/17-septiembre-celebracion-centenario-refugio.html> [Accessed 24 Jul. 2016].

Figura 9

Caivarallo.it. (2016). *Capanna Margherita, rifugio Monte Rosa*. [online] Available at: http://www.caivarallo.it/rifugi_cai_varallo/capanna_regina_margherita_rifugio.php [Accessed 24 Sep. 2016].

Figura 10

(2016). *LEAP*. [online] Leapfactory.it. Available at: <http://leapfactory.it/en/> [Accessed 24 Jun. 2016].

Figura 11

Zaragoza, A. (2016). *El verano que un vespino hizo cima en el Aneto*. [online] heraldo.es. Available at: <http://www.heraldo.es/noticias/aragon/huesca-provincia/2016/07/07/el-verano-que-vespino-hizo-cima-aneto-950677-1101026.html> [Accessed 19 May 2016].

Figura 12

20minutos.es - Últimas Noticias. (2015). *Recogen firmas para proteger y recuperar el refugio Elorrieta de Sierra Nevada, el más alto de la península - 20minutos.es*. [online] Available at: <http://www.20minutos.es/noticia/2385426/0/recogen-firmas-para-protger-recuperar-refugio-elorrieta-sierra-nevada-mas-alto-peninsula/> [Accessed 24 Jun. 2016].

Figura 13

Alberguesyrefugiosdearagon.com. (2016). *Estadísticas establecimientos FAM*. [online] Available at: <http://www.alberguesyrefugiosdearagon.com/estadisticas.php> [Accessed 5 Oct. 2016].

Figura 14

designboom español | diseño, arquitectura, arte y tecnología. (2015). *OFIS construye un refugio alpino en Eslovenia*. [online] Available at: <http://www.designboom.es/arquitectura/ofis-construye-refugio-alpino-skuta-eslovenia-09-09-2015/> [Accessed 16 Jul. 2016].

Figura 15

Arcaute, J. (2016). *Tom Hardy escala el 'Everest'*. [online] Las Horas Perdidas. Available at: <http://www.lashorasperdidas.com/index.php/2012/09/25/tom-hardy-escala-el-everest/> [Accessed 24 May 2016].

Figura 16

Bearth-deplazes.ch. (2016). *Bearth & Deplazes*. [online] Available at: <http://bearth-deplazes.ch/en/#> [Accessed 24 Jul. 2016].

Figura 17

Monte Rosa Hütte, Zermatt, Suiza. (2016). Google Earth. [online] Available at: <https://goo.gl/maps/MJqVjpG4R592> [Accessed 24 Oct. 2016].

Figura 18

Monterosa-ski.com. (2016). *Monterosa Trek map | Monterosa*. [online] Available at: <http://www.monterosa-ski.com/cartina-monterosa-trek/?lang=en> [Accessed 24 Oct. 2016].

Figura 19

Summitpost.org. (2016). *Old Monte-Rosa Hütte : Photos, Diagrams & Topos : SummitPost*. [online] Available at: <http://www.summitpost.org/old-monte-rosa-h-tte/171623> [Accessed 24 Jul. 2016].

Figura 20

Section-monte-rosa.ch. (2016). *monte rosa hütte - Section Monte Rosa*. [online] Available at: <http://www.section-monte-rosa.ch/de/unsere-hutten/monte-rosa-huette> [Accessed 3 Oct. 2016].

Figura 21

Felix, A., Engler, D. y Schmid, M. (2011). "El refugio alpino Monte Rosa (Suiza)" en MARZO, J.M. *TECTÓNICA 31 energía (II) instalaciones*. Madrid: A.T.C. Ediciones, S.L.. Página 53.

Figura 22

Felix, A., Engler, D. y Schmid, M. (2011). "El refugio alpino Monte Rosa (Suiza)" en MARZO, J.M. *TECTÓNICA 31 energía (II) instalaciones*. Madrid: A.T.C. Ediciones, S.L.. Página 41.

Figura 23

Bearth-deplazes.ch. (2016). *Bearth & Deplazes*. [online] Available at: <http://bearth-deplazes.ch/en/#> [Accessed 24 Jul. 2016].

Figura 24

Schnetzterpuskas.com. (2016). *Monte Rosa Hut, Zermatt/Schnetzter Puskas Ingenieure*. [online] Available at: <http://www.schnetzterpuskas.com/en/project-selection/hotels/monte-rosa-hut-zermatt.html> [Accessed 24 Jul. 2016].

Figura 25

Bearth-deplazes.ch. (2016). *Bearth & Deplazes*. [online] Available at: <http://bearth-deplazes.ch/en/#> [Accessed 24 Jul. 2016].

Figura 26

Bearth-deplazes.ch. (2016). *Bearth & Deplazes*. [online] Available at: <http://bearth-deplazes.ch/en/#> [Accessed 24 Jul. 2016].

Figura 27

Section-monte-rosa.ch. (2016). *monte rosa hütte - Section Monte Rosa*. [online] Available at: <http://www.section-monte-rosa.ch/de/unsere-hutten/monte-rosa-huette> [Accessed 3 Oct. 2016].

Figura 28

Felix, A., Engler, D. y Schmid, M. (2011). “El refugio alpino Monte Rosa (Suiza)” en MARZO, J.M. *TECTÓNICA 31 energía (II) instalaciones*. Madrid: A.T.C. Ediciones, S.L.. Páginas 36-38.

Figura 29

RIPOLL VÁZQUEZ, I. (2015). *MONTE ROSA HUT: BIOCLIMATIC DESIGN CASE STUDY*. Profesor: Dr. Ahmed Khaan. Trabajo Final de Grado. Bruselas: Brussels Faculty of Engineering.

Figura 30

Felix, A., Engler, D. y Schmid, M. (2011). “El refugio alpino Monte Rosa (Suiza)” en MARZO, J.M. *TECTÓNICA 31 energía (II) instalaciones*. Madrid: A.T.C. Ediciones, S.L.. Página 48.

Figura 31

Schnetzterpuskas.com. (2016). *Monte Rosa Hut, Zermatt/Schnetzter Puskas Ingenieure*. [online] Available at: <http://www.schnetzterpuskas.com/en/project-selection/hotels/monte-rosa-hut-zermatt.html> [Accessed 24 Jul. 2016].

Figura 32

Felix, A., Engler, D. y Schmid, M. (2011). “El refugio alpino Monte Rosa (Suiza)” en MARZO, J.M. *TECTÓNICA 31 energía (II) instalaciones*. Madrid: A.T.C. Ediciones, S.L.. Página 51.

Figura 33

Felix, A., Engler, D. y Schmid, M. (2011). “El refugio alpino Monte Rosa (Suiza)” en MARZO, J.M. *TECTÓNICA 31 energía (II) instalaciones*. Madrid: A.T.C. Ediciones, S.L.. Página 50.

Figura 34

Schnetzterpuskas.com. (2016). *Monte Rosa Hut, Zermatt/Schnetzter Puskas Ingenieure*. [online] Available at: <http://www.schnetzterpuskas.com/en/project-selection/hotels/monte-rosa-hut-zermatt.html> [Accessed 24 Jul. 2016].

Figura 35

Felix, A., Engler, D. y Schmid, M. (2011). “El refugio alpino Monte Rosa (Suiza)” en MARZO, J.M. *TECTÓNICA 31 energía (II) instalaciones*. Madrid: A.T.C. Ediciones, S.L.. Página 43.

Figura 36

Tectonicablog.com. (2016). *Superwood, Monte Rosa. Gramacio & Kohler | TECTÓNICAblog*. [online] Available at: <http://tectonicablog.com/?p=10125> [Accessed 16 Jul. 2016].

Figura 37

Tectonicablog.com. (2016). *Superwood, Monte Rosa. Gramacio & Kohler | TECTÓNICAblog*. [online] Available at: <http://tectonicablog.com/?p=10125> [Accessed 16 Jul. 2016].

Figura 38

Felix, A., Engler, D. y Schmid, M. (2011). “El refugio alpino Monte Rosa (Suiza)” en MARZO, J.M. *TECTÓNICA 31 energía (II) instalaciones*. Madrid: A.T.C. Ediciones, S.L.. Página 44.

Figura 39

Felix, A., Engler, D. y Schmid, M. (2011). “El refugio alpino Monte Rosa (Suiza)” en MARZO, J.M. *TECTÓNICA 31 energía (II) instalaciones*. Madrid: A.T.C. Ediciones, S.L.. Página 39.

Figura 40

Felix, A., Engler, D. y Schmid, M. (2011). “El refugio alpino Monte Rosa (Suiza)” en MARZO, J.M. *TECTÓNICA 31 energía (II) instalaciones*. Madrid: A.T.C. Ediciones, S.L.. Página 52.

Figura 41

Felix, A., Engler, D. y Schmid, M. (2011). "El refugio alpino Monte Rosa (Suiza)" en MARZO, J.M. *TECTÓNICA 31 energía (II) instalaciones*. Madrid: A.T.C. Ediciones, S.L.. Página 46.

Figura 42

Felix, A., Engler, D. y Schmid, M. (2011). "El refugio alpino Monte Rosa (Suiza)" en MARZO, J.M. *TECTÓNICA 31 energía (II) instalaciones*. Madrid: A.T.C. Ediciones, S.L.. Página 47.

Figura 43

Felix, A., Engler, D. y Schmid, M. (2011). "El refugio alpino Monte Rosa (Suiza)" en MARZO, J.M. *TECTÓNICA 31 energía (II) instalaciones*. Madrid: A.T.C. Ediciones, S.L.. Página 48.

Figura 44

Felix, A., Engler, D. y Schmid, M. (2011). "El refugio alpino Monte Rosa (Suiza)" en MARZO, J.M. *TECTÓNICA 31 energía (II) instalaciones*. Madrid: A.T.C. Ediciones, S.L.. Página 46.

Figura 45

Schnetzpuskas.com. (2016). *Monte Rosa Hut, Zermatt/Schnetzpuskas Ingenieure*. [online] Available at: <http://www.schnetzpuskas.com/en/project-selection/hotels/monte-rosa-hut-zermatt.html> [Accessed 24 Jul. 2016].

Figura 46

Schnetzpuskas.com. (2016). *Monte Rosa Hut, Zermatt/Schnetzpuskas Ingenieure*. [online] Available at: <http://www.schnetzpuskas.com/en/project-selection/hotels/monte-rosa-hut-zermatt.html> [Accessed 24 Jul. 2016].

Figura 47

Kurze, C. (2016). *Tracuit Mountain Hut* | *iGNANT.com*. [online] Ignant.com. Available at: <http://www.ignant.com/2014/03/10/tracuit-mountain-hut/?lang=de> [Accessed 12 Aug. 2016].

Figura 48

Cabane de Tracuit CAS, Suiza. (2016). Google Earth. [online] Available at: <https://goo.gl/maps/paik9aeeAKr> [Accessed 24 Oct. 2016].

Figura 49

Riverola, V. (2013). [online] *Victorriverola.desnivel.com*. Available at: <http://victorriverola.desnivel.com/blogs/2013/07/17/bishorn-4-153-m-un-cuatromil-perfecto-para-empezar/> [Accessed 17 Sep. 2016].

Figura 50

Marca.com. (2016). *Weisshorn 4506m: la joya de la Corona Imperial*. [online] Available at: <http://www.marca.com/blogs/cosas-que-marcan/2013/08/24/weisshorn-4506m-la-joya-de-la-corona.html> [Accessed 17 Sep. 2016].

Figura 51

Plataforma Arquitectura. (2014). *Nuevo Refugio de Montaña Tracuit / Savioz Fabrizzi Architectes*. [online] Available at: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-341058/nuevo-refugio-de-montana-tracuit-savioz-fabrizzi-architectes> [Accessed 8 Jun. 2016].

Figura 52

Plataforma Arquitectura. (2014). *Nuevo Refugio de Montaña Tracuit / Savioz Fabrizzi Architectes*. [online] Available at: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-341058/nuevo-refugio-de-montana-tracuit-savioz-fabrizzi-architectes> [Accessed 8 Jun. 2016].

Figura 53

Plataforma Arquitectura. (2014). *Nuevo Refugio de Montaña Tracuit / Savioz Fabrizzi Architectes*. [online] Available at: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-341058/nuevo-refugio-de-montana-tracuit-savioz-fabrizzi-architectes> [Accessed 8 Jun. 2016].

Figura 54

Plataforma Arquitectura. (2014). *Nuevo Refugio de Montaña Tracuit / Savioz Fabrizzi Architectes*. [online] Available at: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-341058/nuevo-refugio-de-montana-tracuit-savioz-fabrizzi-architectes> [Accessed 8 Jun. 2016].

Figura 55

Sf-ar.ch. (2016). *new tracuit hut, zinal :: savioz fabrizzi architectes :: sion :: valais*. [online] Available at: <http://www.sf-ar.ch/architect/tracuit-zinal-192.html> [Accessed 24 Jul. 2016].

Figura 56

Plataforma Arquitectura. (2014). *Nuevo Refugio de Montaña Tracuit / Savioz Fabrizzi Architectes*. [online] Available at: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-341058/nuevo-refugio-de-montana-tracuit-savioz-fabrizzi-architectes> [Accessed 8 Jun. 2016].

Figura 57

Plataforma Arquitectura. (2014). *Nuevo Refugio de Montaña Tracuit / Savioz Fabrizzi Architectes*. [online] Available at: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-341058/nuevo-refugio-de-montana-tracuit-savioz-fabrizzi-architectes> [Accessed 8 Jun. 2016].

Figura 58

Sf-ar.ch. (2016). *new tracuit hut, zinal :: savioz fabrizzi architectes :: sion :: valais*. [online] Available at: <http://www.sf-ar.ch/architect/tracuit-zinal-192.html> [Accessed 24 Jul. 2016].

Figura 59

Lameteoqueviene.blogspot.com. (2016). *Cabaña Pescadores - PICO VALLIBIERNA por Ibones de Vallibierna - Refugio Cap de Llauset, sábado 30 abril 2016*. [online] Available at: <http://lameteoqueviene.blogspot.com/2016/05/cabana-pescadores-pico-vallibierna-por.html> [Accessed 20 Oct. 2016].

Figura 60

Goolzoom.com (2016) *Ortofoto PNOA*. [online] Available at: <http://es.goolzoom.com/?&hl=es&hc=es&lat=42.595965&lng=0.684191&zoom=18&type=hybrid&tab=maps&id=4762747,4696324,4696324> [Accessed 24 Oct. 2016].

Figura 61

Ign.es (2016) *Iberpix* [online] Available at: <http://www.ign.es/iberpix2/visor/> [Accessed 24 Oct. 2016].

Figura 62

Senderolimite.blogspot.com. (2016). *Refugio de Cap de Llauset*. [online] Available at: <http://senderolimite.blogspot.com/2016/07/refugio-de-cap-de-llauset.html> [Accessed 28 Aug. 2016].

Figura 63

Desnivel.com. (2016). *El Cap de Llauset es el nuevo refugio guardado del macizo de Las Maladetas. Desnivel*. [online] Available at: <http://desnivel.com/excursionismo/manana-entra-en-servicio-el-nuevo-refugio-de-llauset> [Accessed 29 Aug. 2016].

Figura 64

Pirineos3000.com. (2016). *Ascensión a el Pico de Vallibierna (3067 metros) por anaxab - Pirineos3000*. [online] Available at: <http://www.pirineos3000.com/servlet/DescripcionAscension/MONTANA--Pico%20de%20Vallibierna--IDASCENSION--26097.html> [Accessed 24 Sep. 2016].

Figura 65

Lameteoqueviene.blogspot.com. (2016). *Cabaña Pescadores - PICO VALLIBIERNA por Ibones de Vallibierna - Refugio Cap de Llauset, sábado 30 abril 2016*. [online] Available at: <http://lameteoqueviene.blogspot.com/2016/05/cabana-pescadores-pico-vallibierna-por.html> [Accessed 20 Oct. 2016].

Figura 66

Rivas, S. (2016). *Pliego de condiciones para la concesión de la explotación del refugio de Cap de Llauset*. Zaragoza: FAM, Federación Aragonesa de Montañismo.

Figura 67

Desnivel.com. (2016). *El nuevo refugio de Cap de Llauset, en el Pirineo aragonés, se abrirá en otoño de 2016*. [online] Available at: <http://desnivel.com/excursionismo/el-nuevo-refugio-de-cap-de-llauset-en-el-pirineo-aragones-se-abrira-en-otono-de-2016> [Accessed 16 Oct. 2016].

Figura 68

Radiohuesca.com. (2016). *La financiación para el refugio de Cap de Llauset está asegurada*. [online] Available at: <http://www.radiohuesca.com/noticia/526041/La-financiacion-para-el-refugio-de-Cap-de-Llauset-esta-asegurada> [Accessed 18 Jul. 2016].

Figura 69

Noticiashuesca.com. (2016). *El Refugio de Llauset anticipa su apertura al verano próximo gracias al adelanto de la aportación de la DPH*. [online] Available at: <http://noticiashuesca.com/el-refugio-de-llauset-anticipa-su-apertura-al-verano-proximo-gracias-al-adelanto-de-la-aportacion-de-la-dph/> [Accessed 24 Jul. 2016].

Figura 70

Pisakampas.blogspot.com. (2013). *Picos del Infierno*. [online] Available at: <http://pisakampas.blogspot.com/2012/09/picos-del-infierno.html> [Accessed 20 Oct. 2016].

Figura 71

Losviajesdejandro.com. (2014). *Aventura Transpirenaica (GR-11). Parte II: Del Refugio de Aguas Tuertas hasta Torla*. [online] Available at: <http://losviajesdejandro.com/aventura-transpirenaica-gr-11-parte-ii-del-refugio-de-aguas-tuertas-hasta-torla/> [Accessed 20 Oct 2016].

Figura 72

Vallés Benlloch, Javier (2016). *Refugios de Montaña. Proyecto y construcción*. Trabajo Final de Grado. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia.

Figura 73

Vallés Benlloch, Javier (2016). *Refugios de Montaña. Proyecto y construcción*. Trabajo Final de Grado. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia.

Figura 74

Ibonespirineos.blogspot.com (2013). *Ibones Azules y Tebarray*. [online] Available at: <http://ibonespirineos.blogspot.com/2013/08/ibones-azules-y-tebarray.html> [Accessed 20 Oct 2016].

Figura 75

Oscarelorza.blogspot.com (2013). *Pico de Tebarray (Desde el Balneario de Panticosa)*. [online] Available at: <http://oscarelorza.blogspot.com/2013/08/pico-de-tebarray.html> [Accessed 20 Jun 2016].

Figura 76

Casiaventurilla.com (2013). *Travesía en el pirineo central. 4ª etapa: refugio respomuso – baños de panticosa*. [online] Available at: <http://www.casiaventurilla.com/travesia-en-el-pirineo-central-4%C2%AAetapa-refugio-respomuso-banos-de-panticosa/> [Accessed 20 Oct 2016].

Figura 77

Vallés Benlloch, Javier (2016). *Refugios de Montaña. Proyecto y construcción*. Trabajo Final de Grado. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia.

Figura 78

Vallés Benlloch, Javier (2016). *Refugios de Montaña. Proyecto y construcción*. Trabajo Final de Grado. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia.

Figura 79

Vallés Benlloch, Javier (2016). *Refugios de Montaña. Proyecto y construcción*. Trabajo Final de Grado. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia.

Figura 80

Vallés Benlloch, Javier (2016). *Refugios de Montaña. Proyecto y construcción*. Trabajo Final de Grado. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia.

7. Bibliografía

Libros

FAUS, A. *Historia del alpinismo I: montañas y hombres. Hasta los albores del siglo XX*. Barrabés editorial, Zaragoza. 2003.

FAUS, A. *Diccionario de Montaña*. Editorial Juventud, Zaragoza, 1963.

SIRVENT, D. *Refugio-Vivac en los Pirineos*. Ingra Editors. Alicante. 2012.

VV.AA. *I Plan Nacional de Refugios de Montaña (1991-2002)*. Prames, Zaragoza. 2002.

VOLKEN, M. & KUNDERT, R. *The huts of the Swiss Alpine Club*. Ed. AS. 2013.

Revistas

FELIX, A., ENGLER, D. Y SCHMID, M. (2011). "El refugio alpino Monte Rosa (Suiza)" en Marzo, *TECTÓNICA 31 energía (II) instalaciones*. Madrid: A.T.C. Ediciones, S.L.

SIRVENT, D. (2012). "Com es projecta un refugi prefabricat?", en Julio-Agosto, *VÈRTEX 243 Els noms de les muntanyes*. Barcelona. FEEC, Federació d'Entitats Excursionistes de Catalunya.

Artículos de periódico

20MINUTOS. (2015, 23 de febrero). Recogen firmas para proteger y recuperar el refugio Elorrieta de sierra nevada, el más alto de la península, *20 Minutos*, p. 23.

VILLANUEVA, M. (2014, 3 de octubre). El refugio más alto del Pirineo aragonés ya se dibuja entre los tres miles. *Heraldo*, p. 38.

Informes

RIVAS, S. (2016). *PLIEGO DE CONDICIONES para la CONCESIÓN de la EXPLOTACIÓN del REFUGIO de CAP DE LLAUSET*. Zaragoza: FAM, Federación Aragonesa de Montañismo.

Trabajos de investigación

CASE STUDY: MONTE ROSA HUT, SUSTAINABLE LODGING IN THE ALPS (2011). Columbia: Nemetschek Vectorworks.

RIPOLL VÁZQUEZ, I. (2015). *MONTE ROSA HUT: BIOCLIMATIC DESIGN CASE STUDY*. Profesor: Dr. Ahmed Khaan. Trabajo Final de Grado. Bruselas: Brussels Faculty of Engineering.

TECTÓNICABLOG. (2013) CABAÑA EN LA MONTAÑA.

Recursos Web

ANTIGUO REFUGIO DEL CLUB ALPINO. (2016). Retrieved 14 August 2016, from <http://www.hoyosdelespino.net/alojamientos/albergues-y-refugios/88-antiguo-refugio-del-club-alpino>

BERGES, A. (2016). *El nuevo refugio de cap de llauset avanza con paso firme*. *Fam.es*. Retrieved 12 August 2016, from <http://www.fam.es/noticias/381-el-nuevo-refugio-de-cap-de-llauset-avanza-con-paso-firme>

DIAZ, D. (2014). *Subida al refugio del Monte Rosa desde Zermatt - Rotenboden*. *Hastalacima.com*. Retrieved 5 May 2016, from <http://www.hastalacima.com/subida-refugio-monte-rosa-zermatt-rotenboden/>

- EL APROVISIONAMIENTO DE LOS REFUGIOS DE ALTURA.
ALBERGUESYREFUGIOSDEARAGON.COM.
(2016). *Alberguesyrefugiosdearagon.com*. Retrieved 14 August 2016, from <http://www.alberguesyrefugiosdearagon.com/aprovisionamiento.php>
- EL NUEVO REFUGIO DE LLAUSET Y LA DISPUTA DEL ANETO.
(2016). *Escritosdesamarkanda.blogspot.com.es*. Retrieved 14 August 2016, from <http://escritosdesamarkanda.blogspot.com.es/2016/04/el-nuevo-refugio-de-llauset-y-la.html>
- EL REFUGIO DE LLAUSET DE LA FAM YA ES UNA REALIDAD.
(2016). *Noticias.fedme.es*. Retrieved 12 August 2016, from <http://noticias.fedme.es/index.php?mmod=article&file=details&iN=960&clang=ES>
- FREARSON, A. (2014). *Steel-clad hut by savioz fabrizzi architectes wraps a mountain ridge*. *Dezeen*. Retrieved 6 June 2016, from <http://www.dezeen.com/2014/03/15/tracuit-mountain-hut-savioz-fabrizzi-architectes-alps/>
- GORIZ.ES. (2016). *El aprovisionamiento de un refugio de altura*. Góriz. Retrieved 2 July 2016, from <http://www.goriz.es/141-aprovisionamiento>.
- JIMÉNEZ, J. (2015). *El Olimpo de las cimas: 10 alpinistas para la historia | Alpinismo | Revista Oxígeno*. *Revistaoxigeno.es*. Retrieved 6 September 2016, from <http://www.revistaoxigeno.es/deportes/alpinismo/articulo/olimpocimas/1>
- LOMHOLT, I. (2010). *Neue Monte Rosa Hut - Zermatt Building, Swiss Mountain Architecture - e-architect*. *e-architect*. Retrieved 14 August 2016, from <http://www.e-architect.co.uk/switzerland/neue-monte-rosa-hut>
- LOS REFUGIOS DE MONTAÑA EN EL PIRINEO FRANCÉS - DISCOVERY SNOW.
(2016). *Nevasport.com*. Retrieved 9 July 2016, from <http://www.nevasport.com/discoverysnow/art/44542/Los-refugios-de-montana-en-el-Pirineo-frances/>
- MOLLARD, M. (2010). *Sustainable Mountain Hut by Studio Monte Rosa, Monte Rosa, Switzerland*. *Architectural Review*. Retrieved 3 June 2016, from <http://www.architectural-review.com/archive/viewpoints/sustainable-mountain-hut-by-studio-monte-rosa-monte-rosa-switzerland/8600663.fullarticle>
- MONTE ROSA HUT, ZERMATT | SCHNETZER PUSKAS INGENIEURE.
(2016). *Schnetzterpuskas.com*. Retrieved 10 July 2016, from <http://www.schnetzterpuskas.com/en/project-selection/hotels/monte-rosa-hut-zermatt.html>
- MONTE ROSA HÜTTE - SECTION MONTE ROSA. (2016). *Section-monte-rosa.ch*. Retrieved 5 July 2016, from <http://www.section-monte-rosa.ch/fr/cabanes/monte-rosa>
- NACHHALTIGES NATURERLEBNIS. (2016). *Aew.ch*. Retrieved 14 July 2016, from <https://www.aew.ch/privatkunden/wissen/publikationen/magazin-aew-on/aktuell/lifestyle/nachhaltiges-naturerlebnis.html>
- NEW MONTE ROSA HUT, ZERMATT | BEARTH & DEPLAZES. (2016). *Bearth-deplazes.ch*. Retrieved 4 May 2016, from <http://bearth-deplazes.ch/en/projects/new-monte-rosa-hut-zermatt/>
- NOUVELLE CABANE DE TRACUIT, ZINAL :: SAVIOZ FABRIZZI ARCHITECTES :: SION :: VALAIS. (2016). *Sf-ar.ch*. Retrieved 7 July 2016, from <http://www.sf-ar.ch/architectes/nouvelle-cabane-tracuit-zinal-192.html?idm=47>

REFUGIOS DE ALTA MONTAÑA_Proyecto y Construcción

NUEVO REFUGIO DE MONTAÑA TRACUIT / SAVIOZ FABRIZZI ARCHITECTES. (2014). *Plataforma Arquitectura*. Retrieved 6 June 2016, from <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-341058/nuevo-refugio-de-montana-tracuit-savioz-fabrizzi-architectes>

REFUGIOCAPDELLAUSER.COM. (2016). Retrieved 12 August 2016, from <http://www.refugiocapdellauser.com/>

REFUGIO DE CAP LLAUSET -- ALBERGUESYREFUGIOSDEARAGON.COM. (2016). *Alberguesyrefugiosdearagon.com*. Retrieved 14 August 2016, from <http://www.alberguesyrefugiosdearagon.com/refugio.php?id=124>

REFUGIOS DE MONTAÑA: LO QUE HAY QUE SABER SOBRE LOS REFUGIOS DEL PIRINEO | PIRINEO PIRINEOS. (2016). *Pirineo.com*. Retrieved 10 July 2016, from <http://www.pirineo.com/especial-pirineo/refugios-montana-hay-saber-refugios-pirineo>

RIVEROLA, V. (2009). *Victorriverola.desnivel.com*. Retrieved 2 September 2016, from <http://victorriverola.desnivel.com/blogs/2009/06/07/breve-historia-de-los-refugios-en-el-pirineo/>

RÜEGG, P. (2009). *The best hut i have ever seen - Ethlife.ethz.ch*. Retrieved 24 July 2016, from http://www.ethlife.ethz.ch/archive_articles/090925_neue_huette_eroeffnung_per/index_EN

SWI (2016). *Historia del turismo - SWI swissinfo.ch*. Retrieved 7 July 2016 from <http://www.swissinfo.ch/spa/historia-del-turismo/29794784>

