



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA

TRABAJO FIN DE GRADO

ARQUITECTURA LOW-TECH:
CENTRO DE OBSERVACIÓN RED NATURA:
Rivera del Río Cega

ALUMNO: Nicolás Rodríguez Aldama
TUTOR: Félix Jové Sandoval
SEPTIEMBRE 2020

ÍNDICE

1. RESUMEN
2. ABSTRACT
3. OBJETIVOS

4. PRINCIPIOS DE LA SOSTENIBILIDAD
 - 4.1. Diferencia entre sostenibilidad y sustentabilidad
 - 4.2. Principios de la sostenibilidad
 - 4.3. Indicadores ecológicos para una construcción sostenible

5. CONSTRUCCIONES LOW-TECH
 - 5.1. Introducción
 - 5.2. Materiales de origen natural
 - 5.1.1. Tierra y arcilla
 - 5.1.2. Piedra
 - 5.1.3. Madera
 - 5.1.4. Otros
 - 5.3. Materiales reciclados

6. PROPUESTA
 - 6.1. Introducción
 - 6.2. Medio natural
 - 6.2.1. Geología
 - 6.2.2. Clima
 - 6.2.3. Vegetación
 - 6.2.4. Fauna
 - 6.3. Río Cega
 - 6.4. Memoria descriptiva proyecto
 - 6.4.1. Objetivos medioambientales
 - 6.4.2. Objetivos proyecto

6.4.3. Usos

6.4.4. Programa

6.5. Memoria constructiva proyecto

6.5.1. Cimentación

6.5.2. Sistema estructural

6.5.3. Sistema envolvente

6.5.4. Sistema de compartimentación

6.5.5. Sistema acabados

6.5.6. Carpinterías

6.5.7. Instalaciones

- Abastecimiento de agua
- Saneamiento
- Calefacción
- Electricidad
- Ventilación

6.6. Conclusiones

6.7. Anexo: documentación gráfica proyecto

7. BIBLIOGRAFIA

8. BIBLIOGRAFÍA WEB

RESUMEN

Este estudio busca indagar en una alternativa a la arquitectura más convencional a la que estamos acostumbrados, intentado seguir una filosofía de trabajo sostenible y respetuosa con el entorno y que recupera materiales y técnicas que se han ido perdiendo, a lo largo de la historia, materiales que tengan menor impacto ambiental en su proceso de producción y que provengan de zonas cercanas. Esta filosofía a la hora de construir se conoce como arquitectura Low Tech.

Esta "nueva" forma de construir basada en una arquitectura que intenta evitar en la medida de lo posible la tecnología, evitando materiales con un elaborado proceso industrial y optando por materias primas locales. El objetivo es realizar construcciones sostenibles en las que los materiales reciclados han cobrado un papel muy importante.

En relación con esto, el aprovechamiento de los recursos y el tratamiento de los residuos generados es un apartado fundamental para acercarnos a una arquitectura sostenible. Existen numerosas instalaciones, no tan convencionales, que ayudan a un mayor aprovechamiento y almacenamiento del agua, eliminación natural de los desechos orgánicos o que nos permiten una arquitectura "autosuficiente".

Como sumario de todas estas ideas se propone una construcción, incluyendo todos estos materiales, técnicas e instalaciones. Un edificio que trata de estudiar e intervenir sobre los problemas que sufren los ríos de la zona, cuenta con zona de estudio y observatorio, con posibilidad de estar periodos totalmente aislados y tratando de preservar y fomentar la biodiversidad de su entorno cercano.

PALABRAS CLAVE: Low Tech, sostenibilidad, autosuficiente, biodiversidad, panel CTL, río Cega, instalaciones.

ABSTRACT

This study seeks to investigate an alternative to the more conventional architecture to which we are accustomed, trying to follow a philosophy of work that is sustainable and respectful with the environment and recovering materials and techniques that have been lost, throughout history, materials that have less environmental impact in their production process and come from nearby areas. This philosophy when building is known as Low Tech architecture.

This "new" way of building based on an architecture that tries to avoid technology as much as possible, avoiding materials with an elaborate industrial process and opting for local raw materials. The objective is to carry out sustainable constructions in which recycled materials have taken on a very important role.

In relation to this, the use of resources and the treatment of the waste generated is a fundamental section to approach a sustainable architecture. There are numerous facilities, not so conventional, that help to make better use and storage of water, natural elimination of organic waste or that allow us a "self-sufficient" architecture.

In relation to this, the use of resources and the treatment of the waste generated is a fundamental section to approach a sustainable architecture. There are numerous facilities, not so conventional, that help to make better use and storage of water, natural elimination of organic waste or that allow us a "self-sufficient" architecture.

KEY WORDS: Low Tech, sustainability, self-sufficient, biodiversity, CTL panel, Cega river, facilities.

OBJETIVOS

El principal objetivo de este trabajo es profundizar en las distintas técnicas constructivas que se engloban dentro de la familia de la arquitectura Low Tech. Esta forma de construcción, cada vez más usada, se presenta como una alternativa frente a la arquitectura más convencional dominada por las nuevas tecnologías y materiales.

A lo largo del estudio, nos sumergiremos en todas estas técnicas que poco a poco han caído en desuso, casi hasta extinguirlas, consecuencia de la aparición de nuevos materiales y sistemas más "rentables", apoyados por los avances tecnológicos. Se pretende explicar cómo funcionan estos sistemas, los materiales que utilizan, las técnicas y además, demostrar que son materiales fiables y que cada vez están cobrando mayor importancia.

Los edificios tienen una serie de necesidades en forma de energía o de materia, uno de los objetivos es profundizar en posibles alternativas para hacer que los edificios sean autónomos y no dependan de suministros ni tratamiento de los desechos.

Los conocimientos desarrollados durante el trabajo se aplican en un caso en concreto, en el que se desarrolla un edificio para el estudio y observación de la naturaleza y de los problemas de agua que tienen los ríos de la zona de "Tierra de Pinares". El objetivo final es la aplicación de todos estos principios y técnicas en un caso concreto, siendo conscientes y conocedores de los problemas de la zona, de las necesidades y desechos que se generan e intentando resolverlas de manera que no se genere otro problema a mayores.

4. La sostenibilidad

La sostenibilidad es un término que cada vez está más en uso, pero que para alcanzarla debemos llegar a una definición conceptual y establecer una serie de recomendaciones que los arquitectos y oficios de la construcción deberíamos seguir rigurosamente.

Una arquitectura sostenible es aquella que garantiza el máximo nivel de bienestar y desarrollo de los ciudadanos y que posibilite de la misma manera el mayor grado de bienestar y desarrollo de las generaciones venideras, y su máxima integración en los ciclos vitales de la naturaleza.

La arquitectura popular sí que se tenía en cuenta estos principios, sin saber de su existencia, había un respecto y conocimiento del entorno que ayudaba mucho a conseguir construcciones más sostenibles. Estas últimas décadas la arquitectura se ha centrado en otros aspectos como el diseño, la industrialización, el confort, el avance tecnológico; dejando de lado las técnicas, los materiales y los principios de la arquitectura popular.

Por lo tanto, debemos desarrollar una nueva mentalidad, una nueva forma de entender la arquitectura e incluso el mundo en el que habitamos; el respeto por el medio ambiente, el cuidado de nuestro entorno, desarrollo de nuevos hábitos de vida cotidianos más sostenibles, todos estos principios deberían ser las bases sobre las que sustentar esta nueva manera de interpretar el arte de la arquitectura.

4.1. Diferencia entre sostenibilidad y sustentabilidad

Siempre que nos sumergimos en cuestiones medioambientales y ecológicas están presentes estos dos términos. En la mayoría de campos donde se utilizan estos términos pueden considerarse palabras sinónimas pero si nos basamos en sus raíces, estos dos términos tienen un significado parecido pero diferente.

Sostenible, etimológicamente hace referencia a "sostener" lo que significa, en definitiva, que es necesario un tercero para que entre en escena y "sostenga". Por ello, sostenible se refiere al ámbito externo de un sistema. En este ámbito externo se hallan las políticas de gobierno, el clima, los tratados, el mercado, el medio ambiente, entre otros muchos. El desarrollo sostenible implica proteger el medio ambiente, de donde se obtienen los recursos y necesidades básicas de la generación actual, es decir que los recursos naturales y los medios para satisfacer las necesidades puedan seguir existiendo a largo plazo. Algunos ejemplos de desarrollo sostenible son las energías renovables, que gracias a la intervención humana, producen energía sin comprometer el medio ambiente.



Ilustración 1: principios para un sistema sostenible

Fuente: globalstd.com

Por otro lado, sustentable corresponde a un sistema endógeno., es decir, a todo lo que tiene que ver con la preservación y protección de los recursos naturales. Es decir, los objetivos de un desarrollo sustentable son la de proteger los recursos naturales de tal forma que puedan ser aprovechados en el presente y en el futuro y alcanzar esa sustentabilidad.

Este apartado intenta explicar las principales diferencias para poder entender mejor los objetivos que se buscan en este estudio, a efectos prácticos, no se va a usar el término sustentabilidad, ya que la preservación de los recursos y del medio natural estará presente a lo largo de todo el trabajo.

4.2. Principios sostenibilidad

Por lo tanto, vamos a desarrollar un poco más el término sostenibilidad aplicado a arquitectura, podemos hablar de diez principios que no podemos olvidar a la hora de hablar de arquitectura sostenible:

1. **Detectar las necesidades;** en primer lugar deberíamos hacer un análisis exhaustivo de las necesidades reales del proyecto que queremos llevar a cabo. Debemos tener la capacidad de filtrar lo necesario y dejar de lado lo superfluo.
2. **Tener en cuenta el clima local;** las condiciones climáticas son algo que nos puede condicionar mucho el diseño a la hora de planificar cualquier proyecto. Por lo tanto, es imprescindible determinar y entender las peculiaridades de cada territorio. La luz natural, la ventilación, los materiales, el diseño de huecos de ventana, son factores clave para contribuir al ahorro de energía.
3. **Limitar el uso de energía;** el ahorro energético es la base de la arquitectura sostenible, está muy relacionado con los puntos expuestos anteriormente, cuyos objetivos son precisamente este. Es crucial tener en cuenta cómo vamos a producir la energía necesaria para su uso, optar por electrodomésticos de buen rendimiento y bajo consumo y diseñar con criterio en base a las necesidades y el clima.
4. **Uso de energías renovables;** son muchas las opciones que tenemos a nuestro alcance para usar fuentes de energía menos agresivas que las que usamos comúnmente, las no renovables en este caso. El uso de estas fuentes de energía favorecen el cuidado del medio ambiente y la limitación de estas energías no renovables.
5. **Aprovechamiento del agua;** el agua es un recurso escaso en la mayor parte del territorio terrestre, hacer un uso racional del mismo, aprovechar el agua de lluvia, recuperar y reutilizar las aguas grises residuales para usos que no necesiten agua potable como regar las plantas o para la lavadora, son técnicas que ayudan a aprovechar al máximo el agua y hacer un consumo más responsable de la misma.
6. **Obras y materiales de calidad;** todos los principios que hemos expuesto en los apartados anteriores es totalmente compatible con una excelente calidad en la construcción. Un aspecto a tener muy en cuenta para que algo sea sostenible es su durabilidad al paso del tiempo, para ello su naturaleza deber ser óptima. Además en su construcción debería constituirse de materiales y técnicas de fácil ejecución y desmontaje además de deberían poder ser reutilizables, dotándoles de un ciclo de vida prácticamente eterno.

7. **Evita los materiales contaminantes;** la utilización de materiales contaminantes para el medio ambiente o incluso para los usuarios suponen un peligro para la salud y preservación del medio ambiente. Debemos pensar que tipo de materiales vamos a usar, materiales que por sus características favorezcan la sostenibilidad del edificio en su conjunto, que se integren bien en el entorno, que garanticen su durabilidad, que sean fácilmente reciclables o puedan ser reutilizados, gracias a todo esto estaremos contribuyendo a crear una construcción más sostenible.
8. **Apuesta por las materias primas locales;** en la arquitectura popular esto se tenía más que asumido, que por razones de logística optaban por los materiales que tenían a mano y en algunos casos utilizaban hasta los residuos generados de otras construcciones. Hacer uso de las materias primas locales es clave, de esta manera reducimos la huella de carbono que nuestro edificio deja en el entorno, se reduce el consumo de gasolina en transporte de materias procedentes de otros lugares.
9. **Reutilización de los materiales de construcción;** favorecer el reciclaje y reutilización de los desechos de otras demoliciones, construcciones o materias primas sobrantes es una buena forma de fomentar la sostenibilidad. Evitaremos generar tanto residuo y daremos una vida útil más larga lo que reducirá el consumo de materias primas.
10. **Utilización de materiales reciclables;** la regla de las tres R: reducir, reutilizar y reciclar, es el ABC de la arquitectura sostenible. Es muy recomendable el uso de materiales que se puedan reciclar, gracias a esto estaremos ayudando a reducir el consumo de materias primas y desechos, dando una vida útil más larga al mismo volumen de materias.

Dentro del primer análisis que tenemos que hacer antes de empezar cualquier otra cosa, debemos tener en cuenta este principio, investigar sobre la arquitectura vernácula del lugar, el clima, porque todo está relacionado y nos puede dar muchas herramientas e ideas para alcanzar todos estos principios.

Como podemos ver son medidas muy sencillas y fáciles de llevar a cabo, además son adaptables a infinitud de casos con características diferentes. Necesitamos conocerlas, entenderlas y asumirlas a la hora de llevar a cabo cualquier proyecto por pequeño que sea, así contribuiremos en gran medida al cuidado de nuestro entorno, que es una de las cosas más preciadas que tenemos y menos valoramos.

Cuando pensamos en la arquitectura del futuro se nos vienen a la cabeza aspectos como el diseño, la calidad, la vanguardia o la tecnología pero no pensamos en sostenibilidad, que es el único aspecto que vela por la preservación de la arquitectura en el futuro, respetando y valorando lo que nos rodea como se merece.

A su vez cada uno de estos principios se puede detallar en otros muchos más concretos y de directa aplicabilidad en función de cada una de las características específicas del proyecto. Por lo que, a partir de estos principios, se pueden desarrollar unos indicadores que pueden determinar de manera cuantitativa cuan ecológico es un determinado edificio.

Estos indicadores pueden ayudar a arquitectos y profesionales del sector a ser conscientes de todas las medidas que se pueden tomar con el fin de aumentar el grado de sostenibilidad de los edificios, lo que puede proporcionar un entorno mucho más agradable para el medio ambiente y para nuestra propia salud y subsistencia.

En el desarrollo de estos indicadores se intenta tener en cuenta todos los aspectos de la construcción, además su utilización es muy sencilla; están clasificados en 5 grupos: materiales y recursos, energía, gestión de residuos, salud y uso del edificio. Cada indicador se cuantifica individualmente de forma decimal de 1 a 10, con lo que podemos hacer una media aritmética ponderada de cada uno de los grupos. Al final se muestra el grado total de sostenibilidad de una determinada construcción.

4.3. Indicadores ecológicos para una construcción sostenible

Estos indicadores son globales pero se debería adaptar y modificar, en función del tiempo y el entorno en el cual queramos aplicarlos.

- **Materiales y recursos:**

- Utilización de materiales y recursos naturales.
- Utilización de materiales y recursos reciclados o reciclables.
- Utilización de materiales y recursos duraderos.
- Capacidad de reciclaje de los materiales y recursos utilizados.
- Capacidad de reutilización de los materiales y recursos utilizados.
- Grado de renovación y reparación de los recursos utilizados.

- **Energía:**

- Energía utilizada en la obtención de materiales de construcción.
- Energía utilizada en el proceso de construcción del edificio.
- Idoneidad de la tecnología utilizada respecto a parámetros intrínsecos humanos.
- Pérdidas energéticas del edificio.
- Inercia térmica del edificio.
- Eficacia del proceso constructivo: tiempo, recursos y mano de obra.
- Energía consumida en el transporte de los materiales y mano de obra
- Grado de utilización de fuentes de energía naturales mediante el diseño del propio edificio y su entorno.
- Grado de utilización de fuentes de energía naturales mediante dispositivos tecnológicos.

- **Gestión de residuos:**

- Residuos generados en la obtención de los materiales de construcción.
- Residuos generados en el proceso de construcción del edificio.
- Residuos generados debido a la actividad en el edificio.
- Uso alternativo a los residuos generados por el edificio.

- **Salud:**

- Emisiones nocivas para el medio ambiente.
- Emisiones nocivas para la salud humana.
- Grado de satisfacción de los ocupantes.

- **Uso:**

- Energía consumida cuando el edificio está en uso.
- Energía consumida cuando el edificio no está en uso.
- Emisiones debidas a la actividad en el edificio.
- Energía consumida en la accesibilidad del edificio.
- Grado de necesidad de mantenimiento del edificio.

En el momento actual en el que vivimos, en que la sostenibilidad se ha convertido en un término imprescindible y siempre presente, y donde siempre existe el deseo de encontrar una manera de alcanzarla y de dar contenido al abstracto concepto, resulta bastante útil encontrar algún planteamiento claro de lo que debe ser una construcción sostenible.

5. Construcciones Low-tech

5.1 Introducción

En una entrevista para la revista "Constructors", la Arq. Montse Bosch lo resume de una manera muy clara:

"Consideramos construcción "Low Tech" aquella que está relacionada con materiales y soluciones constructivas cercanas, adecuadas a las realidades de los territorio y, incluso, fácilmente realizables con pocos medios".

Los principios de la arquitectura y construcción LOW TECH se pueden resumir en:

- Recursos materiales de origen local.
- Evitar transporte de material pesado
- Transferencia o adopción de la cultura tecnológica que se adapte a los recursos locales disponibles
- Sinceridad y facilidad de reproducción de la técnica constructiva empleada
- Riqueza funcional
- Conocimientos accesibles alejados de tecnicismos abstractos
- Simbiosis y colaboración con otros sistemas

Lo que hace especial a estos materiales denominados Low-tech, se basa en la relativa facilidad de la técnica que emplean. Para lograr alcanzar una construcción ecológica es necesario estudiar previamente los materiales que queramos integrar, sus orígenes, su mantenimiento y su disposición final, la que permitirá su reciclado. Lo que conlleva un estudio completo de todo el ciclo de vida de la construcción. Por eso son denominados low-tech pero que a su vez también son low-cost, tienen un precio bastante bajo, son abundantes en nuestro entorno y además tienen un impacto energético muy bajo debido al método de fabricación.

Su origen es natural por lo tanto tienen menos procesos químicos que los puedan hacer perjudiciales para el medio o los usuarios, a parte, son materias próximas a nosotros por lo que el impacto ambiental por su transporte es inferior, se engloban dentro del grupo de materiales de bajo impacto para el medio ambiente.

Esta corriente arquitectónica reivindica una revisión de las técnicas y materiales del pasado con el objetivo de que la edificación de futuro mantenga la eficiencia actual y tenga presente el impacto ambiental derivado de la actividad.

Como podemos ver todo está estrechamente relacionado; por un lado, históricamente, en la arquitectura vernácula podemos encontrar materiales, sistemas o técnicas que cumplen los principios de la sostenibilidad, por otro lado las construcciones low-tech velan por potenciar el uso de materiales locales, adaptar las técnicas del pasado que están a punto de desaparecer y conseguir que estas técnicas estén al alcance de todos.



Ilustración 2: palomares de Castilla

Palomares de tapial, construcción tradicional de Castilla; poligonales unos, circulares otros, con patio interior o sin él estas bellas construcciones cobijan la vida de las palomas que son una construcción muy característica de la zona de páramos y que está muy relacionado con la arquitectura Low-tech.

Fuente: turismodepalencia.wordpress.com

5.2. Materiales de origen natural

5.2.2. Tierra y arcilla

Según la *"Asociación para la promoción de la arquitectura y la construcción con tierra de Extremadura" (Dehesa Tierra)*, la tierra ha sido olvidada durante las últimas décadas y que fue un material de construcción esencial en la arquitectura tradicional muy abundante en nuestra región.

Este grupo de diversas personas se reúne con el objetivo común de difundir y proclamar la arquitectura y construcción con tierra. Hoy día la tierra como material de construcción vuelve a ser objeto de interés a nivel mundial. Las principales causas de este fenómeno son:

- **Bajo impacto ambiental:** es un material extraído localmente y que necesita poca energía para su transformación, ya que no necesita ser cocido. Es reversible, al contrario que el hormigón o el ladrillo, es decir se puede reutilizar al infinito sin dejar residuo.
- **Su aporte a la mejor del confort y salubridad de los espacios:** gracias a un diseño adecuado, la tierra permite construir edificios de calidad; alta inercia térmica, capacidad de regulación de la humedad ambiente y nula toxicidad. Especialmente adecuado para las zonas de la meseta donde abundan climas muy extremos con diferencias de temperatura muy grandes entre el día y la noche o el verano y el invierno.
- **Su valor social:** este material que usaban nuestros ancestros vuelve a ser empleado hoy día, favoreciendo la economía circular y el trabajo colaborativo. Además de recuperar

algunos de los oficios y técnicas que se estaban perdiendo y gracias a estas iniciativas poco a poco retomaremos.

Es muy importante tomar conciencia de los valores sociales, económicos y medioambientales que la arquitectura tradicional puede aportar a favor de una construcción sostenible hoy día.

La construcción con tierra consiste en cualquier construcción donde el material principal sea la tierra, engloba infinidad de técnicas, las principales son la tapia, el adobe, el entramado, el bloque de tierra compactada (BTC) y el cob. Sus aplicaciones se extienden también a una gran variedad de revestimientos interiores, exteriores y suelos.

Son las arcillas, especialmente, las encargadas de proporcionar cohesión a un mortero o mezcla para la elaboración de un material con tierra. Cada una de las técnicas necesita unas proporciones determinadas. Además, se pueden añadir estabilizantes para incrementar o mejorar ciertas condiciones físicas y químicas como por ejemplo, la impermeabilidad, cohesión o aislamiento térmico, podemos encontrar las fibras vegetales, aceites, caseína, estiércol, látex, cemento portland, cal, yeso, asfalto, áridos, etc.

Existen muchas maneras de usar este valioso material, por las características que presenta nos permite que sean varias las técnicas y los procesos de producción que este material nos permite. Por otro lado, la construcción en tierra ha dado un paso adelante en los procesos de producción. Mediante la industrialización de los materiales de tierra se mejoran las características naturales del material y se garantizan unas calidades óptimas para su empleo y puesta en obra, reduciendo los tiempos de ejecución.

Bloque de tierra compactada (BTC)

Los BTC son bloques de construcción macizos y uniformes, de tierra cruda comprimida, adecuados para cualquier tipo de edificación, los bloques permiten realizar distintos tipos de fábricas de albañilería, que cumplen con las exigencias estructurales y con características térmicas, acústicas y bioclimáticas especiales.



Ilustración 3: Bloque de tierra compactada

La técnica que se usa en la fabricación de estos bloques es muy sencilla, el concepto se basa en comprimir cierta cantidad de tierra natural, ligeramente húmeda, bajo una fuerte presión dentro de moldes, seguido de un desmolde inmediato, y curado al aire. También es compatible el uso de estabilizantes o aditivos para alcanzar características particulares como impermeabilidad, aislamiento térmico, cohesión, etc.

Este material de construcción ofrece un sistema constructivo de fábricas de albañilería que es eficiente y ecológico, además tiene una amplia posibilidad de aplicación en la edificación,

ya sea para construir muros de cerramiento, muros de carga o muros acumuladores de calor. También es posible ejecutar arcos, bóvedas, y cúpulas.

El tener forma y dimensiones regulares, ayuda a que las tareas de producción sean fáciles. En ocasiones los bloques se fabrican in situ, en obra, lo que puede minimizar mucho los costes de transporte. En estas ocasiones, donde tengamos que recurrir a un sistema de fabricación en obra recurriremos a maquinas comerciales que hacen las labores de compactación, a mayores nos ofrecen la creación de diferentes tamaños y acabados. Estas maquinas resultan muy rentables en zonas donde dispongamos de materia prima abundante, es decir en terrenos arcillosos.

Además, con una buena ejecución el mantenimiento de estas construcciones es muy escaso, siempre y cuando se haya tenido en cuenta su protección en el diseño, ya que no es un material muy duradero si no trabaja en condiciones apropiadas.

Tapial

La tapia es un tipo de construcción, básicamente modular, que se fabrica colocando un encofrado llamado tapial, vertiendo en su interior tierra cruda y/u otros materiales, apisonándolos por tongadas; una vez terminado el cajón se puede desmontar el tapial casi inmediatamente para colocarlo, primero a continuación hasta completar la hilada, después encima hasta alcanzar la altura propuesta.



Ilustración 4: Centro Cultural del Desierto Nk'Mip/ DIALOG

“Este edificio está diseñado para ser una respuesta concreta y sostenible en un contexto único e inusual del desierto de Canadá, que se encuentra en el valle del sur de Okanagan en Osoyoos.

El muro de tierra apisonada más grande de América del Norte. De 80m de largo, 5,5 m de altura y 600 mm de espesor, este muro aislado estabiliza las variaciones de temperatura. Construido a partir de los suelos locales mezclados con aditivos para hormigón y de color, que conservan el calor en el invierno, su masa térmica sustancial enfría el edificio.”

*Fuente:
plataformaarquitectura.cl*

Dos son las condiciones básicas que definen esta forma de construir:

- El uso de un encofrado característico.
- El recurso al apisonado como medio de ordenación, estabilización y consolidación de la mezcla.

A la hora de ejecutar una tapia es muy importante tener en cuenta una serie de cuestiones para garantizar que va a cumplir con las exigencias mínimas proyectadas. La tierra tiene una relación importante con la técnica de la tapia, con su origen y con el término que la designa. Por un lado, carecería de sentido usarla si se tratara de una materia prima abundante y cercana a la construcción, afortunadamente es el material más fácil de obtener en la mayor parte de las regiones del planeta.

En las tapias, es necesario un contenido de arcilla suficiente para que cumpla el papel de aglomerante pero al mismo tiempo debe estar limitado, puesto que constituye la parte más sensible a la humedad. En general, el contenido de finos está en torno al 40% y debemos procurar que no contenga materia orgánica.

Según Juan de Villanueva: *"La tierra que debe emplearse para construir tapias ó paredes debe ser arcillosa, pegajosa, compacta, limpia de guijo, y con poca mezcla de arena y cascajo. En casi todos los países se halla en abundancia, y se pueden construir con ella paredes muy fuertes y durables."*

En la práctica: *"... Se puede considerar, a modo de referencia general, que las mejores proporciones resultan ser:*

Arcilla: del 15 al 20 %

Limo: " 10 " 25 %

Arena: " 50 " 70 %

Grava fina muy poca o ninguna.

Materia orgánica preferiblemente ninguna, como máximo el 2 % ."

Existen tapias que no cumplen estas recomendaciones que cumplen con creces las exigencias mínimas por lo tanto cada caso será interpretable. Por ejemplo en zonas donde la humedad es elevada, es necesario que la tapia se proteja del contacto con el suelo mediante un zócalo desde donde arrancará este muro, además de protegerlo de la lluvia por medio de aleros o cornisas.

Para mejorar su comportamiento ante esfuerzos de tracción se le puede añadir paja o otras fibras naturales a la masa. También se le pueden añadir aditivos para mejorar sus cualidades.

El encofrado es una de las características básicas de una obra de tapia, a él debe su forma, textura, geometría... en definitiva, su imagen. Debido a la multitud de huellas que originan los diferentes elementos del encofrado, podríamos decir que tienen un elemento didáctico que nos revela su proceso constructivo.

Esta técnica se basa en compactar tierra en hiladas llamadas verdugadas. La compactación se hace con una herramienta elaborada en obra denominada pisón. Se trata de un instrumento de madera similar a un remo aunque la forma y el peso varían de una región a otra. La compactación se hace dentro de una formaleta denominada tapial que consta de dos tableros de madera de 2.0 m de largo por 1.0 m de alto llamados hojas de tapial y dos compuertas que dan el ancho del muro. Las dimensiones de las hojas de tapial no son estándar. Varían de una región a otra al igual que el pisón.

Las hojas de tapial descansan sobre tres elementos horizontales transversales llamados agujas o mechinales. Las agujas tienen en sus extremos unas cajas donde se instalan los codales que son elementos verticales que ajustan las hojas del tapial para que no se abran con el continuo impacto del pisón. La parte superior de los codales se ajustan con los latiguillos. Una vez se termina de pisar la sección, se desmonta el tapial y se desplaza horizontalmente para pisar una nueva sección. Al desmontar el tapial y extraer las agujas quedan unos orificios que atraviesan el muro y que son característicos de este sistema constructivo.

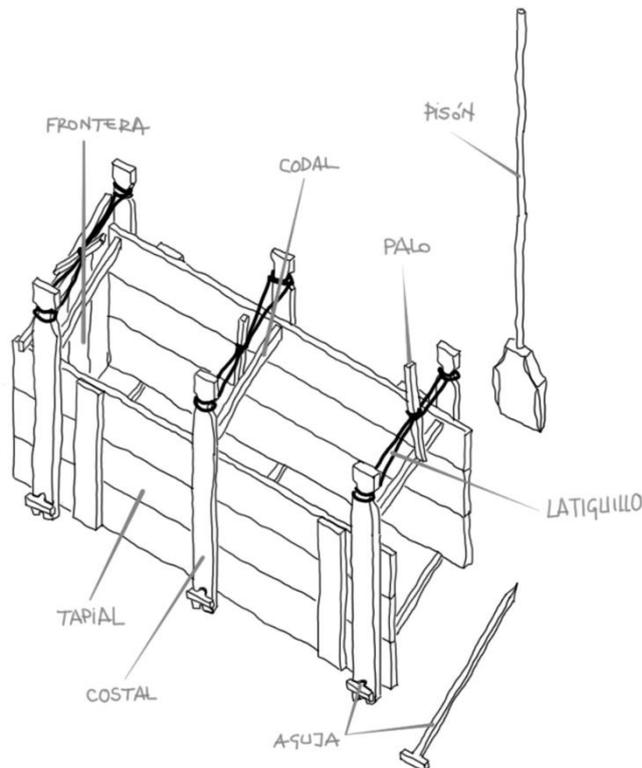


Ilustración 5: Ejemplo de tapial portugués.

Este caso es muy similar a los que se usan en la meseta pero vemos que utiliza agujas en lugar de mechinales. Gracias a los latiguillos podemos aportar la tensión necesaria mediante un palo que hace de brazo de palanca.

Podemos ver también el pisón que era un instrumento de madera para compactar y regularizar la tapia, formado por un cuerpo prismático y un mango.

Fuente: elaboración propia.

En muchas ocasiones se utilizaba un sistema mixto de tapia y ladrillo, en el que, los machones de ladrillo actúan de encofrado lateral. También se colocaban hiladas de ladrillo que servían para trabar y regularizar el nivel de la obra donde inician las tapias. También es común colocar un zócalo de piedra, de mampostería o sillares para evitar la subida del agua del terreno por capilaridad hasta la tierra.

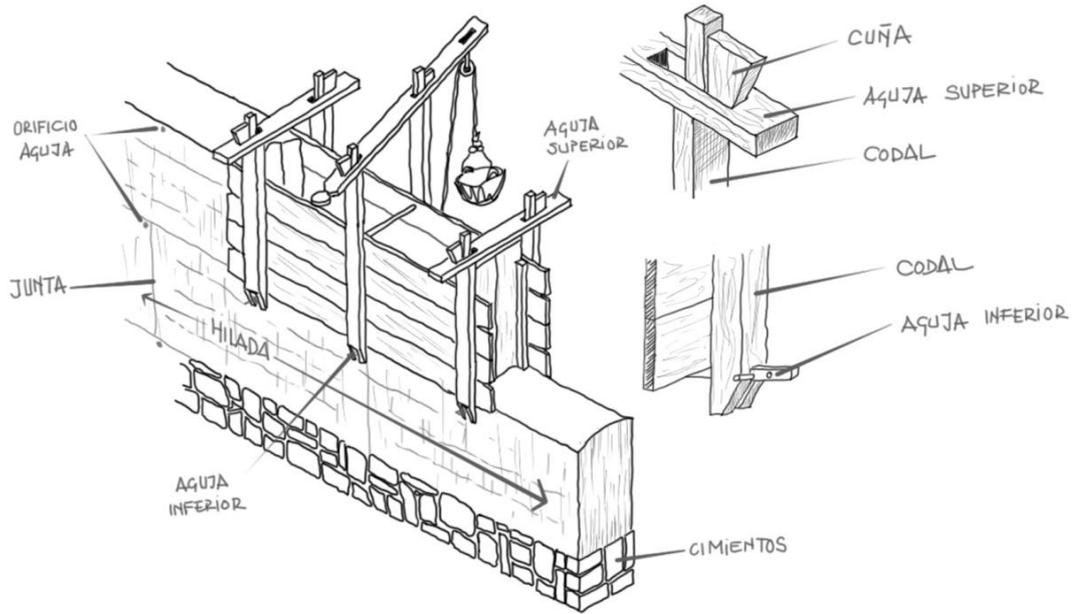


Ilustración 6: Tapia tradicional de la comarca de Els Ports, Castellón.

"En este caso vemos que tiene alguna modificación, dispone de agujas inferiores y superiores que remata con una cuña para aportar tensión a los codales. Está levantada sobre un murete corrido de piedra para separarlo del terreno. Dispone también de un sistema a modo de grúa para subir los cubos de tierra sin necesidad de otros sistemas".

Fuente: *Arquitecturas de Tapia*, Ed. Col·legi d'arquitectes de Catalunya. (definición de tapia, tapial, tapiada, tapiador pp. 47-56)

Adobe

Esta técnica se basa en la elaboración de piezas macizas o unidades de barro sin cocer. Las dimensiones de las piezas son muy variables y responden tanto a la tradición como a criterios constructivos. Las dimensiones promedio pueden variar desde 0.30 m de largo x 0.15 m de ancho y 0.07 m de alto hasta dimensiones del orden de 0.40 m de largo x 0.20 m de ancho x 0.10 m de alto. En general los ladrillos de adobe se elaboran manteniendo una proporción de $1: \frac{1}{2}: \frac{1}{4}$, entre el largo, el ancho y la altura de la pieza.

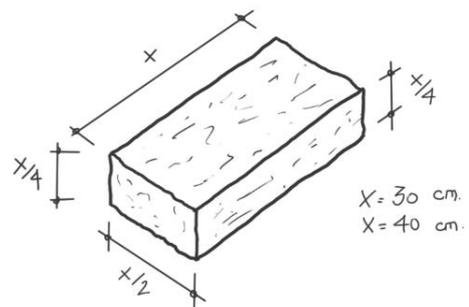


Ilustración 7: croquis proporciones pieza de adobe

Fuente: elaboración propia

Los adobes se elaboran colocando el barro humedecido en un punto cercano a la plasticidad en moldes de madera con las dimensiones deseadas. Pasados un par de días y una vez contraídos por el secado, se retiran los moldes y los adobes se dejan secar al aire libre desde 15 días hasta un mes sin la acción directa del sol.

El mortero de pega se hace con el suelo del terreno siempre y cuando este proporcione una buena cohesión. Si la cohesión no es suficiente se le agrega cal. En algunos casos al mortero también se le adiciona paja para mejorar su resistencia a la tensión. En general el espesor de las juntas de mortero es del orden de 2 cm. Frecuente para mejorar las condiciones del suelo se adicionaban otros materiales como fibras naturales (paja y estiércol de caballo) o cal.

Históricamente, el adobe ha sido un material muy utilizado en la zona de páramos y perillanuras de la meseta Castellana por nuestros antepasados. Su facilidad de elaboración y la abundancia y cercanía de las materias primas, hacen de este material un perfecto aliado para la construcción Low-tech. Muchas veces se combinaban los sistemas en función de las materias que había cerca o de los condicionantes que el clima imponía.

Desafortunadamente, son muy pocos los pueblos que mantienen la estética y los materiales originales de tales construcciones. Sus edificaciones se han ido sustituyendo por materiales modernos, más convencionales y con procesos industriales más complejos, como el ladrillo o el bloque de termo arcilla.



Ilustración 8: Casa pinariega de Navapalos, restaurada por Erhard Rohmer. Mampostería enripiada y entramado de sabelina con adobes. Chimenea de varas tejidas revestida con fragmentos de cerámica.

En este caso podemos apreciar las juntas de los bloques de adobe que por desgaste o erosión han dejado el material expuesto. La madera está colaborando con el resto de los materiales para dar rigidez al muro de tierra.

Fuente: Arquitectura popular de Castilla, España - Juana Font.

Cop o pared mano

El cob es un material de construcción cuyos componentes son arcilla, arena, paja y barro. Es un sistema muy semejante al adobe y al tapial, la proporción del material constituyente es la misma, en cambio durante el proceso de fabricación del cob no es necesario transformarlo antes de su construcción en ladrillos, al igual que en el tapial, el conjunto se construye sobre una base firme.

Para construir un muro de cob es necesario realizar una cimentación y que esté elevada del suelo para evitar humedades por capilaridad dentro del muro y protegerlo de otros peligros. Cuando está preparada la mezcla, se moldean a mano unas bolas macizas que se irán colocando sobre la base del muro. El muro se va levantando apretando bien las bolas para formar una única pieza en capas de unos 30 cm y dejando que se sequen antes de colocar la siguiente. Para seguir con la siguiente parte se humedece un poco la capa anterior con agua y arcilla. Es un sistema que no tiene, prácticamente ningún proceso industrializado, en ocasiones se utilizan animales para la pisa de la mezcla.

El grosor de los muros depende de la altura total de la construcción, pero no se recomienda espesores menores a 40 cm. Es un sistema que requiere protegerlo de las humedades mediante un revestimiento exterior o mediante cubiertas con aleros generosos. Algunas construcciones realizadas con este sistema se combinan con entramados de madera para reforzar la estructura general.

Tiene unas propiedades muy buenas para su uso en vivienda ya que es incombustible y responde muy bien a los movimientos sísmicos. Además se trata de un material muy económico, ecológico, resistente a los agentes climáticos y por su gran ductilidad, fácilmente trabajable y moldeable. Además, tiene la ventaja de su buen aislamiento térmico y acústico e incluso regula la humedad en el interior de manera natural.

A parte, gracias a su indicada ductilidad, lo hace un material con una gran plasticidad, permite ser usado para crear formas artísticas, esculturales y está considerado como un modo bastante natural y muy eficaz de edificar viviendas.



Ilustración 9: muro con sistema Cob en proceso

Fuente: wakan.org

5.2.2. Piedra

Este material tan abundante y diverso convierte a la piedra en uno de los materiales más utilizados y más antiguo conservado hasta nuestros días, existen numerosas construcciones en piedra que gracias a un correcto diseño y a las características de este material lo que han hecho que se conserve hasta nuestros días.

Estas rocas naturales, teniendo en cuenta su origen o formación, se pueden dividir en tres grandes grupos, se clasifican en: eruptivas, sedimentarias y metamórficas.

Dentro de las eruptivas encontramos, a su vez, dos divisiones: plutónicas y volcánicas. De este primer grupo, para la construcción, destacan la sienita, la diorita, el gabro. El granito, se trata de un tipo de roca muy resistente y que admite el pulido, en concreto, el granito destaca por encima del resto, no sólo por ser mucho más abundante sino también por su apariencia cristalina, sus componentes esenciales son, el cuarzo, la ortosa y la biotita, que son los que hacen a esta roca tan especial y característica.



Ilustración 10: Mampostería de granito; piedra entera en vanos y esquinales de ventanas y huecos.

En las zonas de septentrionales de páramos tras las vertientes sureñas de las cordilleras leonesa y cantábrica se levantan las viviendas de piedra, generalmente como mampostería revocada o trabada con tierra, y con piedras sillares alrededor de los vanos y en los cuidados esquinales, o bien con entramados cuajados de adobe, cascote o ladrillo de tejar, como ocurre en la comarca palentina de La Ojeda.

En la parte abulense es frecuente encontrar cuidadísimas mamposterías de granito, muchas veces realizadas con presencia de hermosas piedras enterizas en vanos, impostas o esquinales, aunque también zonas de Ávila donde el material predominante es la pizarra.

Fuente: lamejortirradecastilla.com

En el grupo de las rocas sedimentarias cabe destacar las areniscas, formadas por granos de cuarzo. Se trata de un material fácil de labrar y tallar, es decir, sus características han hecho que se use mucho para decoraciones y remates, por tanto es muy abundante en portadas, aleros o canecillos de numerosas construcciones religiosas de época medieval.



Ilustración 11: arquivolta central de piedra arenisca

El templo de San Juan Bautista conserva uno de los más bellos pórticos del románico segoviano, envolviendo a la nave principal por los muros sur y oeste.

La iglesia cuenta con tres accesos: dos arcos apuntados en los lados este y sur y una gran portada de tres arquivoltas en el lado oeste, y es aquí donde se pueden contemplar en la arquivolta central once bustos enigmáticos.

Fuente: elnortedecastilla.es

También es necesario mencionar las calizas, una piedra que destaca por su belleza y versatilidad. Las metamórficas, de origen termomecánico o termoquímico, como la cuarcita, que procede de la metamorfosis de la arenisca o el gneis. También pertenecen a este grupo, la pizarra o el mármol, que procede de las recristalizaciones de las dolomías y de las calizas, este último, es un material muy deseado por su belleza y es que reviste muchas de las obras maestras de la arquitectura.



Ilustración 12: Pabellón de Barcelona. Mies van der Rohe.

Fuente: miesbcn.com

Este pabellón, entre otros materiales, está construido con cuatro tipos distintos de piedra: travertino romano, mármol verde de los Alpes, mármol verde antiguo de Grecia y ónice dorado del Atlas.

Pero la originalidad de Mies van der Rohe en el uso de los materiales no radica en la novedad de los mismos sino en el ideal de modernidad que expresaban a través del rigor de su geometría, de la precisión de sus piezas y de la claridad de su montaje.

La piedra ha sido un material que se ha utilizado a lo largo de toda la historia pero que ha sufrido un cambio sustancial de las aplicaciones que tenía antes y cómo se utiliza actualmente. Podemos mencionar al Dolmen como primer paso de las construcciones en piedra. Los ejemplos más antiguos se distinguen por ser construcciones muy sencillas: muros portantes realizados a base de piedras, colocadas, unas sobre otras, sin morteros ni intermedios, colocadas a hueso.



Ilustración 13: Chozo de pastor, cuadrados o circulares, realizados con mampostería de piedra seca, cuyas cubiertas se levantan aproximando las piezas hasta que cierran la bóveda, pudiendo incluso dotarse con la anexión de un volumen más pequeño, para cobijo del pozo.

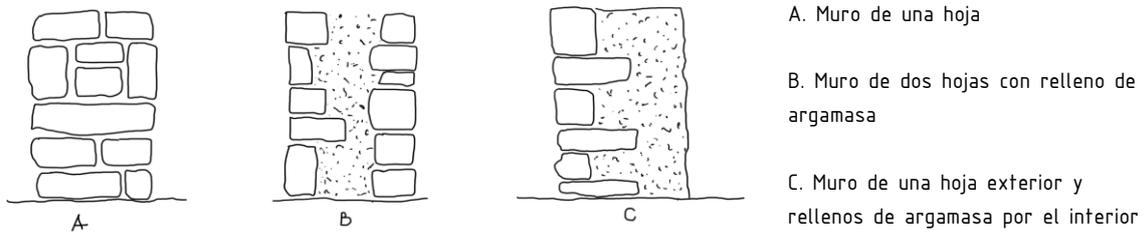
Fuente: minube.com

La piedra natural, colocada sin trabajos previos, de forma irregular y de un tamaño que permita ser colocada a mano, se considera mampuesto. Para su correcta ejecución, en algunos casos, se usan unos mampuestos más pequeños que sirvan a las grandes de apoyo, estas rocas que se utilizan para calzar se las conoce como ripios, en otras en cambio se utilizan morteros o rellenos colocados en las juntas. Como veremos, existen muchos tipos y diferentes soluciones que en función de las características de la piedra, se usan unas técnicas u otras.

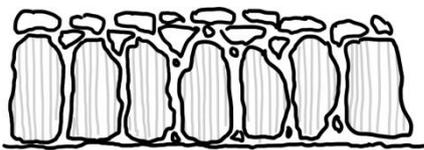
En cambio, el sillar, es una pieza de piedra de grandes dimensiones talladas en todas sus caras. El sillarejo es una piedra intermedia entre el mampuesto y el sillar. El sillar precisa de técnicas de extracción antes de su talla, ya sea a cielo abierto o en trincheras o minas.

El proceso de labrado de estas piedras se produce en dos fases principalmente: el desbaste, en el que se preparan los fragmentos de piedra, dándoles forma y tamaños aproximados a los que tendrán en su puesta en obra. Por otro lado, la labra definitiva, que se realiza en obra generalmente, en la que se le da forma y dimensiones finales.

Ya sabemos que los muros de piedra se pueden clasificar en muros de mampostería y muros de sillería en función del tipo de piedra usemos o lo trabajada que esté. Pero existen otros criterios para clasificar los muros de piedra, en este caso en la forma de construirlos; podemos distinguir tres tipos:



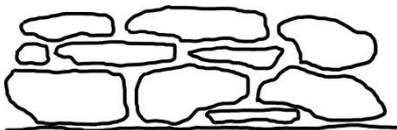
A la hora de su construcción existen numerosas técnicas para los distintos tipos de piedra que podemos encontrar en nuestro entorno, es importante conocer bien los términos más utilizados en la ejecución de un muro de piedra y las numerosas posibilidades y alternativas que este material nos permite. En función de la técnica de labrado o de su colocación se definen de una manera u otra, dándonos una versatilidad de posibilidades casi infinita. La naturaleza de la piedra, su geometría, su dureza, son aspectos que determinan que técnicas u opciones a utilizar.



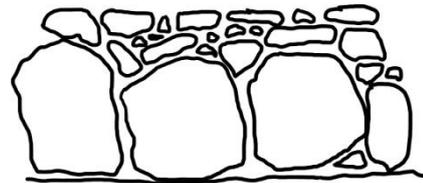
Mampuesto a contraveta. El mampuesto se apoya en su cara menor, la veta queda perpendicular.



Mampuesto a tizón. El mampuesto que forma la cara vista del muro es su cara lateral menor.



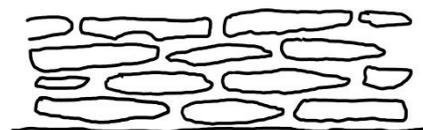
Mampuesto a hueso. Los mampuestos se disponen sin mortero de agarre, sinónimo de "en seco".



Ciclópeo. Muro compuesto de grandes bloques de piedra superpuestos, generalmente en seco.



Mampuesto a soga. La cara del muro está formada por mampuestos dispuestos para ver su cara lateral mayor.



Rajuela. Piedra delgada y plana que puede formar fábricas de mampostería.

En función del tratamiento que se le da a la piedra que usamos en la construcción de un muro de piedra obtenemos unos acabados y unas prestaciones u otras.



Mampostería de canto rodado: en su construcción se utilizan mampuestos procedentes del río, de forma redondeada, sin aristas vivas. Debido a esto, se consume una mayor cantidad de mortero.

Ilustración 14: Muro con mampuestos de cantos rodados.

Fuente: Mampuestos y Sillarejos. Ejecución de muros de mampostería. Capítulo 2



Mampostería ordinaria: se emplean mampuestos procedentes de cantera, sin labrar, colocados con aparejo irregular.

Ilustración 15: Muro con mampostería ordinaria

Fuente: Mampuestos y Sillarejos. Ejecución de muros de mampostería. Capítulo 2



Mampostería concertada: es aquella técnica en la que los mampuestos, rudamente labrados y seleccionados por su forma poligonal, son colocados de manera que sus caras estén juntas. La piedra, queda asentada o calzada mediante ripios o piedras pequeñas que, encajadas entre los huecos de los mampuestos, logran mayor estabilidad y firmeza en el cuajado de la fábrica.

Ilustración 16: Muro con mampostería concertada.

Fuente: Mampuestos y Sillarejos. Ejecución de muros de mampostería. Capítulo 2



Mampostería careada: es aquella mampostería cuyos mampuestos se han labrado levemente y únicamente en la cara exterior vista para conseguir que el paramento presente un acabado lo más regular y plano posible. Los mampuestos no tienen formas ni dimensiones determinadas. Únicamente se admiten ripios en la parte interior del muro, no en el paramento visto.

Ilustración 17: Muro con mampostería careada

Fuente: Mampuestos y Sillarejos. Ejecución de muros de mampostería. Capítulo 2



Mampostería de hiladas irregulares: se utilizan mampuestos irregulares intentando mantener hiladas más o menos ordenadas.

Ilustración 18: Muro con mampostería de hiladas irregulares

Fuente: Mampuestos y Sillarejos. Ejecución de muros de mampostería. Capítulo 2



Mampostería enripiada: es aquella en la que los huecos existentes entre los mampuestos se rellenan con trozos pequeños de piedra estabilizando y acuñando las piedras de mayor tamaño. Esta técnica se puede utilizar en la mayoría de tipos de mampostería enunciados anteriormente, especialmente cuando las juntas entre las piedras se realizan en seco. Esta técnica no requiere que los mampuestos sean del mismo tamaño.

Ilustración 19: Muro con mampostería enripiada

Fuente: Mampuestos y Sillarejos. Ejecución de muros de mampostería. Capítulo 2



Mampostería de sillarejos: es aquel muro ejecutado con sillarejos, labrados y diseñados todos con tamaño y geometría similares que se van apilando trabando unas hiladas con otras.

Ilustración 20: Sillares de piedra colocados a hueso

Fuente: Mampuestos y Sillarejos. Ejecución de muros de mampostería. Capítulo 2



Mampostería con verdugada: es aquel muro que cada cierta altura se ejecuta una verdugada de ladrillo macizo que regulariza horizontalmente cada tramo. Generalmente, las hiladas de mampuesto se realizaban con piedras irregulares, de diferentes tamaños y estabilizados mediante algún tipo de mortero.

Ilustración 21: Muro de piedra con verdugada de ladrillo

Fuente: Mampuestos y Sillarejos. Ejecución de muros de mampostería. Capítulo 2

Como hemos visto se trata de un material que nos ofrece una amplia gama de posibilidades y acabados. Por lo general, las construcciones en piedra nos recuerdan a épocas pasadas, actualmente es difícil encontrar ejemplos de muros realizados totalmente en piedra, se opta por utilizar materiales modernos para luego revestirlos con piedra.

Gracias a los procesos industrializados podemos disponer con infinitud de acabados, texturas, formas y tamaños. La piedra se comercializa en placas de medidas estándares para utilizarla en la construcción. Se pueden realizar en piedra, desde revestimientos de fachadas, pavimentos de suelos o escaleras, piezas de albardilla o encimeras de cocina.

Es verdad que es un material de origen natural pero debemos de analizar cada elección desde una perspectiva global, teniendo en cuenta todos los procesos o acciones que se llevan a cabo desde su obtención en las canteras, hasta su puesta en obra. Si intentamos disminuir los esfuerzos de transporte, por ejemplo, se trata de una materia bastante pesada y tendremos que tenerlo en cuenta. Dependiendo del tipo de roca su labrado será más o menos costos, además, todos los acabados a mayores que se quieran realizar sobre la piedra deben tenerse en cuenta también.

Para esto, es necesario conocer qué tipo de rocas abundan en la zona donde se pretende construir y que técnicas o sistemas utilizan, porque seguramente respondan a unas razones de funcionalidad, optimización de los recursos y correcta disposición.

5.2.3. Madera

Al analizar la estructura básica de la madera, desde el punto de vista mecánico, un árbol funciona como una viga empotrada en su base, lo que hace que toda su estructura esté optimizada para soportar tensiones de tracción y compresión paralelas a la fibra. Por naturaleza, la madera es un material elástico y ligero, un ejemplo de la extraordinaria resistencia a flexión es que existen árboles de más de 100 metros de altura que han de resistir la acción de los intensos vientos.

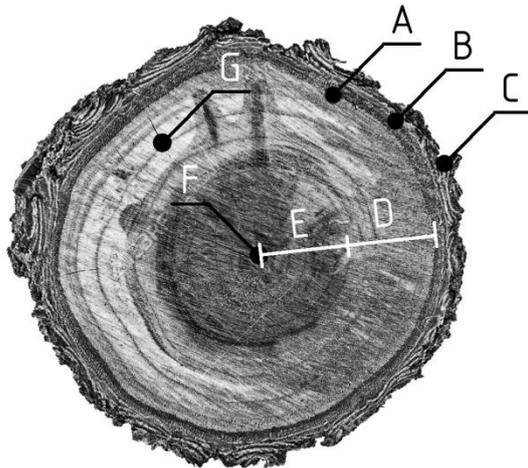


Ilustración 22: Sección transversal de un tronco con cada una de sus partes:

- A. Cambium
- B. Corteza viva
- C. Corteza muerta
- D. Duramen
- F. Médula
- G. Radios leñosos

Fuente: elaboración propia

La madera es un material anisótropo con distintas propiedades según cuál sea la dirección de los esfuerzos, presenta propiedades diferentes en las tres direcciones, puesto que las diferencias entre los esfuerzos radiales y los tangenciales son mínimas, por lo tanto, el análisis de cualquier propiedad mecánica y elástica de la madera deberá ser efectuado, al menos, en estas dos direcciones: la paralela y la perpendicular a las fibras.

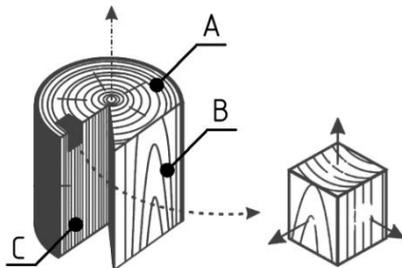


Ilustración 23: secciones de referencia en el tronco:

La madera debe ser considerada como un material físicamente anisótropo, tiene propiedades físicas distintas según las tres direcciones principales.

- A. Plano transversal
- B. Plano tangencial
- C. Plano radial

Fuente: elaboración propia

A parte es un material heterogéneo cuyas propiedades varían con la especie y la zona de procedencia. Al tratarse de un material poroso y ligero cuya densidad puede variar con la especie y la humedad interior de la madera. Además de su reducida densidad, puede considerarse como un material elástico. Por lo tanto, la madera es un excelente corrector acústico, que consigue eliminar la reverberación y permite mejorar la acústica de los espacios.

“Aunque la madera es un material ampliamente utilizado durante la historia del hombre, debido a su paulatino abandono en países como España, por la aparición de otros materiales de construcción como el acero y el hormigón, hemos llegado actualmente a un gran desconocimiento sobre él entre arquitectos y prescriptores. Este desconocimiento ha llevado a la creación de falsos mitos sobre el material, que es lo que se ha denominado en esta guía “los fantasmas de la madera”. Es cierto que,

como el resto de materiales de construcción, la madera tiene sus patologías, pero estas sólo aparecen cuando hay fallos de diseño durante el proceso constructivo o de mantenimiento durante la vida útil de la construcción. En este capítulo se van a tratar las barreras más comunes en el uso de la madera, y se podrá ver cómo con un correcto uso del material, con los productos de madera para la construcción que actualmente existen en el mercado, estas barreras no son tales.” FSC España (2018). *En Madera, otra forma de construir. El material constructivo sostenible del siglo XXI.* Madrid. 248 pp.

A principios de 2017, FSC España convocó a un conjunto de organizaciones, empresas y arquitectos con la finalidad de acabar con muchos prejuicios e ideas erróneas comúnmente asociadas a la madera como elemento constructivo. Tras muchos esfuerzos, decidieron realizar dos publicaciones, una es un libro dirigido a los prescriptores técnicos de las obras y otra es una guía divulgativa para los ciudadanos, consumidores de a pie.

El Manual está estructurado en torno a tres áreas temáticas. La primera trata el tema de la sostenibilidad de la madera en la edificación, vinculada a esta, se analiza como segunda parte la problemática de las maderas tropicales y el uso de las especies comerciales menos conocidas. La tercera parte ofrece un conjunto de conocimientos necesarios para el profesional que usa la madera en la arquitectura, abarcando desde sus propiedades, los hechos que permiten acabar con los falsos mitos, las bases de cálculo estructural en madera, una revisión de los productos y los sistemas constructivos en madera y un conjunto de experiencias constructivas en madera.

Uno de los mitos más comunes es que la madera no tiene durabilidad. La madera, al igual que el resto de productos de la construcción, sufre degradación tras su exposición continuada propiciada por varios factores o agentes. Los principales son:

1. Agentes atmosféricos (abiótico)

- Radiación: solar, nuclear o térmica.
- Temperatura
- Agua: sólida, líquida o en vapor
- Constituyentes normales del aire: gases, nieblas, partículas o lluvias ácidas.
- Ciclos de hielo-deshielo
- Viento

2. Agentes biológicos (bióticos)

- Insectos y microorganismos
- Bacterias
- Hongos

3. Tensión (abiótico)

- Mantenido o alternante

4. Incompatibilidades (abiótico)

- Químicas
- Físicas

5. Uso (abiótico)

- Diseño
- Métodos de instalación
- Métodos de mantenimiento
- Desgaste
- Abuso de uso

Un resumen de los agentes de degradación de los materiales de construcción se puede encontrar en *Frohnsdorff, Masters y Martin (1980)*.

El diseño se considera uno de los factores fundamentales para garantizar la durabilidad de la madera. Ante cualquier proyecto debemos tener en cuenta las condiciones climáticas en las que la madera va a

tener que trabajar, la adopción de las medidas de diseño y la elección de los tratamientos adecuados resulta crucial para garantizar su durabilidad.

Otro mito sobre la madera es arde fácilmente y no se comporta bien frente al fuego. Un edificio construido en madera puede tener un buen comportamiento al fuego. La carga de fuego principal de un edificio es el contenido, independientemente del material que conforme su estructura, por lo tanto, debemos de tener en cuenta la contribución al fuego de los acabados, ya que la principal causa de fallecimiento suele ser la inhalación del humo procedente de la combustión.

Los elementos estructurales de madera tienen una relación superficie /volumen baja, por lo que el proceso de inflamación es lento. Además, existen productos para el tratamiento ignífugo de la madera, que garantiza su resistencia frente al fuego. Cuando la madera se encuentra expuesta a un incendio en pleno desarrollo tiene un comportamiento favorable como material estructural al ser de combustión lenta.

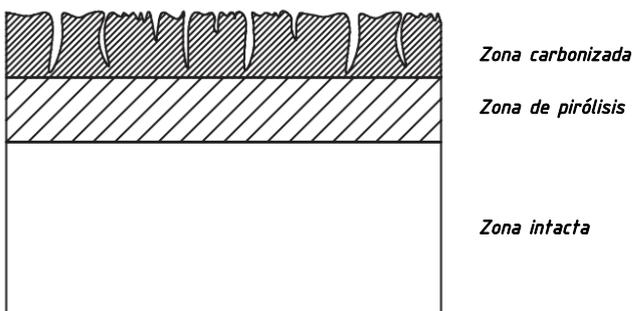


Ilustración 24: Cambios en la madera por la acción del fuego

Fuente: Instituto Eduardo Torroja, 2017

La alta capacidad aislante de la capa carbonizada permite que el interior de la pieza se mantenga a una temperatura mucho menor y que sus propiedades físico-mecánicas permanezcan constantes. Así, la pérdida de capacidad resistente de un elemento estructural se debe, principalmente, a la reducción de su sección y no tanto al deterioro de las propiedades del material. En la práctica, lo que se hace es sobredimensionar las secciones estructurales para darle una protección frente al fuego mayor antes del colapso de la estructura.

“Mediante un correcto diseño, las soluciones de madera como material constructivo, acordes con la reglamentación, alcanzan condiciones suficientemente seguras para los ocupantes de un edificio en caso de incendio.” FSC España (2018). En Madera, otra forma de construir. El material constructivo sostenible del siglo XXI. Madrid. 248 pp.

Actualmente en el mercado de la construcción se pueden encontrar diferentes productos de madera. Estos productos tienen una serie de características comunes:

- Son productos altamente innovadores, homogéneos, con marcado CE y de calidad contrastada por organismos nacionales e internacionales.
- La normativa en España en calidad y uso de los productos de técnicos de madera para la construcción es la misma que en el resto de Europa.
- Los sistemas de cálculo de productos de madera para la construcción están basados en el CTE y en el Eurocódigo 5.
- Para cada aplicación y condiciones de uso existe una familia de productos de madera para la construcción más adecuada.
- La durabilidad de los productos y soluciones queda garantizada con medidas de diseño (que a veces en rehabilitación no son posibles) y de protección química.

En este apartado expondremos los productos de madera más utilizados para la construcción y que están actualmente disponibles en el mercado, según FSC España (2018). En Madera, otra forma de construir. El material constructivo sostenible del siglo XXI. Madrid. 248 pp.:

Madera en rollo: estructural y no estructural

Elemento lineal estructural constituido por el tronco del árbol desramado, generalmente descortezado, con una sección simplemente circular.



Aplicaciones:

- Pies derechos en construcciones de uso agrícola como cobertizos y naves de pequeñas luces, o como soportes de pasarelas y pasos elevados.
- Viguetas de forjado y pares en cubiertas.
- Construcciones de uso rural.
- Pilotes de cimentación.
- Cercados, empalizadas, postes de señalización y equipamiento de parques y jardines

Madera aserrada: estructural

Elemento lineal estructural de sección rectangular, que ha sido clasificado estructuralmente por alguno de los procedimientos reconocidos en la normativa (clasificación visual o mecánica).



Aplicaciones:

- Estructuras de luces pequeñas y medias en sistemas de muros de fábrica con forjados y cubierta de madera.
- En entramado ligero viguetas de forjado, pies derechos y armaduras de cubierta.

Madera aserrada: no estructural

Elemento lineal no estructural de sección rectangular, que ha sido sometido a tratamiento térmico a alta temperatura (185-212°C) y humedad. Aporta mejor estabilidad dimensional (mejoras del 50%) y evita las eflorescencias de resinas (coníferas).



Aplicaciones:

- Frisos al exterior
- Suelos de jardín y piscina
- Saunas
- Muebles de jardín
- Contraventanas

Dentro de los derivados de la madera aserrada se encuentran una gama de productos más técnicos que son los laminados de madera maciza o perfiles laminados, donde podemos encontrar:

Madera aserrada empalmada longitudinalmente (KHV):

Elemento lineal estructural de sección rectangular, obtenido por empalme longitudinal de piezas de madera aserrada clasificada estructuralmente. Tiene las mismas propiedades que la madera aserrada, pero se pueden obtener piezas limpias y de la longitud deseada.



Aplicaciones:

- Estructuras con luces mayores que la madera aserrada en sistemas de muros de fábrica con forjados y cubierta de madera.
- En entramado ligero, viguetas de forjado, pies derechos y armaduras de cubierta.

Madera aserrada laminada:

Elemento lineal estructural de sección rectangular, obtenido por el encolado de dos o tres láminas de madera, con un espesor superior a los 45 mm y menor o igual a los 85 mm, dispuestas en dirección paralela al eje de las láminas, que son clasificadas estructuralmente.



Aplicaciones:

- Estructuras con luces pequeñas y medias, con escuadrías y luces mayores que la madera aserrada.
- Principalmente se emplea como vigas, viguetas, pares y correas de viviendas y edificios de luces reducidas.

Madera laminada encolada:

Elemento lineal estructural de sección rectangular, obtenido por el encolado de láminas de madera en dirección paralela al eje de las láminas. Láminas con un espesor entre 6 y 45 mm, podrá usarse madera tratada o no frente a agentes biológicos.

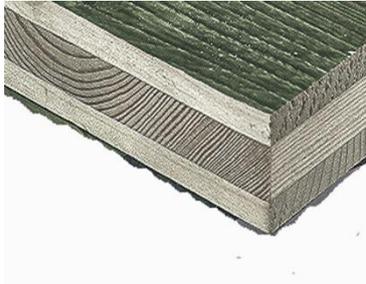


Aplicaciones:

- Estructuras con grandes luces libres en edificios de uso público, comercial o deportivo. Luces de 30 a 70 m.
- Estructuras de luces moderadas (8 a 14 m) en construcciones mixtas de madera aserrada y laminada, para los elementos principales.
- Estructura de cubierta de peso propio reducido.

Tablero estructural de madera maciza multicapa (SWP):

Elemento superficial estructural, obtenido mediante el aglomerado de capas compuestas por tablas, tablillas o listones de madera que se unen por encolado, machihembrado o por un revestimiento de chapa encolada, y caracterizados por tener una gran superficie y un reducido espesor.



Aplicaciones

- Principalmente como encofrados y bases de suelo.
- Cerramiento de forjados como entrevigado, de cubiertas y de muros.
- Función de arriostamiento y estabilidad de construcciones ligeras sirviendo de diafragmas en forjados, cubiertas y muros.
- Alma de viguetas prefabricadas mixtas con madera maciza, laminada o microlaminada.
- Alas de paneles de caras en tensión para casetones de forjado o cubierta.

Tableros estructurales de madera maciza contralaminada (CLT):

Elemento superficial estructural, formado por varias capas de madera aserrada encoladas, de forma que la orientación de las fibras de dos capas adyacentes es perpendicular entre sí. Las tablas que integran las capas son clasificadas estructuralmente, previas a la conformación del tablero. Se compone una estructura simétrica con al menos tres capas en las que las tablas de cada una de ellas pueden estar unidas longitudinalmente a tope o mediante empalme dentado.



Aplicaciones:

- Muros, forjados o cubiertas.
- En cubiertas locales con higrometrías bajas o medias.
- Tanto viviendas como construcciones industriales.
- Sistemas constructivos flexibles que permiten fácilmente la inserción de puertas y ventanas

Dentro de los derivados de las planchas de madera, existen unos productos mucho más técnicos aún que son las maderas microlaminadas:

Perfiles estructurales de madera microlaminada (LVL):

Elemento lineal estructural, compuesto por chapas de madera con la fibra orientada esencialmente en la misma dirección. No excluye la presencia de capas orientadas perpendicularmente. Generalmente, se comercializa en forma de perfiles de sección rectangular con uso estructural.



Aplicaciones:

- Viguetas de forjado y pares de cubierta en edificación residencial y comercial.
- Vigas y cargaderos en construcción ligera, y viguetas prefabricadas con sección de doble T.
- Paneles prefabricados ligeros para forjados y cubiertas con anchuras de hasta 2,5 m y longitudes de hasta 13 m.
- Forjados mixtos de viguetas de madera microlaminada y hormigón.
- Pórticos triarticulados para construcciones agrícolas, industriales y deportivas con luces de 10 a 20 m.
- Cerchas y otros tipos estructurales de celosía con luces de 15 a 45 m.

Tableros estructurales contrachapados (Plywood):

Elemento superficial estructural, compuesto por chapas de madera encoladas de 2 a 3 mm de espesor dispuestas de forma que la dirección de la fibra de dos chapas consecutivas forma entre sí un ángulo de 90°, y caracterizados por tener una gran superficie y un reducido espesor. El número mínimo de chapas es 3, siendo siempre un número impar.



Aplicaciones:

- Cerramiento de forjados como entrevigado, de cubiertas y de muros.
- Función de arriostramiento y estabilidad de construcciones ligeras sirviendo de diafragmas en forjados, cubiertas y muros.
- Alma de viguetas prefabricadas mixtas con madera maciza, laminada o microlaminada.
- Alas de paneles de caras en tensión para casetones de forjado o cubierta.

Por último tenemos que hablar de los derivados de partículas de madera que son los **aglomerados**:

Perfil estructural de madera aglomerada (PSL/LSL/OSL):

Elementos lineales estructurales, denominados como madera reconstituida. Esta denominación engloba varios productos de uso estructural en forma de perfiles con sección rectangular fabricados con chapas, tiras o virutas de madera encolada. Son productos con propiedades mecánicas y muy homogéneas.



Aplicaciones:

- En entramado ligero viguetas de forjado, pies derechos y armaduras de cubierta.
- Estructuras con luces mayores que la madera aserrada en sistemas de muros de fábrica con forjados y cubierta de madera.
- Pies derechos y armaduras de cubierta.
- Vigas y cargaderos en construcción ligera.
- Cerchas y otros tipos estructurales de celosía con luces medias y elevadas, así como viguetas de forjado en edificación residencial y comercial.
- Rehabilitación de estructuras de madera, como refuerzo adosado.

Tablero estructural de virutas orientadas (OSB):

Elementos superficiales estructurales, fabricados mediante el encolado de virutas de madera. Las capas externas presentan una orientación de virutas paralelas a la longitud del tablero (dirección de fabricación) y la central una orientación perpendicular, lo que origina una diferencia de propiedades en ambas direcciones.

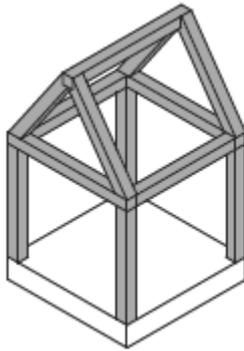


Aplicaciones:

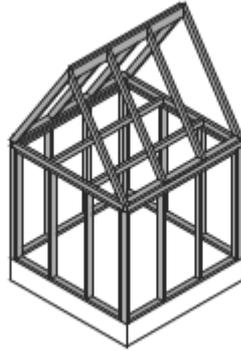
- Cerramiento de forjados como entrevigado, de cubiertas y de muros.
- Función de arriostramiento y estabilidad de construcciones ligeras sirviendo de diafragmas en forjados, cubiertas y muros.
- Alma de viguetas prefabricadas mixtas con madera maciza, laminada o microlaminada.
- Alas de paneles de caras en tensión para casetones de forjado o cubierta

Una vez que conocemos las propiedades y los principales productos que tenemos a nuestro alcance es importante conocer las técnicas o soluciones más utilizadas hasta el momento. Centrándonos en la madera como elemento estructural, existen tres formas de englobar las estructuras de madera:

ENTRAMADO PESADO



ENTRAMADO LIGERO



CLT

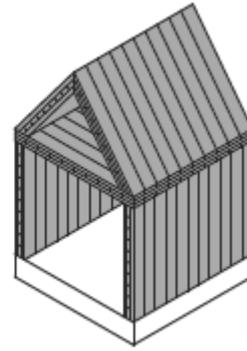
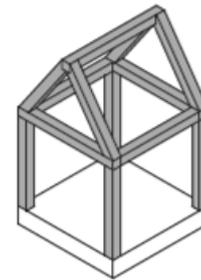


Ilustración 25: tipos de estructura en madera. Fuente: Guía general 2020. Soluciones constructivas. FINSA

Entramados pesados:

En los sistemas de entramado pesado se usan elementos estructurales de madera aserrada o laminada de gran escuadría para la formación de pilares, vigas, viguetas, etc. La cantidad de madera que estas estructuras utilizan es menor que en las de entramado ligero o de CLT, pero el hecho de que este sistema de vigas y pilares sea independiente del cerramiento y divisiones interiores hace que sea necesario material y tiempo a mayores para ejecutar el edificio al completo.



*Ilustración 26: esquema entramado pesado
Fuente: Guía general 2020. Soluciones constructivas. FINSA*

Las ventajas que tiene son:

- Permite la ejecución de vanos con grandes luces
- Tiene una estética moderna y vanguardista. Nos permite dejar la estructura vista
- Edificios versátiles y personalizables
- Nos permite crear grandes espacios abiertos y variedad de aperturas o huecos

Como desventajas, debemos mencionar:

- El montaje se realiza *in situ*, aunque las vigas llegan a obra mecanizadas
- Requiere una mano de obra especializada
- La estructura no nos proporciona cerramiento

Estas estructuras están compuestas, en general, por tres elementos: pilares, forjados y cubiertas. Los pilares son un elemento fundamental de la estructura, pueden ser elementos de madera aserrada o laminada, normalmente son de sección rectangular. Principalmente soportan cargas de compresión pero es necesario llevar a cabo arriostramientos para los esfuerzos laterales mediante elementos que aseguren la estabilidad del conjunto.

Los forjados suelen estar formados por vigas, normalmente de gran escuadría, sobre las que se colocan tableros estructurales para disponer, finalmente, del pavimento que queremos colocar. En algunos casos, también se utilizan viguetas de madera sobre las vigas del forjado pero es menos convencional. Sobre el tablero se disponen unos rastreles de madera, entre ellos se coloca aislamiento térmico y acústico.

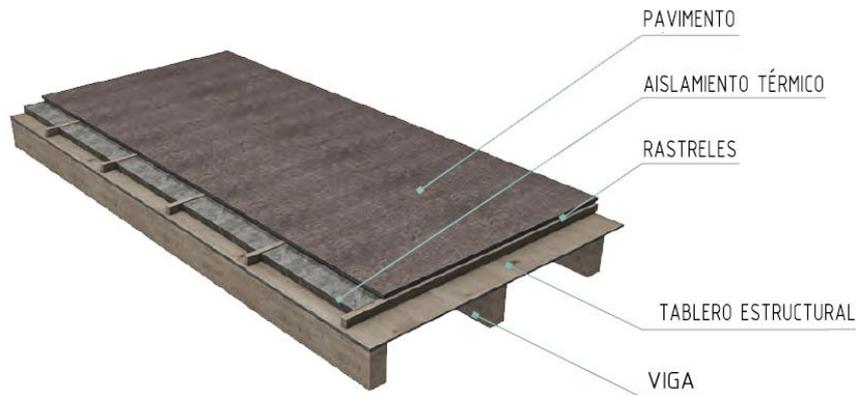


Ilustración 27: Entramados pesados: detalle elementos forjado de madera

Fuente: Guía general 2020. Soluciones constructivas. FINSA

Las cubiertas inclinadas con estructura vista son las más empleadas en entramados pesados. Estas cubiertas disponen de una capa final, que hace de cobertura que puede ser de teja cerámica o chapa, colocada sobre rastreles de madera para la formación de la cámara de aire ventilada. A parte, se coloca una barrera de vapor, aislamiento térmico y acústico y una barrera de vapor.

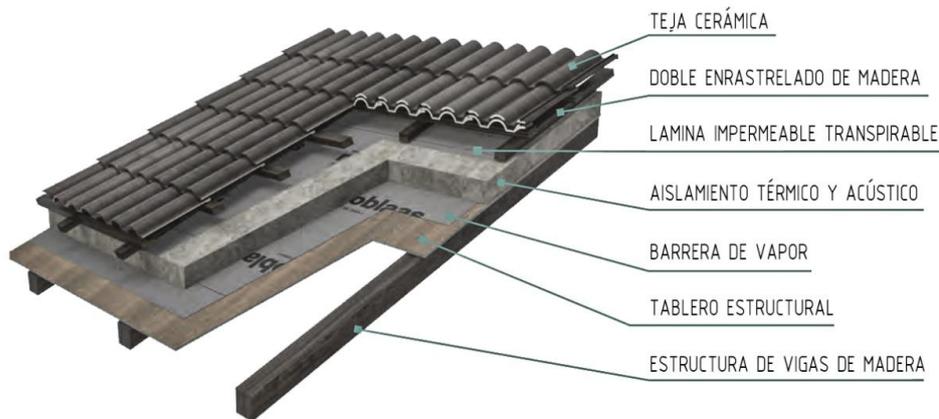


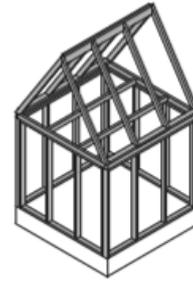
Ilustración 28: Entramados pesados: detalle elementos cubierta inclinada de madera

Fuente: Guía general 2020. Soluciones constructivas. FINSA

Estas soluciones son un ejemplo de las múltiples alternativas que tenemos dentro de los entramados pesados, es necesario entender cómo funcionan y los elementos que la componen para un correcto diseño de los edificios de madera. Los entramados pesados han sido muy utilizados a lo largo de la historia y contamos con muchos ejemplos y manifestaciones de arquitecturas hechas en madera.

Entramados ligeros:

Los sistemas de entramados ligeros se basan en la repetición de elementos de madera colocados a poca distancia unos de otros y unidos entre sí mediante tirafondos u otros herrajes metálicos, confiriendo mucha rigidez a la estructura.



*Ilustración 29: esquema entramado ligero
Fuente: Guía general 2020. Soluciones constructivas. FINSA*

Los montantes, en este caso, están más juntos y son de menor escuadría que en el entramado pesado. Aunque en el entramado ligero se usara mayor cantidad de madera, no tiene un uso exclusivo como estructura, sino que forma parte del cerramiento.

Las ventajas de este sistema son:

- Permiten un incremento de la superficie útil al poder disponer el aislamiento en el mismo plano que la estructura
- Permite un alto grado de prefabricación
- Su construcción es muy rápida
- Los controles de ejecución son sencillos

Cabe destacar como aspectos desfavorables:

- Para realizar espacios con grandes luces es necesario combinarlos con otros sistemas que no permiten tanta prefabricación
- Si no se prefabrica requiere una mano de obra especializada y un control de ejecución muy riguroso

Dentro de los sistemas de entramado, existen otros subgrupos, son principalmente sistemas mixtos entre los anteriores. Los más utilizados son los sistemas de "balloon frame" y "platform frame".

BALLON FRAME

Los montantes con los que se forman los muros se extienden en toda la longitud del edificio de forma continua, y los forjados de unen a los laterales de estos. La continuidad de los montantes es esencial para la resistencia del muro.

Además, se pueden usar las cavidades proporcionadas por los montantes para el paso de instalaciones, espacio, donde se suele colocar el aislamiento para no restar metros útiles al edificio.

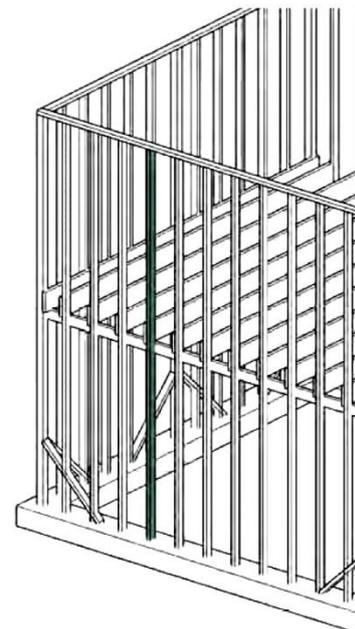


Ilustración 30: Entramados ligeros: esquema sistema "balloon frame"

Fuente: Guía general 2020. Soluciones constructivas. FINSA

PLATFORM FRAME

El entramado de muro se forma por separado en cada planta, sobre los que se colocan las nuevas plataformas de forjado, y sobre estas un nuevo paño de entramado para la siguiente planta.

Son sistemas que nos permiten elevar los paramentos sin necesidad de maquinaria de elevación pesada. Tienen una mayor resistencia al fuego y un mejor comportamiento sísmico. Además, su montaje es mucho más eficiente.

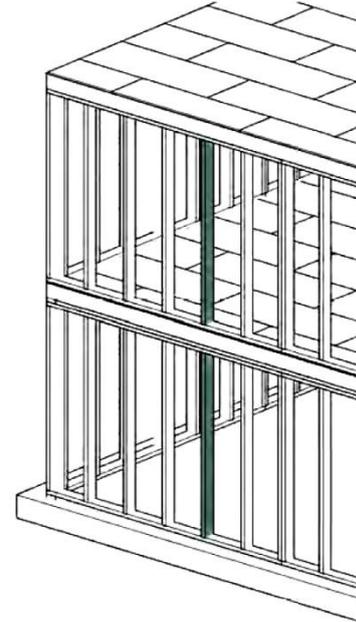


Ilustración 31: Entramados ligeros: esquema sistema "platform frame"

Fuente: Guía general 2020. Soluciones constructivas. FINSA

Los forjados de entramados ligeros son muy sencillos se componen de vigas y un tablero que se coloca encima. El asilamiento acústico y térmico entre estancias, el paso de instalaciones, son algunos aspectos que hay que tener muy en cuenta a la hora de diseñar estos elementos. Es importante que haya un equilibrio entre la luz de del forjado y el canto de las vigas que la componen, para que se produzcan flechas con índices controlados.

El proceso constructivo de estos entramados es bastante sencillo siempre y cuando se haya hecho una labor de prefabricación y numeración de los elementos estructurales, sino, el proceso se complica y se requiere mano de obra más especializada y controles en obra más rigurosos.

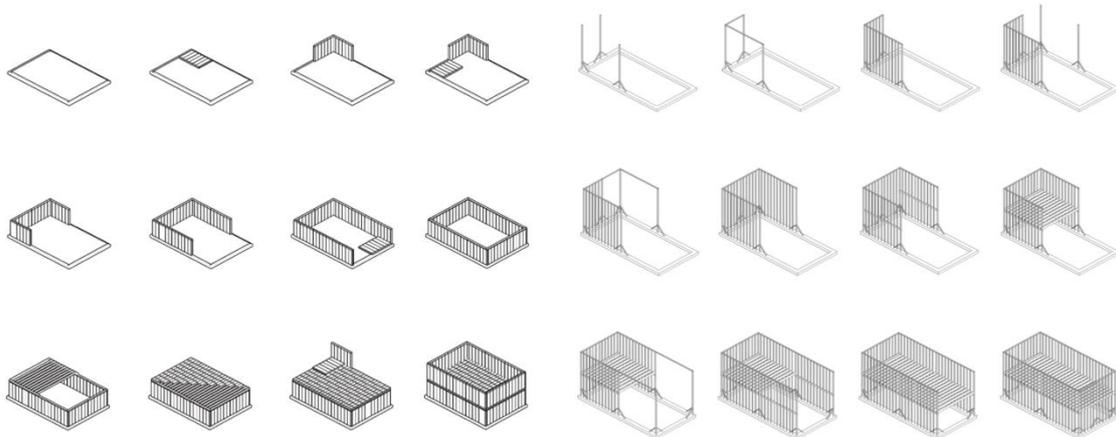


Ilustración 32: Entramado ligero: esquema del proceso constructivo: "balloon frame" (izquierda) "platform frame" (derecha)

Fuente: Guía general 2020. Soluciones constructivas. FINSA

Sistema CLT:

Los sistemas de construcción con CLT se basan en elementos masivos de madera. La madera contralaminada es un material formado por varias capas de tablas encoladas, en las que cada capa de tablas se coloca en sentido transversal a la anterior y que posteriormente se prensan hasta obtener los paneles. Se pueden conseguir elementos más grandes de una sola pieza como muros continuos o forjados, con formas definidas en el diseño y que nos permite hacer huecos, diferentes alturas...

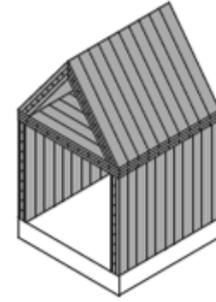


Ilustración 33: esquema del sistema CLT

Fuente: Guía general 2020. Soluciones constructivas. FINSA

Como ventajas de la utilización de este sistema:

- Se trata de un sistema industrializado totalmente en seco.
- Reduce considerablemente los tiempos de ejecución
- Los montajes en obra son muy precisos
- Estabilidad dimensional
- Tienen un excelente comportamiento estructural
- La estructura forma parte del cerramiento y se aprovecha de su capacidad aislante

Los principales inconvenientes de este sistema son:

- Es necesario tener en cuenta el transporte a obra del material, además de un despiece en relación con el vehículo que va a transportar los paneles
- Se trata de un sistema más pesado que el entramado ligero

Este sistema resulta muy útil en edificios que necesitan un aislamiento superior, las propiedades que la madera aporta al muro de cerramiento, son muy buenas si se combinan con algún método de aislamiento mayores. Además nos proporciona una gran variedad de acabados en función de las necesidades que tengamos en cada estancia. Las principales superficies del panel CLT son:



CALIDAD NO VISTA (C)

Se emplea principalmente en superficies de panel donde posteriormente se colocará un revestimiento mediante placas de pladur o de laminas de madera.

Ilustración 34: superficie de calidad no vista

Fuente: Guía general 2020. Soluciones constructivas. FINSA



CALIDAD VISTA INDUSTRIAL (BC)

Esta calidad está prevista para su uso en edificios comerciales e industriales. Se fabrica de forma estándar en madera de abeto rojo con una calidad mínima para dejarla vista.

Ilustración 35: superficie de calidad vista industrial

Fuente: Guía general 2020. Soluciones constructivas. FINSA



CALIDAD VISTA PARA VIVIENDAS (AB)

Esta calidad se usa, además de para vivienda, para colegios, oficinas u otros edificios públicos que requieran acabados más cuidados y nobles. La capa de cobertura de abeto rojo, alerce, pino cembro o abeto está pulida por el lado visto y nos ofrece unos acabados muy superiores al resto.

Ilustración 36: superficie de calidad vista para vivienda Fuente: Guía general 2020. Soluciones constructivas. FINSA



ACABADO ESPECIAL

Son superficies cepilladas con impregnación por inmersión, impregnaciones contra hongos e insectos destructores de la madera. Son casos en los que la madera va a estar expuesta a condiciones adversas o situaciones muy singulares.

Ilustración 37: superficie con acabado especial

Fuente: Guía general 2020. Soluciones constructivas. FINSA

Existen unos condicionantes que hay que tener en cuenta a la hora de diseñar una estructura de paneles CLT. Durante el proceso de fabricación de estos paneles se utiliza una maquinaria que produce unos tamaños y espesores estándares que en función de la empresa y los medios que tengan variaran entre unos tamaños u otros. Por lo general las dimensiones de los paneles van a ser las siguientes:

GROSORES DE LOS PANELES: 60, 80, 100, 120, 140, 160, 200 y 240 cm.

GROSORES LÁMINAS PANELES: 20, 27, 33 y 40 mm.

ANCHOS DE LAS LÁMINAS: 14 y 16 cm.

DIMENSIONES MÁXIMAS Y MINIMAS:

Los paneles no excederán los 14 metros de longitud ni los 2,75 de ancho

Los grosores no pueden ser inferiores a 6 cm ni superar los 24 cm.

5.2.4. Otros

El corcho

El corcho como material ha sido usado desde tiempos muy lejano para la fabricación de tapones o paneles aislantes tras su trituración y aglomerado, no obstante en la construcción no ha encontrado su sitio debido a su baja rentabilidad económica. Un estudio de arquitectura llamado "Miga" está especializada en la construcción de proyectos de alta eficiencia térmica y baja huella ecológica, está desarrollando un estudio de viabilidad para nuevas aplicaciones del corcho bornizo en la construcción.



Ilustración 38: Fardos de corcho bornizo sin procesar, apilados antes de ser convertidos en paneles.

Estudio de viabilidad para nuevas aplicaciones del corcho bornizo en la edificación.

Fuente: eco-miga.es

El corcho bornizo es la "primera piel" del alcornoque. Se obtiene al descorchar por primera vez el árbol, cuando su tronco alcanza los 65-70 cm de diámetro, correspondiendo a una edad aproximada de 40 años. De color gris claro y oscuro, presentando muchas grietas y en ocasiones musgo y líquenes, se trata de un material muy irregular.

El proyecto de investigación NEOSUBER (Selvicultura adaptativa para el alcornocal en Extremadura. Nuevas aplicaciones del bornizo) llevado a cabo por el CICYTEX en el período 2017-2019 persigue "mejorar la gestión de los alcornocales de la región mediante el diseño de herramientas científicas y técnicas que ayuden a sus propietarios y gestores a tomar decisiones y a ejecutar buenas prácticas. La finalidad es contribuir a la rentabilidad y sostenibilidad de este sistema forestal."



Ilustración 40: panel de corcho bornizo

Fuente: eco-miga.es



Ilustración 39: panel de corcho bornizo

Fuente: eco-miga.es

En este marco, el CICYTEX encarga a miga el desarrollo de materiales de construcción en base a corcho bornizo, con función de paramentos verticales. La investigación realizada ha llevado a dos tipos de soluciones constructivas: el aplacado de corcho y los paneles de corcho, estos últimos pudiendo ser troquelados con una fresa numérica CNC. Ambos tienen una función decorativa y se pueden usar como paramento vertical exterior o interior. El proceso de obtención de esta materia prima consta de tres sencillos pasos y es el siguiente:

En la primera parte se realiza una selección y preparación de la materia prima:

- 1. Cocción:** los trozos de corcho se sumergen en un baño de agua caliente durante aproximadamente una hora.
- 2. Prensado:** una vez reblandecidos, los trozos de corcho se comprimen aplicándoles una carga vertical repartida en toda su superficie durante aproximadamente una hora.



Ilustración 41: partes del proceso de selección y preparación del corcho

Fuente: eco-miga.es

Las empresas que se dedican al trabajo con corcho suelen disponer de la maquinaria necesaria para realizar de forma industrializada las etapas de cocción y prensado.

- 3. Selección:** una vez realizado el aplanado, se tiene que realizar una selección de los mejores trozos de corcho. Mediante un simple examen visual, se escogen los elementos más homogéneos y sólidos, que no presente grietas.
- 4. Corte:** los trozos seleccionados se recortan a la medida deseada.

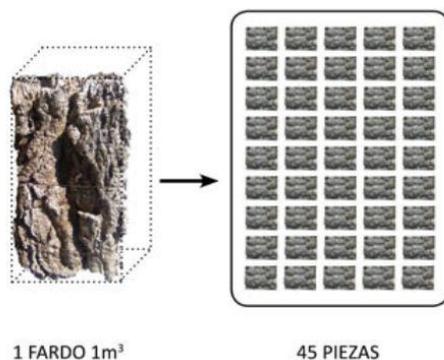


Ilustración 42: despiece fardos de materia prima

Tras muchos ensayos han llegado a determinar que la medida óptima de corte de los fardos de 1 m^3 es de $20 \times 30 \text{ cm}$, teniendo en cuenta el mínimo desperdicio y la rentabilidad de cada unidad. Su espesor oscila entre 2 y 5 cm. Siendo el fardo el resultado del proceso de selección por ostentar mejores características.

Fuente: eco-miga.es

En la segunda parte se llevan a cabo el desarrollo de los materiales. La investigación realizada llevó a dos tipos de soluciones constructivas: el aplacado de corcho y los paneles de corcho mediante subestructura. Ambos se pueden usar como paramento vertical exterior o interior.

Solución 1. Aplacado de corcho bornizo



El aplacado de corcho consiste en piezas de 20x30 cm fijadas mediante un mortero directamente sobre una pared de bloques de hormigón o ladrillo. Aunque su función principal sea la de revestir también aporta un ligero aislamiento acústico y térmico. Adecuado para colocarlo tanto en interior como en exterior.

Ilustración 43: Aplacado de piezas de corcho

Fuente: eco-miga.es

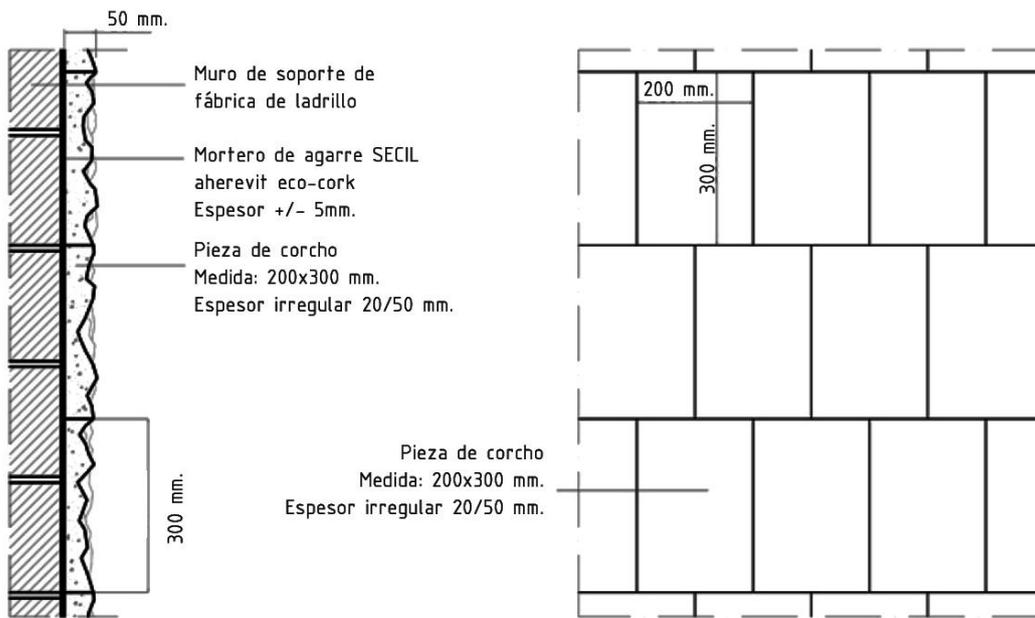


Ilustración 44: sección y alzado del sistema de aplacado

Fuente: eco-miga.es

Solución 2. Paneles de corcho bornizo



El sistema de paneles de corcho consiste en piezas de 20x30cm fijadas mediante adhesivo a un tablero OSB para dotar de cierta rigidez al panel. El panel se ancla a la sub estructura, que consta de perfiles en vertical "T" de aluminio que se fijan a unas ménsulas que se atornillan al soporte.

Ilustración 45: paneles de corcho bornizo adheridos a tablero OSB

Fuente: eco-miga.es

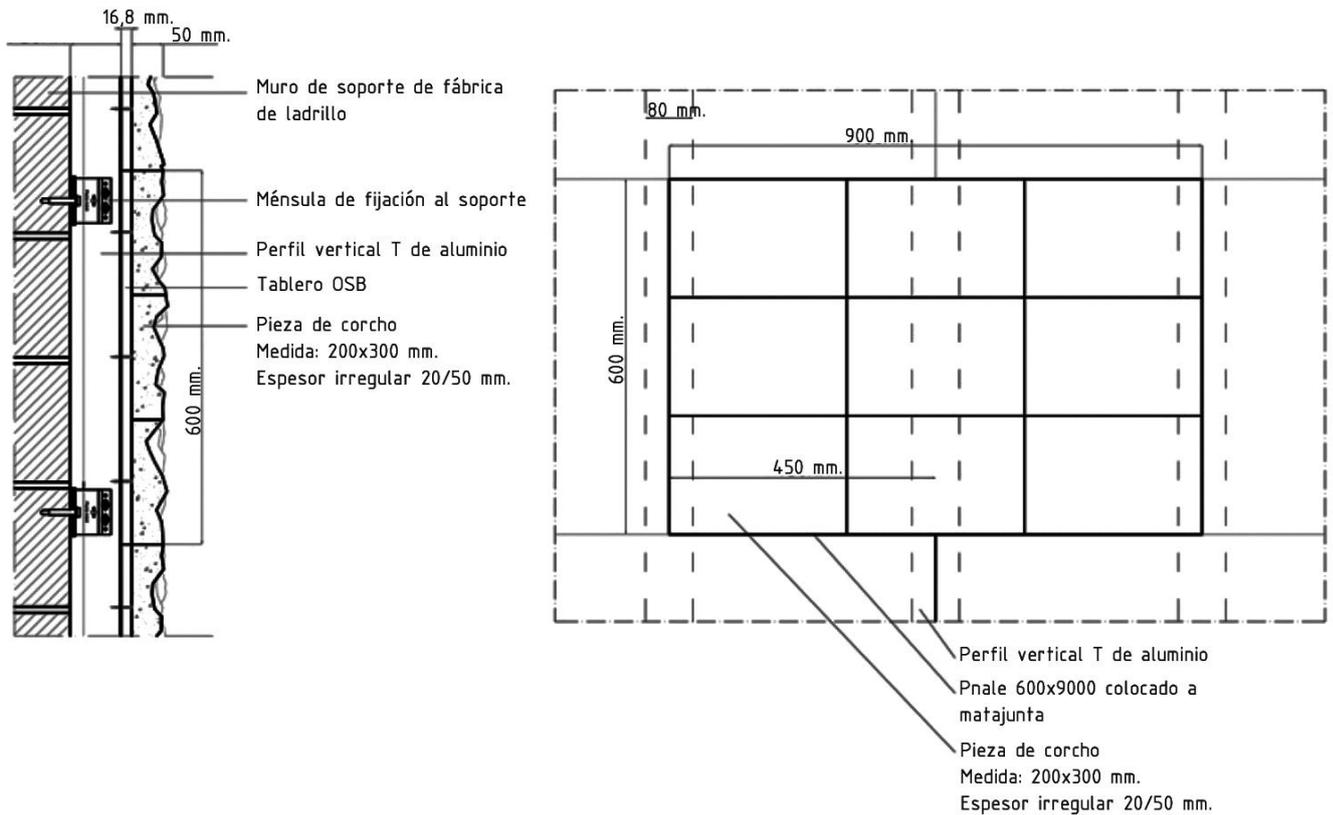


Ilustración 46: sección y alzado sistema de panelado.

Fuente: eco-miga.es

5.3. Materiales reciclados

Ya hemos visto los principios de la arquitectura Low-tech y una serie de sistemas y técnicas realizadas, principalmente con materiales naturales que nos ayudan a comprender mejor la filosofía que va de la mano de estas construcciones.

No obstante, existen muchas formas de aprovechamiento de los recursos que tenemos a diario, a nuestro alcance. En esta línea, en la sociedad en la que vivimos, por desgracia, existen muchos desechos que se generan en la construcción y otros sectores, desechos que muchas veces pueden tener una vida útil mucho más larga de la que les damos. Es ahí donde entran los materiales reciclados en la arquitectura.

Cada vez más son los estudios de arquitectura que velan por estrategias más sostenibles y concienciadas con el cuidado del medio ambiente, relacionadas con el máximo aprovechamiento de los materiales de construcción. Es por eso, que uno de los principios de la arquitectura Low-tech es el uso de materiales reutilizados y reciclables.

Dentro de este grupo vemos que existe una gran variedad de materiales y manifestaciones, no hay técnicas determinadas, ni soluciones fiables, es un campo que está en pleno desarrollo y que la creatividad y el ingenio de los arquitectos juega un papel fundamental. A lo largo de este apartado iremos mencionando los ejemplos de construcciones con materiales reciclados más relevantes.



Por ejemplo, como alternativa a las paredes convencionales, existen ladrillos producidos a partir del reciclado de caucho y plásticos procedentes de otras obras, pueden reducir significativamente los costos, además de que se ahorra tiempo en su embalaje y estamos reduciendo los residuos derivados de la construcción. Estos ladrillos han sido muy utilizados en viviendas sociales y refugios de emergencia.

Ilustración 47: ladrillo de caucho reciclado.

Fuente: plataformaarquitectura.cl



Otro ejemplo de material reciclado puede ser el EPS o poliestireno expandido. Este material es utilizado comúnmente para el control acústico y térmico de los edificios, pero hay empresas que lo están empezando a utilizar como base para las pinturas.

Ilustración 48: pinturas hechas a base de poliestireno expandido

Fuente: plataformaarquitectura.cl

A la hora de elegir los materiales de construcción, cada vez es más probable encontrar materiales de construcción elaborados a partir de otros materiales reciclados y es nuestro deber introducirlos siempre que podamos. Además de estar colaborando en la reducción de desechos estamos dando una vida útil más larga a esos materiales, muchas veces es menos costoso producirlos, es el caso del asfalto, al usar plásticos reciclados, el consumo de combustible, utilizado en los procesos de fundición de los materiales, se reduce hasta un 20%.

Pero existen otras formas de dar una vida útil más larga a productos desechados, sin cambiar su composición, forma y aspecto, dándoles un uso totalmente diferente y sobre todo usando el ingenio y la creatividad. Existen construcciones que utilizan estos productos de manera repetitiva para incluirlos dentro de sus proyectos.



Ilustración 49: Microbiblioteca Bima/ SHAU Bandung

Este edificio está realizado con 2000 cubetas de helado.

"Al estudiar opciones de diseño para organizar 2000 cubetas de helado, nos dimos cuenta de que podían ser interpretados como ceros (abiertos) y unos (cerrados), lo que nos da la posibilidad de incrustar un mensaje en la fachada en forma de código binario. Hemos pedido al alcalde de Bandung, Ridwan Kamil, un partidario del proyecto si tenía un mensaje para la microbiblioteca y el vecindario y su mensaje es: *Buku adalah jendela dunia*, que significa que los libros son las ventanas al mundo. El mensaje puede ser leído desde la parte superior izquierda (hacia el frente) y baja en espiral alrededor del perímetro repetidamente. No sólo la fachada da significado adicional para el edificio, sino que las cubetas también generan un ambiente de iluminación interior agradable, ya que dispersan la luz solar directa y actúan como focos de luz natural."

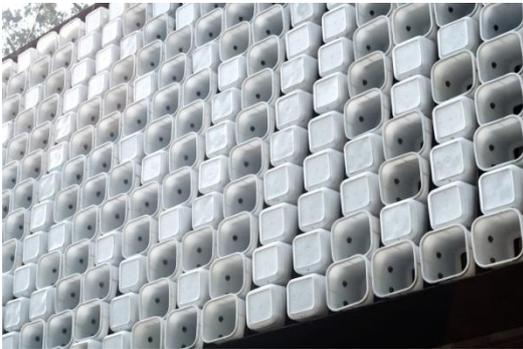


Ilustración 50: vista detalle fachada cubetas de helado

Fuente: plataformaarquitectura.cl



Ilustración 51: Academia China de Arte Popular/ Kengo Kuma & Associates

"Las tejas antiguas, tanto para la pantalla y el techo procedían de las casas locales. Sus tamaños son todos diferentes, lo que ayuda a la arquitectura se funda en el suelo de forma natural."

Fuente: plataformaarquitectura.cl



6. PROPUESTA

6.1. Introducción

Una vez comprendamos y conozcamos en qué consiste la arquitectura Low Tech, vamos a aplicar y materializar en un caso concreto, es decir, vamos a ir un paso más allá. Una de mis preocupaciones a la hora de realizar este trabajo era que no se quedara en una mera investigación sobre el tema a abordar, sino que quería plasmarlo todo de alguna forma en un proyecto.

A la hora de pensar en materializar de alguna manera todas estas ideas en un único proyecto se me vinieron a la cabeza muchas opciones. Tras un tiempo de reflexión lo que se me venía a la cabeza desarrollar era una vivienda unifamiliar, es decir el caso más cercano y tangible posible, esta primera decisión me generó muchos problemas a la hora de intentar llevar a cabo un proyecto global. Al final, con la inspiración de mi tutor, Felix Jové, decidí desarrollar un centro de estudio y observación de la naturaleza, algo menos convencional y más fácil de aplicar todas las ideas que tenía en mi cabeza.

Dada la naturaleza del trabajo, el componente del lugar me parece un aspecto fundamental a tener en cuenta, por lo tanto, debía escoger una localización que conozca bien. Tras un pequeño estudio de la zona de la Tierra de Pinares escogí el río Cega como enclave para situar el proyecto.

6.2. Medio natural

A la hora de analizar los principales condicionantes del lugar en el que queremos situar la intervención es conveniente tener en cuenta una serie de factores que nos van a condicionar a la hora de diseñar cualquier construcción. Tener en cuenta las características del lugar nos puede ayudar a realizar un proyecto mucho más sensible y beneficiosos con su entorno y va muy de la mano con la filosofía de arquitectura que venimos analizando.

Para todo esto analizaremos mejor las características del lugar desde diferentes puntos de vista para intentar hacer una propuesta que además de respetar su entorno cercano, lo ponga en valor y ambos se beneficien creando una especie de simbiosis.

6.2.1. Geología

Nos encontramos en un contexto del medio físico bastante homogéneo: se trata de un sustrato geótico enmarcado en llanuras sedimentarias de origen terciario que han sido modificadas por los procesos de erosión y sedimentación de origen fluvial cuaternario. Se trata de formas de relieve que tienen por base a las vegas y las terrazas de los valles y a las campiñas, donde los suelos silíceos son abrumadoramente abundantes.

La mayor parte del territorio está constituida por fangos arcósicos de color rojo y gris verdoso formados por arena, limos y arcilla entre los que se intercalan pequeños canales de arcosas con algún nivel de gravas cuarcíticas.

6.2.2. Clima

El clima en el termino municipal de Valledado está determinado en gran medida por ubicarse en el centro de la cuenca sedimentaria del Duero, que, al estar rodeada de montañas que aíslan del mar, formando una meseta que se encuentra a casi 700 metros de altitud, lo que genera un clima extremado y seco, se trata por lo tanto de un clima mediterráneo frío.

Las montañas que delimitan la meseta retienen los vientos y las lluvias, excepto por el oeste, que por la ausencia de grandes montañas genera un pasillo abierto al océano Atlántico. Es por donde entran la

mayoría de precipitaciones. Los vientos del norte llegan fríos y secos mientras que los del sur suelen ser cálidos y húmedos. Los vientos predominantes son los del suroeste.

En cuanto a temperaturas, lo más destacado es la importante oscilación térmica diaria. Las diferencias térmicas entre el día y la noche superan en muchas ocasiones los 20 grados. La temperatura media anual es de 12 °C aproximadamente.

Los inviernos son fríos con frecuentes nieblas y heladas. Las grandes nevadas son bastante infrecuentes por su particular situación geográfica. Es muy característica la "cencellada" en los meses de diciembre y enero. La primavera en sus comienzos todavía conserva el frío del invierno, según nos vamos acercando al verano vemos como las temperaturas van siendo más suaves y agradables. Los veranos, en cambio, son calurosos y secos, con máximas entre 30 °C y 35 °C, pero con mínimas alrededor de los 14 °C. Los otoños por lo general son lluviosos y las temperaturas rondan los 20-23 °C.

6.2.3. Vegetación

En este apartado delimitaremos las comunidades vegetales concretas en forma de unidades de vegetaciones, elaboradas a partir de los datos tomados sobre el terreno. Las especies principales que conforman la vegetación de la zona son principalmente, la encina, el olmo, el álamo blanco, los chopos, los sauces y los piños, tanto piñonero como resinero. La presencia de arenales ha facilitado el asentamiento como vegetación dominante de extensos pinares, sobre todo de pino piñonero, que en este caso se utiliza para la explotación.



Ilustración 52: Vista río Cega. Fuente: blogpescataminuta.com

En las zonas de la rivera, encontramos fundamentalmente una vegetación mixta de chopos, fresnos y sauces. En el caso de la rivera del Cega, sobre todo aguas debajo del núcleo mismo de Viana, el árbol dominante es el álamo blanco, junto a él crecen de manera aislada algunos sauces y otros árboles y arbustos grandes como chopos, tamarizos y fresnos, además de espinar, y junto al agua una delgada línea de carrizos y espadaña en casos muy concretos junto a arroyos, cauces estacionales o riachuelos.

Resulta muy importante para la fauna la presencia de manchas de matorral y sotobosque en las zonas de pinar, así como la existencia de distintas especies arbóreas. Las zonas próximas a sotos y riveras y los sectores con encinas, carrascas y matorrales favorecen el enriquecimiento de las comunidades faunísticas con especies de todo tipo.

6.2.4. Fauna

El estudio de la fauna se ha referido sobre todo a las unidades estructurales de la vegetación. Por lo tanto nos referimos a cinco grupos principales de fauna: fauna ligada a los pinares, fauna ligada a los medios agrícolas, fauna propia de las riveras y zonas húmedas y la fauna ligada a poblaciones y asentamientos urbanos. Nosotros nos centraremos en los primeros grupos ya que entran dentro de nuestro ámbito de



trabajo, no obstante, muchas de estas áreas se solapan resultando hábitats más o menos complejos.

Los pinares presentan una fauna típica de especies procedentes de antiguos bosques mediterráneos o de bosques de coníferas, destacan el águila calzada, el milano negro, la garza real o el búho chico. En los pinares aparecen también algunas aves forestales que viven en los árboles y troncos viejos, como el pito real y el picapinos.

El sustrato blando y la presencia de taludes en los bordes entre estos pinares y los ríos proveen de lugares de nidificación a algunas aves como los abejarucos o el avión zapador.

Dentro de la fauna asociada a sotos y riveras encontramos una auténtica concentración, esto se debe, entre otras a la disponibilidad de agua, a la presencia de abundante vegetación, presencia de árboles viejos que proporcionan huecos y refugios, no obstante las alteraciones por distintas actividades humanas han provocado la destrucción de enclaves importantes, disminución de la superficie de rivera y la pérdida de calidad de las aguas, lo que ha provocado reducciones en las poblaciones de especies importantes de la fauna de la rivera.



Ilustración 54: Turón europeo.

Fuente: Fundación Trenca

Dentro del grupo de los mamíferos encontramos la presencia de la nutria, pero sólo en zonas donde se conserva la cobertura vegetal y cierta calidad del agua. Otros representantes de esta comunidad son, la rata de agua, el turón y el murciélago ribereño.



En el caso de las aves, es posible observar garzas reales y martinetes. La avifauna ribereña es especialmente diversa, ya que junto a las especies típicamente ribereñas y a las acuáticas se localizan en estos enclaves algunas que frecuentan los terrenos de cultivo y los setos e incluso especies típicamente forestales como páridos o pica picapinos.

Ilustración 55: especie forestal: Pico picapinos

Fuente: elaboración propia

Las áreas más degradadas presentan una fauna empobrecida, con predominio de especies oportunistas más o menos ligadas al medio acuático, algunas de ellas propias de lugares humanizados: la lavandera blanca, el colirrojo tizón, el estornino negro, entre otros.

Es en los bosques de ribera y los sotos mejor conservados donde aparecen mejor representadas las distintas especies que componen la avifauna de estos lugares, abarcando desde rapaces como el milano negro hasta especies como el martín pescador y la oropéndola.

Hay también numerosas aves acuáticas, entre ellas la polla de agua, que aparece en algunos tramos del Cega, y el zampullín chico. Como especies invernantes cabe citar el ánade real y el cormorán grande y como especies en paso algunas anátidas y otras especies como el zampullín cuellinegro.

Ligados a las riberas aparecen especies de reptiles como las culebras de agua y la culebra lisa europea y especies de anfibios entre las que aparece la ranita de San Antonio y la Rana ibérica, a pesar de que muchas otras especies están ligadas al agua para su reproducción y aparecen siempre en las proximidades de la misma.

La fauna de áreas húmedas es la que está ligada a charcas y humedales, debemos destacar dentro de este grupo: el gallipato, el tritón ibérico, la salamandra, la rana verde, el sapo corredor y el sapo pintojo.

Durante las últimas décadas se han introducido una serie de especies invasoras, que resultan ser una amenaza para la biodiversidad y para el resto de especies. Estas especies, como el visón americano o el cangrejo americano, han desplazado a subespecies autóctonas. El cangrejo europeo por ejemplo, está desapareciendo en los tramos medio y bajos de los ríos, la degradación de los cauces y sus aguas también ha incentivado esta catástrofe.



Ilustración 56: Colirrojo Tizón

Fuente: diversidadyunpocodetodo.com



Ilustración 57: Rana Ibérica

Fuente: paleoherpetologia.com



Ilustración 58: Tritón Ibérico

Fuente: Infoanimales.net



Ilustración 59: Cangrejo de río Europeo

Fuente: ipacuicultura.com

6.3. RÍO CEGA

El río nace en la vertiente norte de la Sierra de Guadarrama, recorre la divisoria de aguas entre las cuencas del Duero y el Tago. Su nacimiento se encuentra en el manantial conocido como "fuente del Mojón", situado en el término municipal de Navafría, en la provincia de Segovia. Cuenta con una longitud de 149 km y atraviesa las provincias de Segovia y Valladolid para desembocar en el margen izquierdo del Duero. El principal afluente es el río Pirón, aunque también cuenta con otros ríos o arroyos pero de bastante menor caudal. El río Cega es uno de los pocos de Castilla y León, y de la Cuenca del Duero, que no presenta infraestructuras de regulación de sus caudales. Se trata de un río con un buen estado de conservación en la mayor parte de su recorrido, el río circula por una extensa masa de pinar en buena parte del espacio, estas circunstancias han permitido la preservación del espacio propio del río, de su morfología y dinámica.

No obstante también existen una serie de amenazas que es necesario mencionar: creciente demanda de agua para regadío, la pérdida de calidad de las aguas, fundamentalmente en el tramo más próximo a la desembocadura, compartimentación del cauce debido a la existencia de 7 azudes, algunos en desuso.

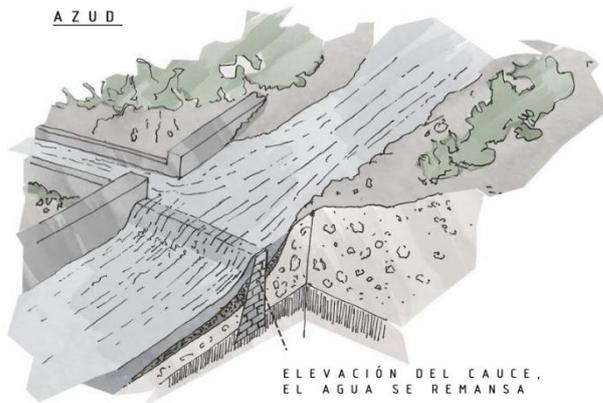


Ilustración 60: "Los Paisajes de la Huerta de Valencia".

Azud: Palabra de origen árabe que significa "barrera". Se usaba antiguamente para elevar el nivel del cauce de un río con el fin de derivar parte de ese caudal a las acequias junto a los campos de cultivo.

Es un elemento muy usado en los sistemas de regadío por métodos tradicionales, en los que los azudes, junto a las acequias alimentaban los lavaderos, abrevaderos para animales o molinos.

La demanda excesiva del agua está muy relacionada con la gran cantidad de regadíos existentes en la cuenca del río Cega, la mayoría en sus proximidades. El nivel freático del río ha ido descendiendo considerablemente estas últimas décadas, ya que la demanda de agua para dichos regadíos se produce tanto de las aguas superficiales como de las aguas de acuíferos.

La riqueza hídrica es cierta pero más aparente que real, está condicionada por la irregular disponibilidad del recurso agua, además de por la enorme variación de precipitaciones que tiene la región. Este fuerte desequilibrio hídrico entre las estaciones impide un aprovechamiento óptimo del recurso, condicionado por el fuerte estiaje veraniego. Todo esto ha otorgado un excepcional valor de complementariedad y reserva a las aguas subterráneas, que se han convertido en un recurso básico. El problema que esta agua proviene de un acuífero cautivo y fósil de recarga muy lenta e incontrolable, con elevado riesgo de agotamiento y contaminación, pero que constituye un recurso ecológico y económico de primer orden.

La pérdida de calidad en las aguas está estrechamente relacionada con las prácticas agroindustriales por el uso abusivo de fertilizantes, insecticidas, vertido de purines en los terrenos próximos a la red hidrológica, además, con los vertidos de aguas residuales, existen tres núcleos colindantes al cauce y una gran cantidad en el entorno cercano que vierten las aguas residuales en el propio cauce del Cega o en sus afluentes. Los azudes, a la vez, también colaboran en esta pérdida de calidad al compartimentar el cauce, se produce un "tableado" de la lámina de agua. Estas pequeñas presas, en algunos casos

carecen de dispositivos para facilitar la franqueabilidad, pueden suponer un impedimento para el remonte de los peces y para la movilización de sedimentos, mientras que la sucesión de láminas, que "tablean" el cauce y contribuyen con la eutrofización (acumulación de residuos orgánicos que causa la proliferación de ciertas algas y por consiguiente, el enriquecimiento excesivo en nutrientes de un ecosistema acuático).

Existe un "Plan básico de gestión y conservación del Espacio Protegido Red Natura 2000" por el que a partir del análisis de los requerimientos ecológicos de los valores Red Natura 2000 y del diagnóstico territorial y funcional, se establecen los objetivos de conservación y las adecuadas medidas de conservación para garantizar su conservación favorable. (*Plan básico de gestión y conservación del Espacio Protegido Red Natura 2000 ZEC - ES4180070 - Riveras del Río Cega*).

En su paso por Cuéllar, se va encajando en barrancos a una gran profundidad creando un paisaje excepcional. A lo largo del Cega existen varios puentes medievales, en el término municipal de Valledado se encuentran los restos del puente de la "Minguela". Se trata de un antiguo molino que se situaba en margen norte del río, cuanta con un azud para desviar el agua hacia el molino unos metros río arriba. Este azud, construido en piedra es de los pocos que están "liberados" con el fin de dar continuidad al cauce del río, está en un estado de conservación muy Se trata de un paraje único y perfecto para las características del proyecto.



Ilustración 61: Ortofoto general del espacio colindante al río en la zona seleccionada. "Google Earth"



Ilustración 62: azud de "La Minguela"

El medio natural donde se encuentra pertenece a una zona de mucho interés desde el punto de vista medioambiental, se localiza junto a un meandro bastante pronunciado donde se encuentra el azud que desviaba el agua al molino. El río, además, atraviesa una extensión muy generosa de pinar, en concreto de pino resinero, por lo que se trata de una zona de explotación forestal pero a su vez un conjunto arbóreo que ayuda a la preservación de la fauna y flora de la zona.

Fuente: eltiempo.es



Ilustración 63: Ortofoto de la zona seleccionada junto a los restos del antiguo molino. "Google Earth".

Este interesante enclave presenta una diversidad de especies y vegetación, atraviesa una gran masa de pino piñonero y resinero, situados en las zonas más elevadas y alejadas del río, a unos 15 metros de altura respecto del cauce del río, este precioso paisaje de barrancos generados por la erosión por el paso del río a lo largo del tiempo, dan lugar a dos "atmósferas" bien diferenciadas; el pinar y la rivera.

La vegetación de la rivera cuenta con una diversidad y riqueza sin precedentes. Cuenta con una vegetación muy enraizada al lugar, chopos de más de 60 años, matorrales y sotobosques en los límites del río, gran número de troncos viejos caídos que sirven de cobijo a las aves y reptiles, vegetación de rivera muy profusa, etc. Todas estas características van muy bien con los objetivos del proyecto y de lo que se quiere conseguir implantando un edificio para el estudio de la fauna y flora.

El meandro del río es bastante pronunciado, está justo unos metros más abajo y es un sitio ideal para que los mamíferos y aves de la zona se acerquen a beber o a bañarse. Además, es una zona muy tranquila, alejada de la civilización y de los ruidos que provienen de grandes carreteras.

6.4. MEMORIA DESCRIPTIVA

6.4.1. Objetivos medioambientales

- Observar y estudiar la fauna y flora de la zona
- Crear un espacio para fomentar y proteger la biodiversidad del entorno cercano al edificio
- Ayudar en la retención de aguas para su uso y disfrute en los meses más secos
- Estudiar y fomentar medidas para mejorar la calidad del agua
- Llevar a cabo un control de los cauces del río y de los niveles freáticos
- Gestión y mantenimiento del azud y de las zonas de rivera colindantes

6.4.2. Objetivos proyecto

- Uso de materiales sostenibles y ecológicos
- Tratamiento responsable de los desechos o residuos derivados de su utilización
- Mimetización con el entorno cercano, provocar el menor impacto posible
- Autoabastecer la mayor parte de las necesidades del edificio

6.4.3. Usos

El uso que se plantea para esta propuesta está estrechamente relacionado con los objetivos propuestos. Existe un plan de gestión y conservación de las riveras del río Cega por lo que este proyecto estará destinado principalmente a la Red Natura y a los estudios que se están llevando a cabo desde esta institución.

Es un espacio destinado al estudio y observación de la naturaleza, situado en un entorno muy beneficioso para este uso. El edificio cuenta con lo necesario para albergar a grupos de investigadores durante periodos de tiempo prolongados, permitiéndoles un contacto directo con la naturaleza y el río. Es un espacio muy propicio para este tipo de trabajos, la proximidad al río, la tranquilidad, la diversa vegetación...

Además está proyectado para ser un punto estratégico de observación de aves o mamíferos, dada su morfología el edificio está diseñado para crear una simbiosis con el lugar; intentando aumentar su biodiversidad, ayudando en los problemas de escasez y calidad de agua, proporcionando refugio para animales, gestionando y manteniendo las zonas colindantes.

La localización donde se encuentra resulta complicada para resolver las necesidades que este edificio tiene, es por eso que resulta un desafío abastecer de materias dado que ninguna infraestructura llega hasta aquí. Es por eso que puede ser un proyecto piloto de edificio autosuficiente, donde se prueben la viabilidad de las instalaciones y demás mecanismos de abastecimiento o de tratamiento de los recursos para en un futuro poder implantarlos en más ámbitos.

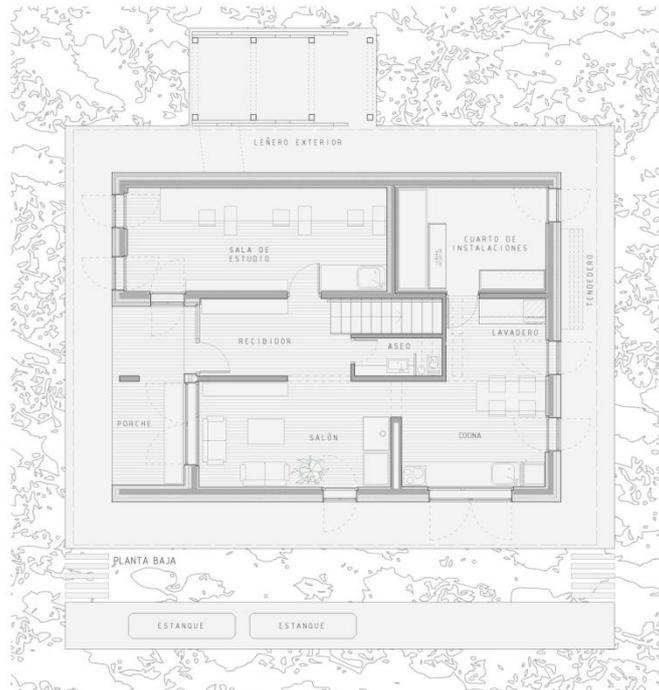
6.4.4. Programa

La actuación proyectada se compone de un edificio de dos plantas y una torre observatorio vinculada al mismo. Además, cuenta con pequeñas intervenciones mucho más pequeñas a lo largo de la rivera y en las zonas próximas al edificio para la mejora de la biodiversidad de la rivera.

El edificio principal cuenta con lo necesario para albergar a un grupo de tres investigadores, el programa formado por:

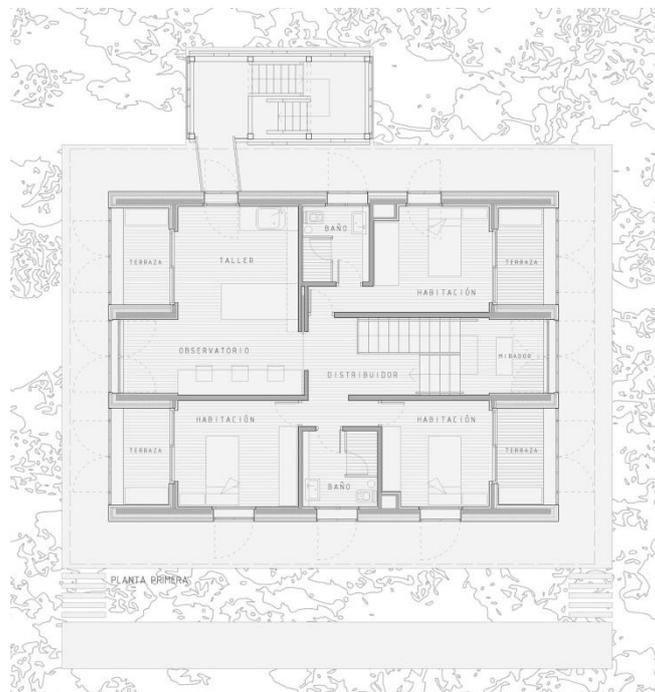
Planta baja:

- hall de entrada
 - Salón
 - Cocina con comedor
 - Sala de estudio
 - Zona de lavandería
 - Cuarto de instalaciones.
 - Aseo
- Además cuenta con un porche cubierto junto a la puerta de acceso.



Planta primera:

- Distribuidor
- Taller – observatorio con terraza propia
- Habitación con baño y terraza propia
- 2 habitaciones con terraza propia
- Baño común
- Mirador en el descansillo de la escalera de dos tramos.



6.5. MEMORIA CONSTRUCTIVA

6.5.1. Cimentación

El edificio se levanta sobre una losa armada apoyada directamente sobre el terreno, con una capa de enchado para evitar las posibles humedades del terreno. Nos encontramos ante un suelo no muy resistente en el que su composición es principalmente arenas, arcillas o calizas, en el que las fuerzas repartidas que va ejercer la losa sobre el terreno se van a repartir mejor y van a evitar problemas de asentamientos de zapatas o del partes de la cimentación.

6.5.2. Sistema estructural

El sistema estructural está compuesto de paneles de madera contralaminada de pino en su totalidad. La dimensión y espesor de los paneles depende de su implicación estructural, pero se han tenido en cuenta para no sobrepasar unas dimensiones límite por la dificultad de transportarlos al lugar por lo que ningún panel sobrepasa los 13 metros de largo y los 2,4 metros de ancho.

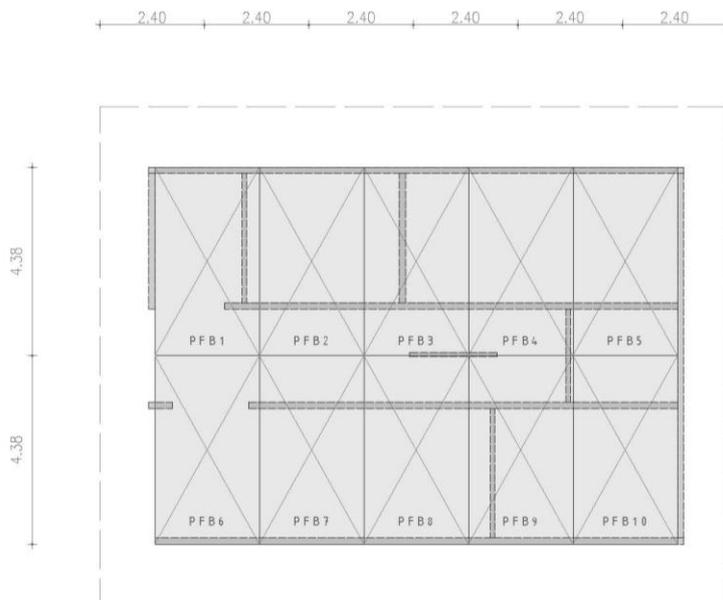


Ilustración 64: despiece panel CLT del forjado de techo planta baja.

Fuente: elaboración propia

El edificio cuenta con una dirección dominante y cuatro ejes principales sobre los que se apoyan los forjados, estos cuatro muros y los muros perimetrales están compuestos por paneles de 15 cm de espesor. Por otro lado el resto de muros divisorios, que actúan como arriostramiento de la estructura, son de 10 cm de espesor. Los forjados son de 25 cm de espesor que se apoyan sobre los muros de la planta inferior.

A la hora de diseñar el despiece de los paneles se tienen en cuenta las dimensiones máximas de transporte además de intentar simplificarlos de manera que se tengan que hacer las mínimas intervenciones en cada uno de ellos.

Las uniones entre los paneles se realizan mediante elementos de ferretería como escuadras, tirafondos y elementos mecano-soldados específicos en ciertas soluciones. Al mismo tiempo, se utilizan juntas de materiales diversos para resolver problemas de transmisiones acústicas, para limitar infiltraciones de aire o evitar cortes de capilaridad entre hormigón y madera.

Tirafondos para la fijación de los paneles

- Unión de paredes con paneles CLT a 90º

Longitud: 180 mm.

Diámetro: 10 mm.

Cabeza: tirafondo con cabeza ampliada para evitar el incrustamiento del tirafondo en la madera.

Intereje: 4 fijaciones por nivel.

- Unión entre forjado y pared

Longitud: 330 mm.

Diámetro: 10 mm.

Cabeza: tirafondo con cabeza ampliada para evitar el incrustamiento del tirafondo en la madera.

Intereje: 80 cm.

Juntas entre paneles

- Juntas acústicas

Son aquellas que se colocan en las uniones de paneles con el objetivo de atenuar la transmisión de ruido de impacto a través de los flancos de las paredes. Se colocarán solo en los paneles entre el forjado de planta primera y los paneles de dicho nivel.

- Juntas de estanqueidad

Estas juntas tienen como misión reducir las infiltraciones de aire de un edificio desde el exterior a través de las uniones de los paneles CLT. Las juntas son de caucho natural colocado mediante cintas adhesivas, colocados por el exterior ya que los paneles no van vistos.

- Juntas de capilaridad

Se utilizan para evitar la transmisión de la humedad de las soleras de hormigón hacia la madera. Realizadas en caucho natural. Estas láminas se colocan en todos los arranques de panel CLT de planta baja, que son los únicos en contacto con el hormigón.

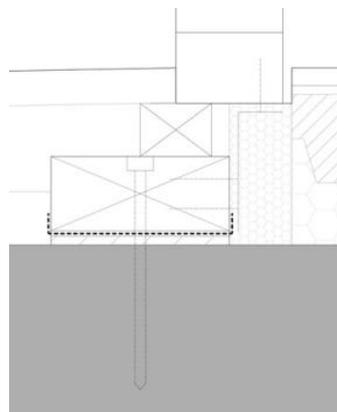


Ilustración 65: detalle carpintería de suelo a techo

El taco base que se apoya en la losa de hormigón se separa mediante una junta para evitar que la humedad que pueda tener el hormigón ascienda por la madera por capilaridad y genere humedades en el interior o desperfectos.

Se trata de una junta de EDPM

Fuente: elaboración propia

6.5.3. Sistema de envolvente

La envolvente del edificio se resuelve mediante una fachada ventilada a base de rastreles y montantes de madera anclados por tirafondos a los paneles de CLT, con las correspondientes capas de aislamiento, sobre los que se coloca unas lamas de madera de pino negro como acabado exterior.

Capas sistema de envolvente:

1. Acabado interior con aislamiento hacia la cara del panel CLT.
2. Panel CLT: 15 cm
3. Montantes verticales de madera con aislamiento de fibra de madera entre cada listón (95x45 mm)
4. Montantes horizontales de madera con aislamiento de fibra de madera entre cada listón (45x45 mm)
5. Rastreles de madera de pino (30x45 mm) para anclar lamas acabado exterior.
6. Lamas de madera de pino negro (26x69 mm) sin machihembrar y tratadas para exterior.

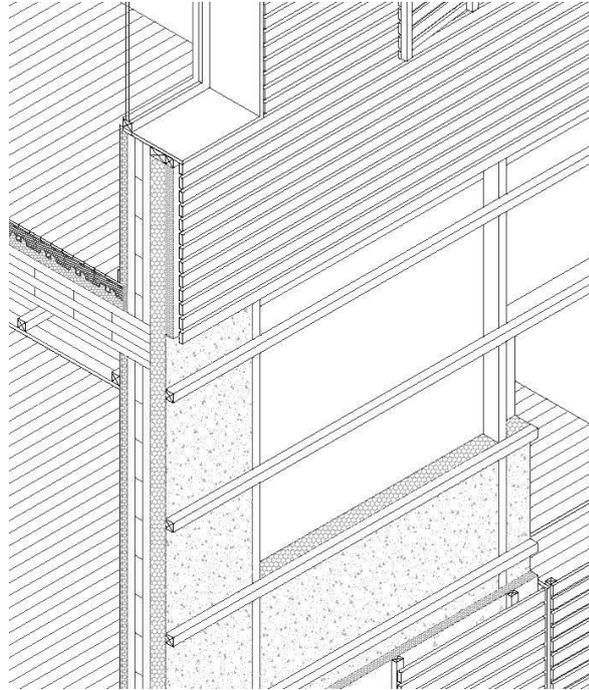


Ilustración 66: Detalle sistema del envolvente del edificio.

Fuente: elaboración propia.

6.5.4. Sistema de compartimentación

La compartimentación también se resuelve mediante el panel CLT, en este caso de 10 cm de espesor que nos va a ayudar a dar mayor rigidez al conjunto de la estructura y a mejorar el comportamiento frente a los esfuerzos laterales.

Estos paneles en su mayoría no están diseñados para dejarlos vistos hacia el interior por lo que se trasdosarán de una forma u otra en función de la estancia.

6.5.5. Sistema de acabados

En los casos en los que no se deja visto el panel de madera se trasdosa de dos maneras:

- Trasdoso de placa de cartón-yeso, mediante montantes de madera de pino (30x45 mm) y aislamiento de fibra de madera en su interior. En el caso del cuarto de calderas se coloca doble placa de cartón yeso para RF 90 mins.
- Trasdoso de placa de cartón-yeso y alicatado de azulejo cerámico, mediante montantes de madera de pino (30x45 mm) y aislamiento de fibra de madera en su interior. En el caso de los baños o la cocina.

- Trasdoso de lamas de madera mediante montantes de madera de pino (30x45 mm) y aislamiento de fibra de madera en su interior.

En el caso del pavimento; se resuelve mediante una tarima de madera flotante, realizada en madera de pino acabada con aceites naturales para no ocultar sus vetas y mantener su morfología.

La tarima es colocada sobre un soporte o base para aislar el parquet de las humedades que puedan subir del hormigón y a la vez amortiguar la madera de las irregularidades del suelo, de los golpes o el ruido. Además, se coloca una barrera de vapor entre estas capas.

Los paneles de los forjados de techo que no van vistos se resuelven mediante un falso techo de lamas de madera de pino ancladas a una subestructura de madera que se cuelga del panel CLT de forjado. Estos techos se colocan en dependencias donde para el paso de instalaciones necesitamos un falso techo para ocultarlas.

6.5.6. Carpinterías

Existen varios tipos de ventanas en función de la dimensión del hueco. Las carpinterías que dan acceso a las terrazas exteriores de la planta segunda, son puertas correderas de 2,5 m de altura de madera laminada de pino, hoja de 80 mm con tres juntas de goma y marco estándar de 170 mm e incorporan un doble acristalamiento de 18 mm (4/10/4). El resto de carpinterías son de madera maciza de pino con acabado natural y barnizadas hacia el exterior. Incorporan un doble acristalamiento de 18 mm (4/10/4) con perfil de 56 mm.

Todas las aperturas tienen un sistema de contraventanas para cuando el edificio no está ocupado dejarlo totalmente cerrado, la envolvente parece continuar a través de estas contraventanas realizadas con los mismos materiales. Además, los vidrios son un elemento muy peligroso para las aves ya que al ser de un material transparente como el vidrio, muchas veces no los ven y se chocan contra ellos. A parte, nos protegen del frío y del calor en los meses más extremos.



Ilustración 67: Vista exterior

Fuente: elaboración propia

6.5.7. Instalaciones

En el caso de las instalaciones también se ha intentado aplicar la misma filosofía que al resto del proyecto, hacer llegar los suministros necesarios para su uso es un verdadero desafío dada la localización de la construcción.

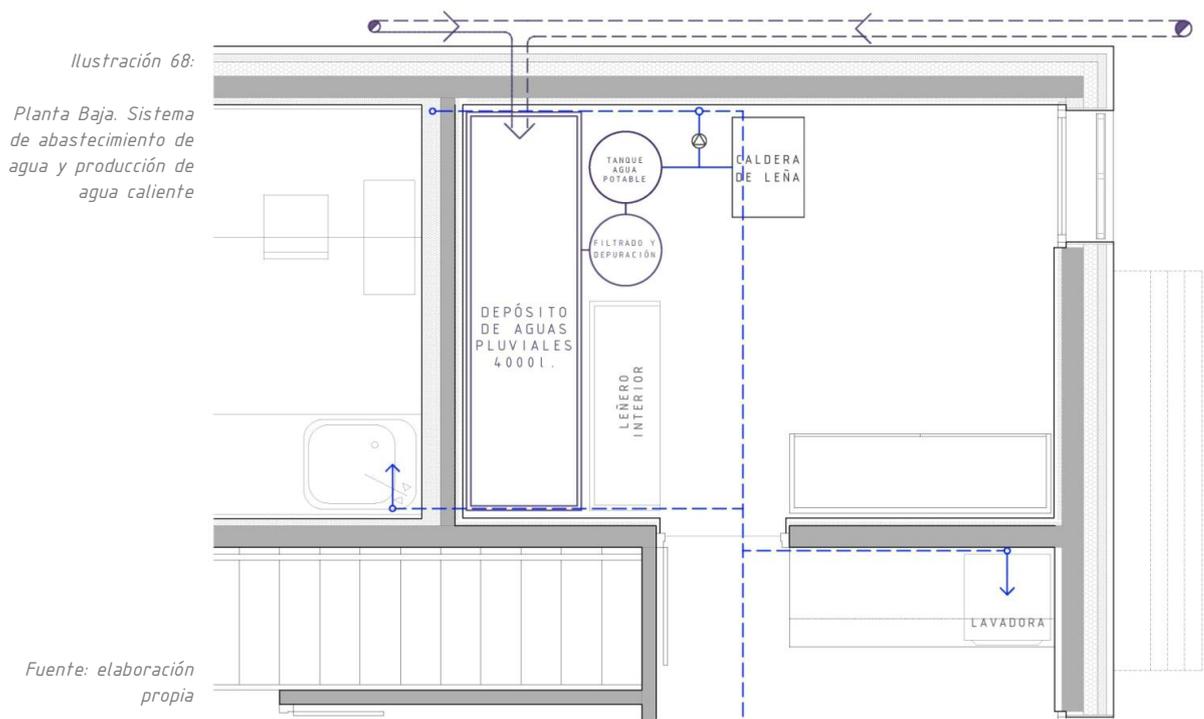
Pero es un aspecto fundamental no desatender este apartado ya gracias a las instalaciones podemos hablar de un proyecto más o menos sostenible o autosuficiente.

Abastecimiento de agua

En el caso donde nos encontramos, no existe red de abastecimiento de agua potable que suministre al edificio por lo que se optarán por sistemas menos convencionales de captación de agua. El edificio está proyectado con una gran cubierta que vuela respecto de las fachadas del edificio para protegerlo de las lluvias racheadas, del sol y para tener la mayor superficie posible, de esta manera, podemos recoger el agua de lluvia de la cubierta para posteriormente depurarla y almacenarla en su interior.

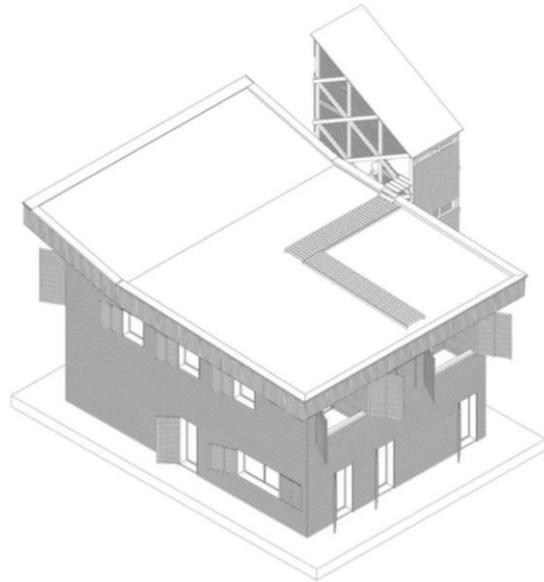
A través de la cubierta recogemos el agua que se canaliza por medio de canalones y bajantes hasta el cuarto de instalaciones donde se encuentra un aljibe de almacenamiento y un sistema de tratamiento del agua de lluvia para su uso domestico.

- El sistema tiene cuatro fases:
1. primer filtrado del agua, hojas y partículas de mayor tamaño
 2. El agua pasa por la piedra caliza para el ajuste del PH
 3. el agua entra en contacto con el cloro para eliminar microorganismos dañinos y así potabilizar el agua que hemos recogido
 4. Se completa el tratamiento con un sistema de filtrado más fino para limpiar cualquier impureza que todavía exista en el agua



Este tipo de tratamiento no garantiza la potabilización completa por lo que habría que completar el proceso con una pastilla potabilizadora, así, también poder consumir esta agua sin peligro. Este proceso se puede llevar a cabo en un tanque de almacenamiento del agua ya tratada y potable.

La temporada húmeda del municipio de Valledado dura aproximadamente 8,7 meses y tiene una precipitación anual aproximada de 430 mm. Podemos garantizar que, sobre los 182 m² de la cubierta del edificio y de la torre, caen unos 72.000 litros de agua en un año. Si el consumo medio de agua en los hogares es de 130 litros por habitante, tirando un poco al alza, el consumo medio para tres personas que usen el edificio todos los días del año estaría en 142.350 litros, una cifra asequible para el uso exponencial que se le va a dar al edificio y suponiendo que los usuarios utilicen el agua de una manera responsable siendo conscientes de que no es un bien ilimitado. Además, el edificio cuenta con un sistema de recuperación de aguas grises para aprovechar al máximo el agua utilizada.



Saneamiento

En el emplazamiento donde nos encontramos no existe ningún tipo de red pública de alcantarillado ni de saneamiento de las aguas residuales por lo que vamos a optar por la utilización de sistemas menos convencionales pero más respetuosos con el medio ambiente.

El problema de los sistemas convencionales de saneamiento es que mezclan todos los desechos sin importar su naturaleza, en este caso la orina, las heces y las aguas grises se juntan en único trazado que ayudado por un fluido (agua) y a través de bajantes, colectores y la red de saneamiento pública, son transportados hasta alguna EDAR (Estación de Depuración de Aguas Residuales).

En este caso, se separan para que las aguas residuales no sean un problema y poder aprovecharlas para algún fin. En primer lugar lo que se hace es separar las heces y la orina mediante un baño en seco. La orina se canaliza mediante un trazado de tuberías con el resto de aguas grises para su posterior filtrado y depuración. Las heces se depositarían en un compartimento estanco, para evitar la salida de olores, este compartimento está lleno de serrín que ayudará en el posterior compostaje en una zona exterior del edificio.

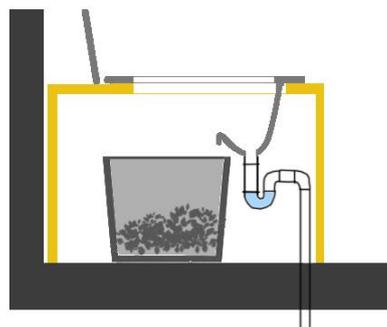


Ilustración 69:

Detalle baño en seco

Fuente:

proyectoautosustentable.com

Es muy importante que este tipo de baños estén bien ventilados, por eso todos los baños tienen posibilidad de ventilación natural y ventilación forzada a través de canalizaciones hasta la cubierta. Aunque el recipiente es prácticamente hermético siempre se escapan olores que podemos combatir con barras de incienso o velas aromatizadas.

El compostaje de las heces se hace en una zona exterior, un poco apartada del edificio para evitar olores. Se compone de un agujero de unos 30 cm de profundidad, no es recomendable hacerle más profundo para evitar la contaminación de las aguas subterráneas. Las heces ya están mezcladas con el serrín que va a ayudar a su compostaje y estabilización, pero también es recomendable ir mezclando el conjunto con más restos orgánicos como hojas secas o restos de comida.

Esta zona de compostaje debe estar protegida de la lluvia y de los animales. Para ello, se coloca una estructura de madera construida con palets europeos reciclados de los materiales de construcción, de esta manera el recinto estará protegido por el perímetro y por la cubierta, para evitar que el agua entre en el hoyo.

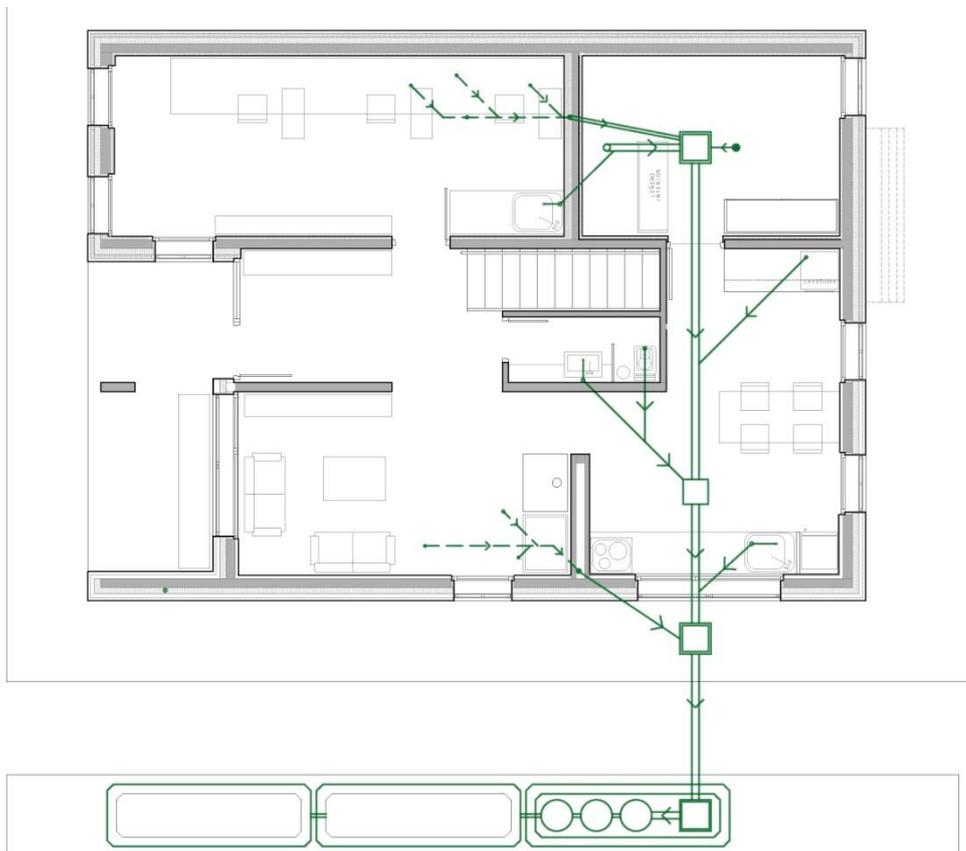


Ilustración 70: Planta baja. Sistema de saneamiento de las aguas grises

Fuente: elaboración propia

El resto de aguas grises se canalizan junto con la orina hacia una zona exterior de filtrado y depuración natural. El objetivo es hacer que los desechos que se generan de la utilización del edificio no sean un residuo permanente, lo que conseguimos es eso, depurar y filtrar el agua para que la vegetación del entorno cercano se aproveche, no se desperdicie y mucho mejor, no contamine el río o las aguas subterráneas. El funcionamiento de esta instalación es muy sencillo y consta de las siguientes partes:

1- Canalización: Por medio de canalizaciones y arquetas el agua residual llega hasta el sistema de filtrado y depuración que se coloca junto a la fachada sur dejando una distancia de 1,20 m para colocar unas bandas de vegetación a ambos lados.

2- Decantación: muchas veces el sistema arrastra restos orgánicos sólidos por lo que es necesaria su decantación mediante una arqueta decantadora. *Il. 10*

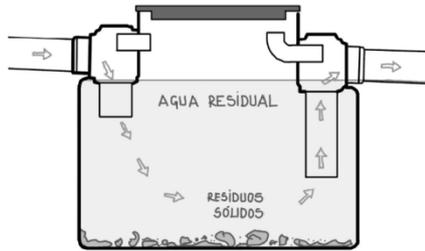


Ilustración 71: sección arqueta decantadora

Fuente: elaboración propia

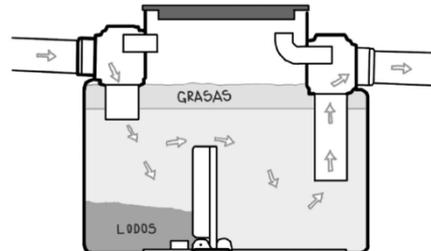


Ilustración 72: sección arqueta separadora de grasas

Fuente: elaboración propia

3- Separador de grasas: los aceites y grasas derivados del fregadero de cocina son muy contaminantes por lo que es necesario separarlos para seguir con el proceso, mediante esta arqueta lograremos separar las grasas que, regularmente, habría que ir retirando para llevarlas a un punto limpio. *Il. 11*

4- Filtrado: *Il. 12*

El agua al principio pasa por un filtro que elimina las partículas de mayor tamaño. En el primer tanque se lleva a cabo un tratamiento biológico que descompone las partículas de suciedad. En el segundo tanque esteriliza mediante rayos ultravioletas de la lámpara UV que desinfecta el agua.

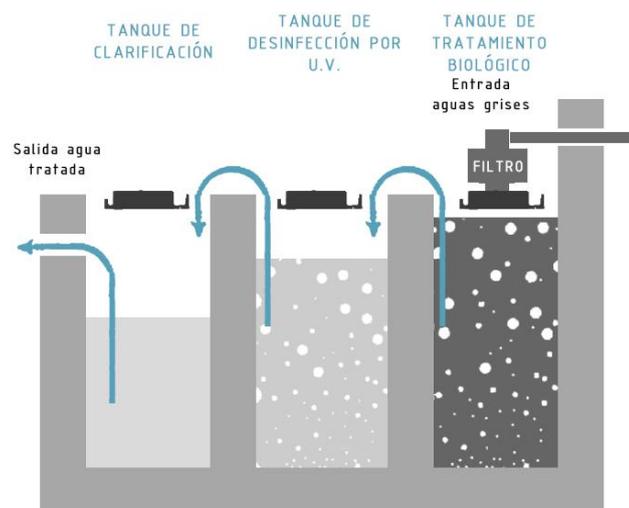


Ilustración 73: esquema funcionamiento filtros

Fuente: elaboración propia

5- Purificación: existen numerosas plantas acuáticas que purifican el agua, estas plantas viven en el agua sumergida, con las raíces en el suelo del estanque y las hojas en el exterior. Eliminan el exceso de nutrientes transformando el agua sucia, en agua limpia y de calidad, además, animales como las ranas o los peces pueden ser muy beneficiosos para el estanque, ayudando a prevenir plagas de mosquitos u otros insectos. El esparto, los juncos, la lenteja de agua son algunas de las plantas que nos pueden ayudar a completar el proceso de limpieza del agua.



Todo esto se puede implementar con el uso de productos de limpieza ecológicos que no contenga plásticos en dispersión ni sustancias químicas. De esta manera nos garantizamos que no estamos vertiendo ningún agente contaminante al terreno que acabaría por filtración en el río o en las aguas subterráneas.

Los estanques de retención donde se termina de purificar el agua se colocan en lugares cercanos al perímetro del edificio dejando una banda de vegetación entre ellas. De esta manera la vegetación que lo rodea se ve beneficiada de un desecho que se genera de su uso, fomentando el objetivo de realizar una simbiosis lugar-edificio. Estos estanques realizan un riego de forma subterránea y gradual, de manera que, al estar semienterrados aportan el agua por filtración a través de un hormigón que sea muy poroso, consiguiendo los siguientes beneficios:

- Reducción drástica de las pérdidas por evaporación y de las heladas
- Reducción a cero de las pérdidas por escorrentía, por lo que no aparecen cárcavas en la superficie
- Aporte de agua en la zona radicular y de manera uniforme
- No es necesario ningún sistema electrónico de riego temporizado
- Está a salvo de los animales u otros posibles fenómenos
- No requiere mantenimiento

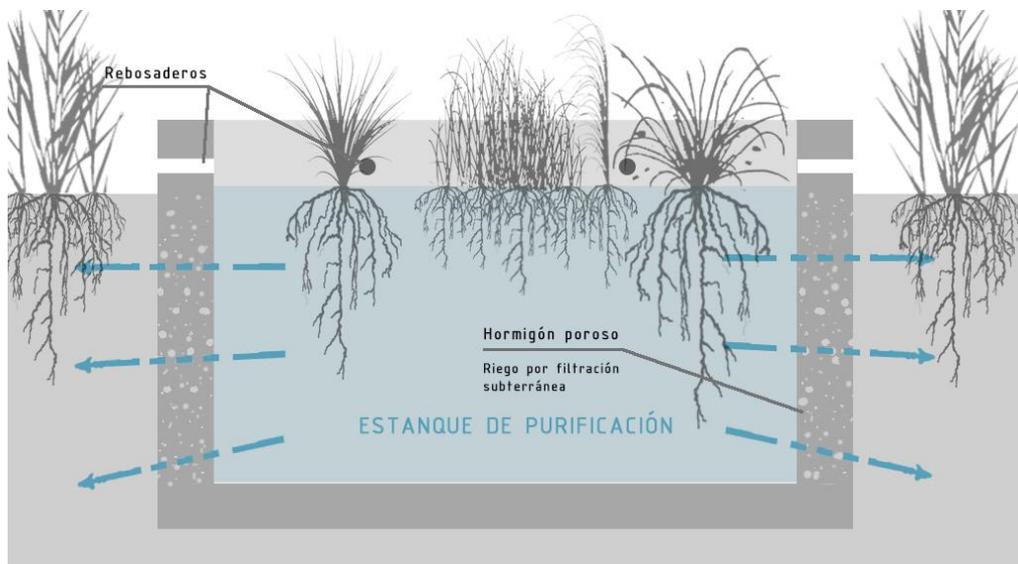


Ilustración 74: Sección transversal estanque de purificación

Fuente: elaboración propia

Calefacción

Para la calefacción general de la casa se utiliza suelo radiante en todas las estancias excepto en las superficies de terraza y en el cuarto de instalaciones. El aporte calorífico lo aporta una caldera de leña de llama invertida, se trata de una caldera que por gasificación de la madera consigue unos resultados altamente eficientes, están diseñadas para producir calor de forma económica y ecológica y es perfecta para el uso que le vamos a dar a este edificio.

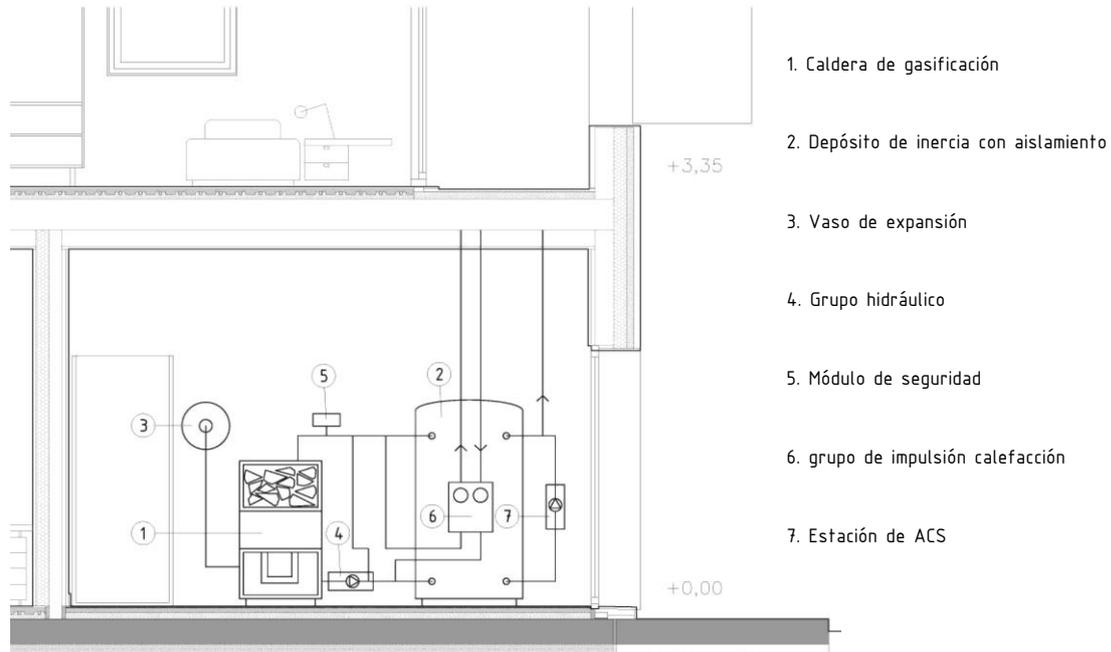


Ilustración 75: Esquema elementos caldera de gasificación o llama invertida

Fuente: elaboración propia

Las principales ventajas son, mínimo esfuerzo para la carga y la limpieza, al forzar la inversión de la llama conseguimos una combustión controlada y gradual, minimizando los humos expulsados. Su consumo de madera es mucho más bajo y sus periodos de carga son más dilatados. Tiene una combustión limpia y completa de todos los elementos potencialmente contaminantes.

Esta caldera se alimenta de madera, en un pinar de explotación se realizan operaciones de mantenimiento que podrían nutrir de esta materia regularmente y abastecer al edificio. Además se trata de un material fácil de adquirir y abundante, y sobre todo renovable. Así, logramos desprendernos de la necesidad de recurrir a un combustible fósil o la electricidad.

El edificio está provisto de una envoltura que proporciona un gran aislamiento frente a las extremas temperaturas a las que va a estar expuesto, a mayores, está construido en casi en su totalidad con madera que es un material aislante. El sistema de contraventanas colabora para volverlo un espacio prácticamente hermético, teniendo la posibilidad de abrirse para aprovechar los rayos del sol en los fríos inviernos.

Si a esto le sumamos que en el salón se coloca una chimenea de leña convencional podemos asegurarnos que habrá una temperatura adecuada durante todas las épocas del año. Habrá momentos en los que simplemente con la chimenea y el aprovechamiento de los rayos del sol durante el día podamos tener una temperatura de confort en todas las estancias.

Electricidad

En el caso de la electricidad tampoco disponemos de abastecimiento y tampoco tendría sentido traer una toma hasta el edificio por lo que optaremos por aprovecharnos de la energía que podamos obtener del medio natural. La energía solar es una fuente de energía renovable que nos puede ayudar a suministrar electricidad mediante placas solares, además en la zona donde nos encontramos se dan unas condiciones bastante favorables. En España contamos con casi más de 3000 horas de luz al año por lo que se considera una fuente de energía muy recomendable en estos casos donde no podamos acceder al suministro público.

En los meses menos soleados podemos recurrir a un sistema de producción de energía no tan convencional pero que proporciona una energía fiable y constante. El río en esos meses se encuentra a una mayor diferencia de cota respecto de los meses más calurosos, por lo que viene con más agua y más fuerza. En tales condiciones, una hidroturbina puede responder a las necesidades energéticas de nuestro edificio de una manera sostenible y aprovechándonos de la oportunidad que el río nos ofrece.



Ilustración 76: Hidroturbina Idénergie

La empresa Idénergie está especializada en las energías renovables desde hace varios años y ha sacado al mercado este dispositivo que es una simple turbina construido en un marco de metal inoxidable que puede llegar a producir lo equivalente a 12 paneles solares. Los materiales con los que está construida interactúan poco con la fauna además de ser 90% reciclable. Está en armonía con la fauna ya que es de bajo peligro para los peces y está contribuyendo a reducir la emisión de gases de efecto invernadero.

Fuente: idenergie.ca

La instalación de esta turbina se haría en una zona del río donde no impida el paso de los animales y no sea una amenaza para el medio. De tal manera que se pueda aprovechar en los meses que el río viene con más agua porque sobre todo en verano el cauce del río no es suficiente y al final sería un impedimento más para los peces.

Este sistema mixto de abastecimiento de energía se complementa optando por electrodomésticos de poca potencia, bombillas y luminarias de bajo consumo, además de intentar hacer un consumo responsable del edificio sabiendo que los suministros de electricidad no son ilimitados y dependen, en cierto modo, del entorno para la producción de la misma.

El uso previsto para este edificio es intermitente, está diseñado para que grupos de investigadores lo ocupen durante dos o tres semanas. Para poder almacenar toda esta energía es necesario el uso de unas baterías que puedan almacenarla, además para el sistema de placa solar y de la hidroturbina es necesario un regulador y un inversor de potencia, por lo que se colocará un armario con todos los aparatos eléctricos en el cuarto de calderas, así, centralizamos todo el sistema y estará protegido de las condiciones adversas exteriores.

Ventilación

La ventilación de los baños en seco es muy importante por lo que el edificio está provisto de ventilación forzada por medio de "shunt" que dan al exterior. Además en la cocina se producen vapores y olores que debemos también sacar al exterior por medio de la campana extractora.

De esta forma, en los baños se incorpora un ventilador que garantiza la renovación del aire contaminado cuando las condiciones exteriores de presión y temperatura no garantizan la evacuación de todo el caudal de aire que se necesita renovar. Especialmente en el baño de planta baja, que no dispone de ventana al exterior, hay que garantizar la correcta renovación de ese aire. Para ello utilizamos un ventilador impulsado por un motor eléctrico, gracias a los movimientos rotatorios ponen en movimiento el aire a través de los conductos hasta la cubierta.

En el caso de la cocina, se coloca una campana de aspiración perimetral que nos garantiza una correcta renovación del aire y la eliminación de humos o malos olores. Como los fuegos no son de gas no necesitaremos un sistema de ventilación a mayores de la campana.

Además, para la evacuación de los humos procedentes de la chimenea del salón se utilizan los patinillos por los que suben los conductos de ventilación hasta la cubierta.

En el resto de estancias se considera que por su uso y las actividades que se van a desarrollar no es necesario recurrir a un sistema de ventilación forzada, a parte, cuentan con ventanas al exterior, lo que permite una ventilación directa del espacio.

6.6. Conclusiones

Analizando a posteriori los objetivos marcados a comienzo del desarrollo de la propuesta, vemos que en la medida de lo posible se han cumplido. El desafío que planteaba implantar un edificio de tales características en un lugar tan remoto e inaccesible hace de esta algo mucho más interesante, no sólo los materiales son respetuosos con el medio ambiente y proceden de aprovechamientos sostenibles sino que va un poco más allá, se intenta que todas las acciones derivadas de su uso también estén relacionadas con la filosofía del proyecto y tengan el menor impacto posible en el entorno.



Ilustración 77: vista exterior del edificio y de la torre observatorio

Fuente: elaboración propia

El uso de materiales sostenibles y ecológicos ha sido una de las premisas a la hora de escoger sistemas y materiales. En este caso por la cercanía de la materia prima y por sus características se ha optado por la madera, en este caso, material abundante por la zona y que procede de gestiones sostenibles que no suponen un impacto negativo en el medio ambiente. Además juega un papel visual, ya que la envoltura exterior está revestida de lamas de madera de pino negro que mimetiza al edificio entre los colores del pinar y la rivera, convirtiéndolo en un edificio que se camufla muy bien y que con el sistema de contraventanas nos da la posibilidad de cerrarlo completamente las temporadas que no esté ocupado.

En el segundo objetivo se propuso un tratamiento sostenible de los desechos y residuos derivados de su utilización. El tratamiento de esos recursos se ha diseñado de una manera minuciosa, en el caso del agua, eliminamos el problema de las heces realizando un baño en seco, lo que nos facilita la tarea del tratamiento de las aguas. Al final, estamos colaborando de manera indirecta a los problemas de agua del río Cega y resolviendo el tema de los residuos. A parte, durante el proceso de tratamiento del residuo, como en los casos de las aguas grises, de las heces y de los restos orgánicos, el medio natural se beneficia y saca provecho de ese tratamiento y a su vez, la naturaleza nos ayuda a completar ese proceso de descomposición que no sería posible sin su intervención. El agua se termina de purificar mediante plantas acuáticas y a su vez las plantas se van nutriendo de esa agua recuperada, las heces y los desechos orgánicos se compostan en el exterior donde los microorganismos completan el proceso de descomposición eliminando lo que antes era un residuo en un material que da nutrientes al suelo.

Existe algún residuo que no podemos aprovechar y que no nos quedaría otra que llevarlo a algún punto de reciclaje, es el caso de los envases de plástico. Este residuo es imposible "transformar" en algo productivo o que nos pueda interesar, se almacenaría en un contenedor y se llevaría regularmente a puntos especializados en el tratamiento de estos residuos. Por otro lado, a la hora de escoger productos alimenticios se optarán por los que no tengan envases de plástico o dobles envases innecesarios.



Ilustración 78: vista torre-observatorio desde el interior.

Fuente: elaboración propia

En esta vista podemos contemplar las vistas que se tienen desde la torre-observatorio hacia el río. Nos permite una vista de pájaro de los alrededores de la rivera, donde podemos contemplar los majestuosos chopos asomando por las copas de los árboles y donde se tiene una espectacular vista del azul de "la Minguela".

El edificio se intenta autoabastecer de lo que le rodea, está situado en un entorno muy propicio para los objetivos que se buscan pero, por otro lado, complican mucho las tareas de transporte y construcción. Además, si le sumamos el condicionante que nos supone abastecer de materias al mismo se convierte en una tarea compleja. Aprovechando lo que rodea al edificio se consigue un equilibrio entre todos estos conceptos, de manera que, el edificio es casi autosuficiente. Los recursos que necesita, como la madera para la caldera se puede encontrar fácil y es abundante. Para la producción de electricidad, nos nutrimos de dos elementos muy presentes en la zona, el agua y el sol. Se trata de dos fuentes de energía inagotables que se adaptan muy bien a las necesidades del proyecto.

En definitiva, este proyecto se ha desarrollado con la intención de ir más allá de la utilización y de los sistemas en base a la filosofía de arquitectura low-tech, intentando dar continuidad en el resto de ámbitos como son las instalaciones. Partiendo de una base inicial, de estudio y comprensión del lugar, que nos dará mejores herramientas para escoger en cada caso la mejor opción y la que mejor se adapta a las condiciones de proyecto.

Además, este proyecto se diseña, se piensa y se destina a la protección y preservación de las riveras y entornos del río Cega. Dad la naturaleza del edificio propuesto, se lleva a cabo desde una perspectiva medioambiental y ecológica, donde priman por encima de aspectos como el confort o la comodidad, que son aspectos muy presentes en la arquitectura actual pero que un espacio de tales características quedan más en un segundo plano.



Ilustración 79: vista exterior de cara sur del edificio

En esta vista se ve la cara sur del edificio con el cerramiento de madera de pino que envuelve al edificio y que slo mimetiza muy bien con los tonos oscuros de la corteza de los pinos de la zona. Sus contraventanas permiten que el edificio quede totalmente cerrado, protegiéndolo y dándole un aspecto uniforme en toda su superficie.

Se ve también el sistema de almacenamiento de las aguas, este caso es el aljibe de purificación del agua procedente de la recuperación de las aguas grises. Podemos ver las bandas vegetales dispuestas a ambos lados de la lámina de agua.

Fuente: elaboración propia

6.7. Anexo: Documentación gráfica proyecto.



Ilustración 80: vista al atardecer del edificio desde el río

Fuente: elaboración propia

7. BIBLIOGRAFÍA

A. ROCCA (2011); *Arquitectura Low-Cost/Low-Tech: creatividad y estrategias de una nueva vanguardia*. Editorial Océano.

FONT ARELLANO, Juana, et al. *Arquitectura popular de Castilla, España*.

Rocha, Miguel & Jové, Félix (2015); *Técnicas de construcción con tierra*. Editorial Argumentum Edições, Lisboa, 2015. ISBN: 978-972-8479-89-3.

FSC España (2018). *En Madera, otra forma de construir. El material constructivo sostenible del siglo XXI*. Madrid. 248 pp.

Valbuena García & Francisco José (2016); *Edificio Lucía, Edificio para lanzadera universitaria de centros de investigación aplicada*. Editorial Universidad de Valladolid. ISBN: 978-84-8448-858-3.

8. BIBLIOGRAFÍA WEB

BIOCONSTRUCCIÓN-CASAS DE PAJA-CONSTRUCCIÓN SANA Y SOSTENIBLE

<http://casadepaja.es/taller-muros-de-barropaja/>

ESTRUCTURAS BIOCLIMÁTICAS AVANZADAS S.L.

<https://ebasl.es/>

EL MAPA DEL VIAJERO

<https://www.elmapadelviajero.com/que-ver-en-la-alberca-salamanca/>

GEOGRAFÍA INFINITA

<https://www.geografiainfinita.com/articulos-de/mapas/>

MAPA MUNDI

<https://mapamundi.online/>

ROCAMARE BIOCONTRUCIÓN. Terra per construir. Terra per viure

<http://www.rocamare.com/author/oriol/>

ARQUITECTURA DEL PUEBLO

<http://arquitecturadelpueblo.blogspot.com/>

REINO OLVIDADO

<http://reinolvidado.blogspot.com/2006/10/casas-de-ribera.html>

SIEMPRE DE PASO

<https://siempredepaso.es/pueblos-rojos-y-negros-segovia>

ARQUITECTURA SOSTENIBLE

Arquitectura Low-Tech

<https://arquitectura-sostenible.es/10-principios-de-la-arquitectura-ecofriendly/>

LUIS DE GARRIDO

<http://luisdegarrido.com/es/investigacion/aquitectura-ecologica-luis-de-garrido/>

DEHESA TIERRA

http://dehesatierra.es/?fbclid=IwAR3EMNprVsdNbHuNcFlSISl5l-hDrlup-DGrmoDCN_okGC6x2iRDqNszVnc

INSTITUTO ECOHABITAR

<http://www.institutoecohabitar.org/formacion/>

ECO-MIGA

http://eco-miga.es/portfolio_page/nuevas-aplicaciones-del-corcho/

TABIYA. CONSTRUCCIÓN Y RESTAURACIÓN CON TAPIA

<https://tabiya.es/que-hacemos/>

EARTH- AUROVILLE

http://www.earth-auroville.com/earth_technologies_introduction_en.php

INSTALACIONES:

RECUPERADOR DE AGUAS GRISES:

<https://www.youtube.com/watch?v=Gv6w8Z2HVkw>

COMO HACER COMPOST:

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Zx0jXU7aGfUC&oi=fnd&pg=PA9&dq=como+hacer+un+buen+comp+ost&ots=NE0NSrSFhm&sig=o5uPFCgAPAmzElakY8jULIX_w0o#v=onepage&q&f=false

ARQUITECTURA SOSTENIBLE:

<https://www.construible.es/2006/09/17/arquitectura-sostenible>

INNOVACIONES EN MATERIALES SOSTENIBLES:

Bloque cáñamo:

<https://www.lainformacion.com/management/casas-canamo-cannabis-industrial-construccion-cannabric/6341289/>

22 Diseños para granjas autosuficientes en los que encontrar inspiración

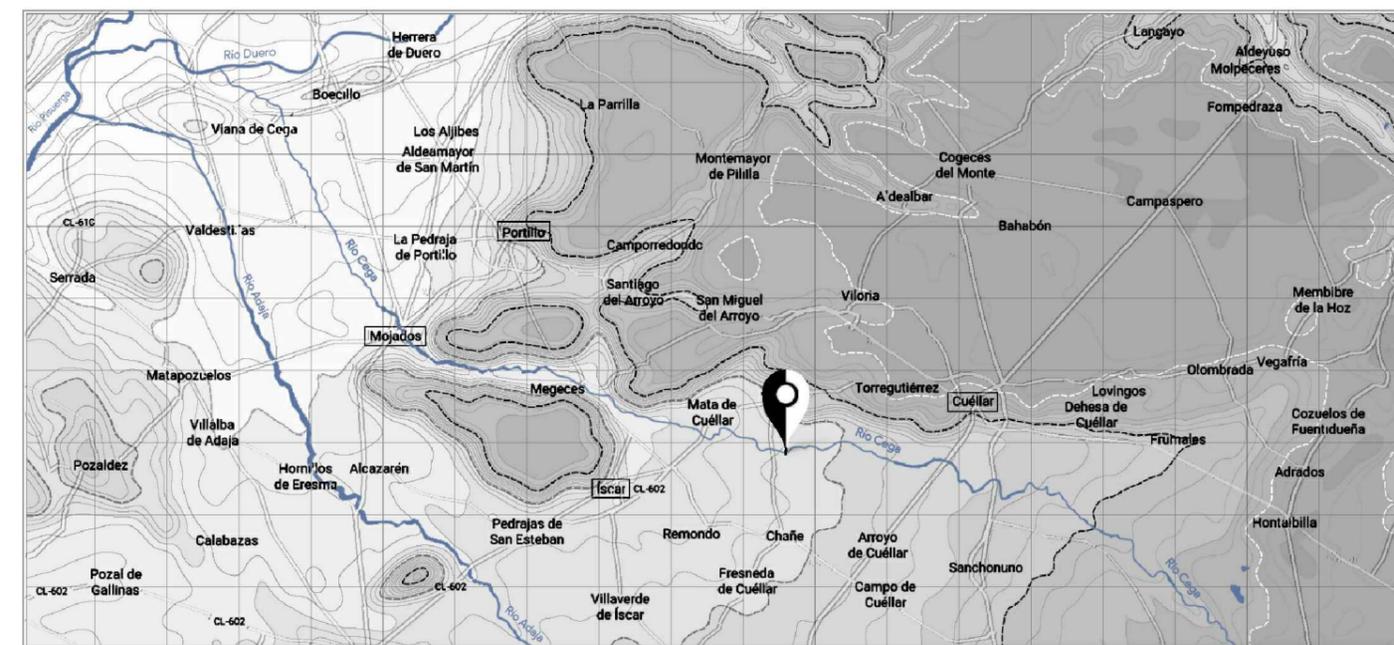
<https://www.pinterest.es/pin/657314508087248605/>

<https://ecoinventos.com/disenos-para-granjas/#8>

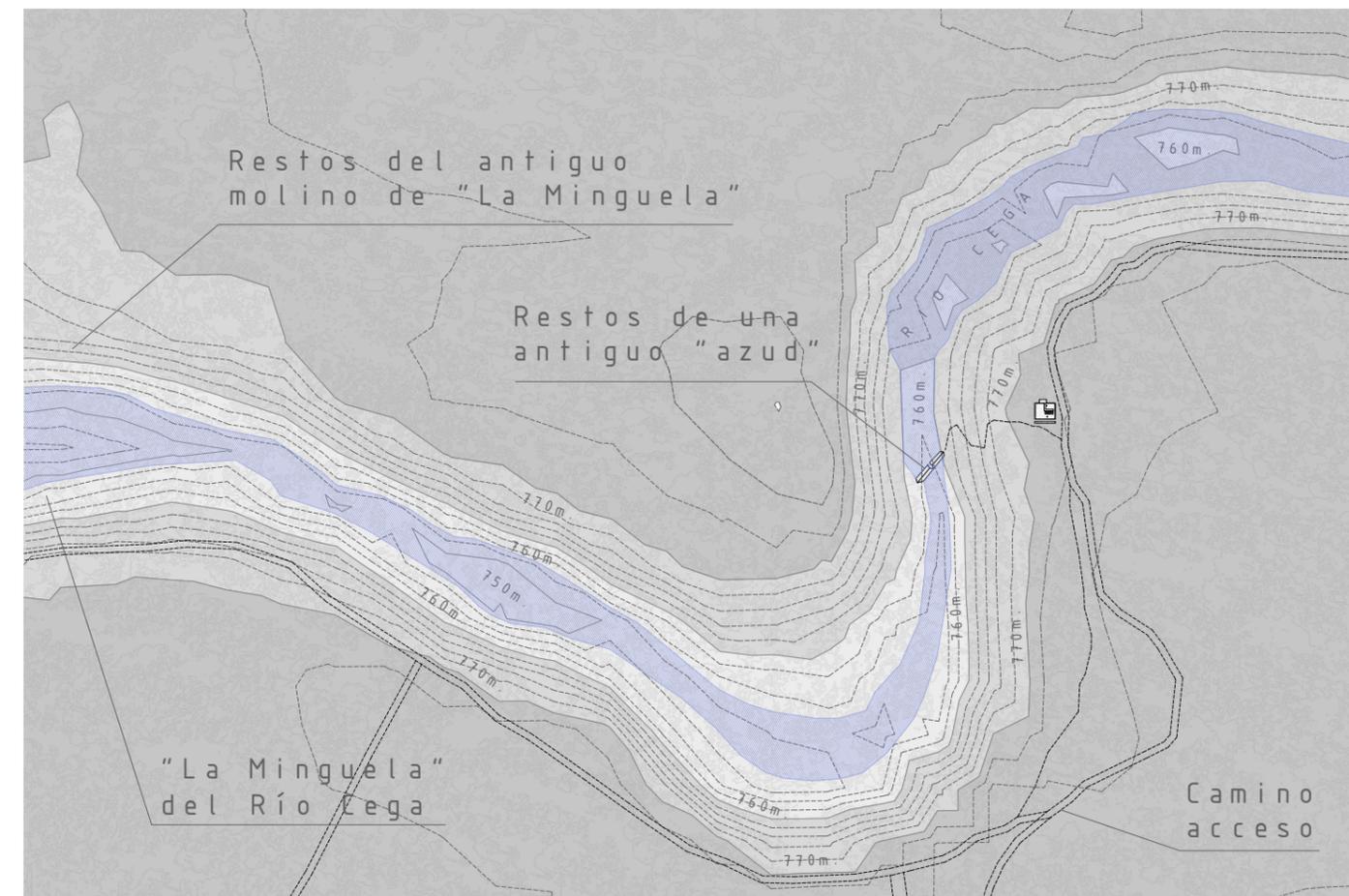
Ideas de construcciones con palets

<https://www.pinterest.es/pin/677721443899596304/>

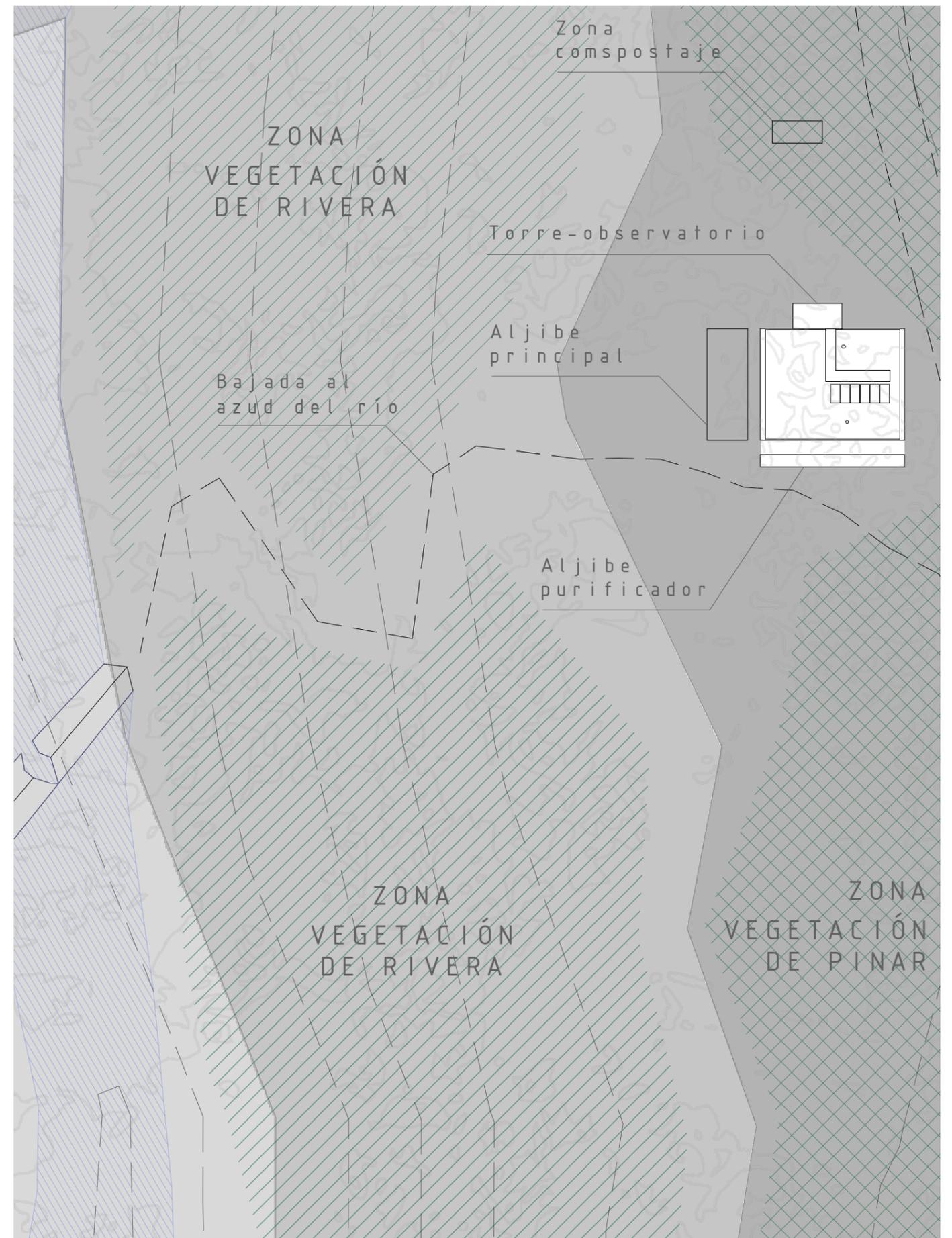
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y OBSERVATORIO RED NATURA RIVERA DEL RÍO CEGA



Plano de Situación

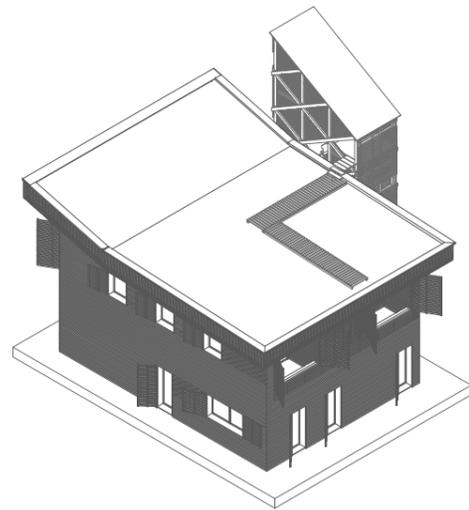


Plano de Emplazamiento

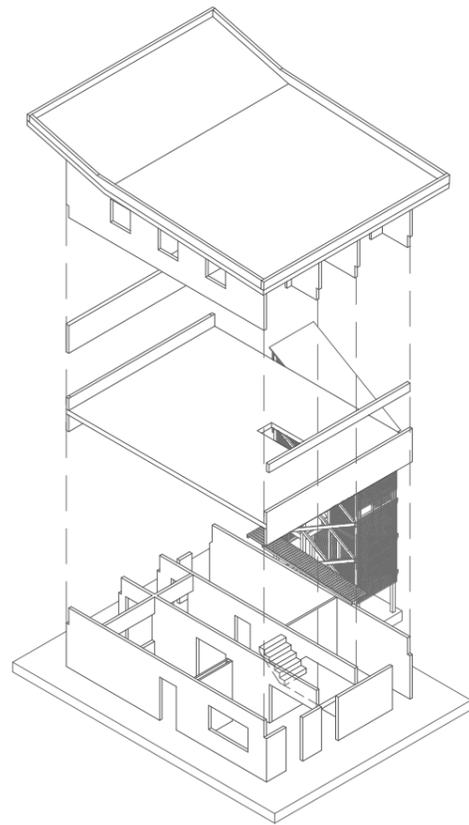


Plano General

E: 1.500

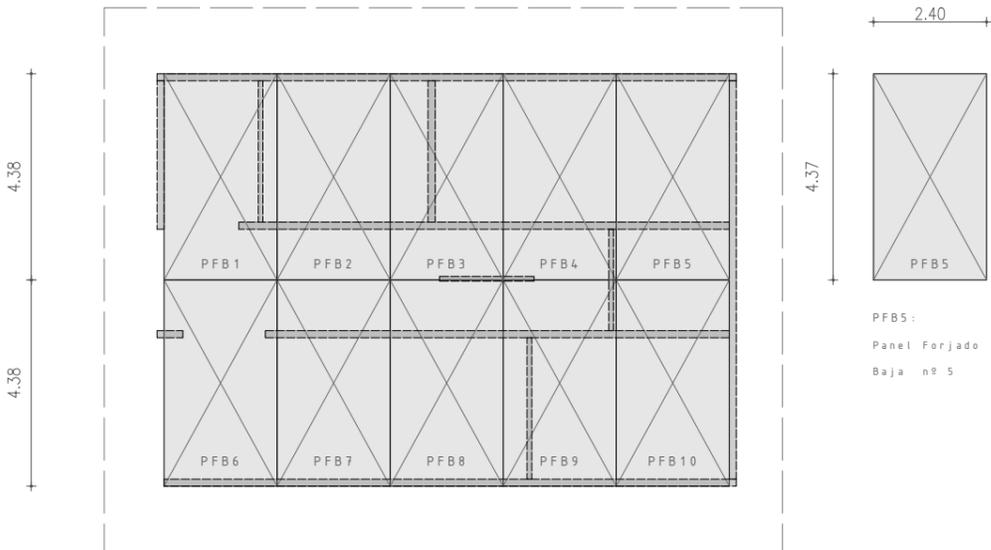


Axonometría volumen



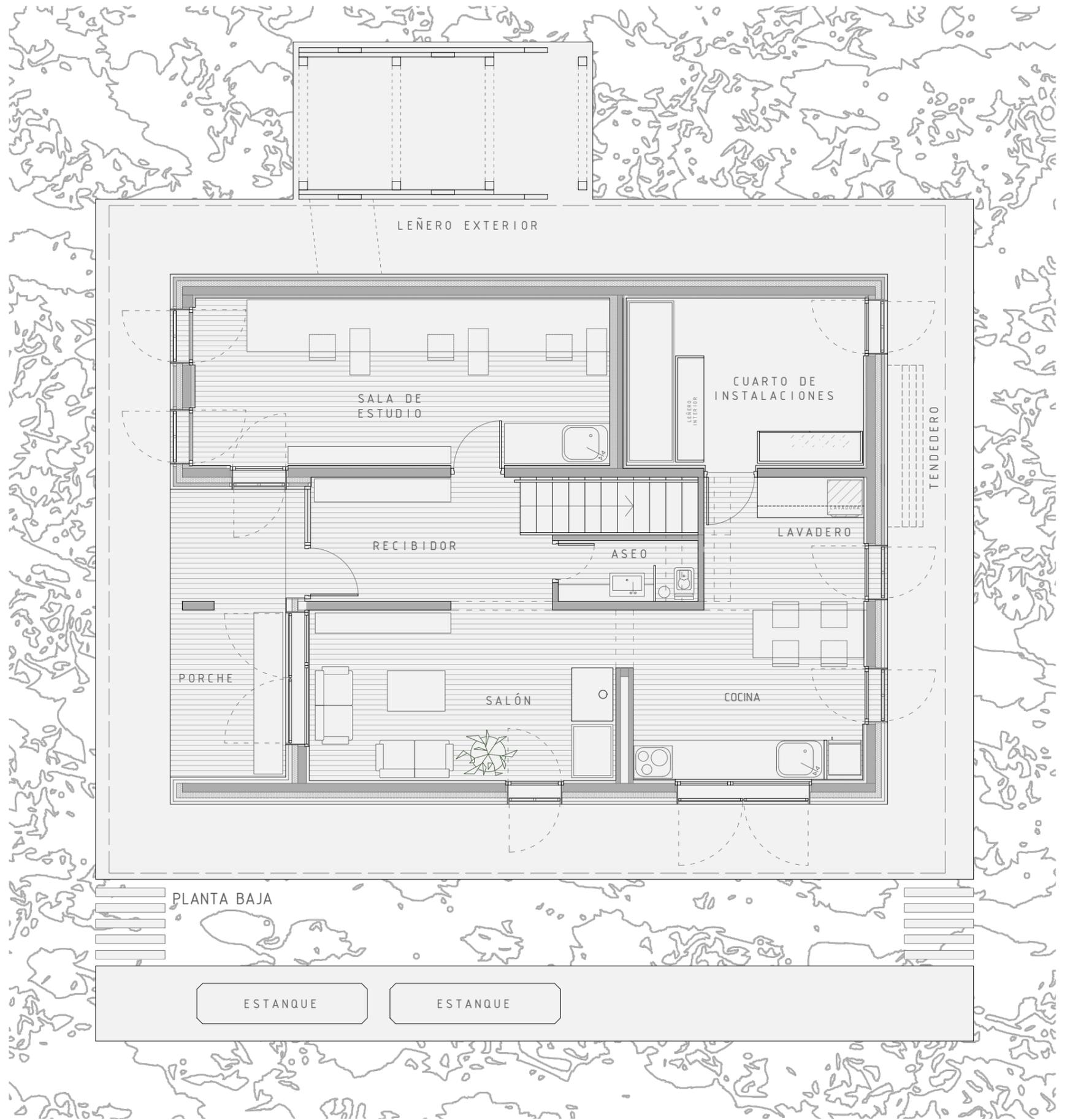
Axonometría explotada

2.40 2.40 2.40 2.40 2.40 2.40



Despiece Panel CLT: 1.150

Techo planta baja



PLANTA BAJA

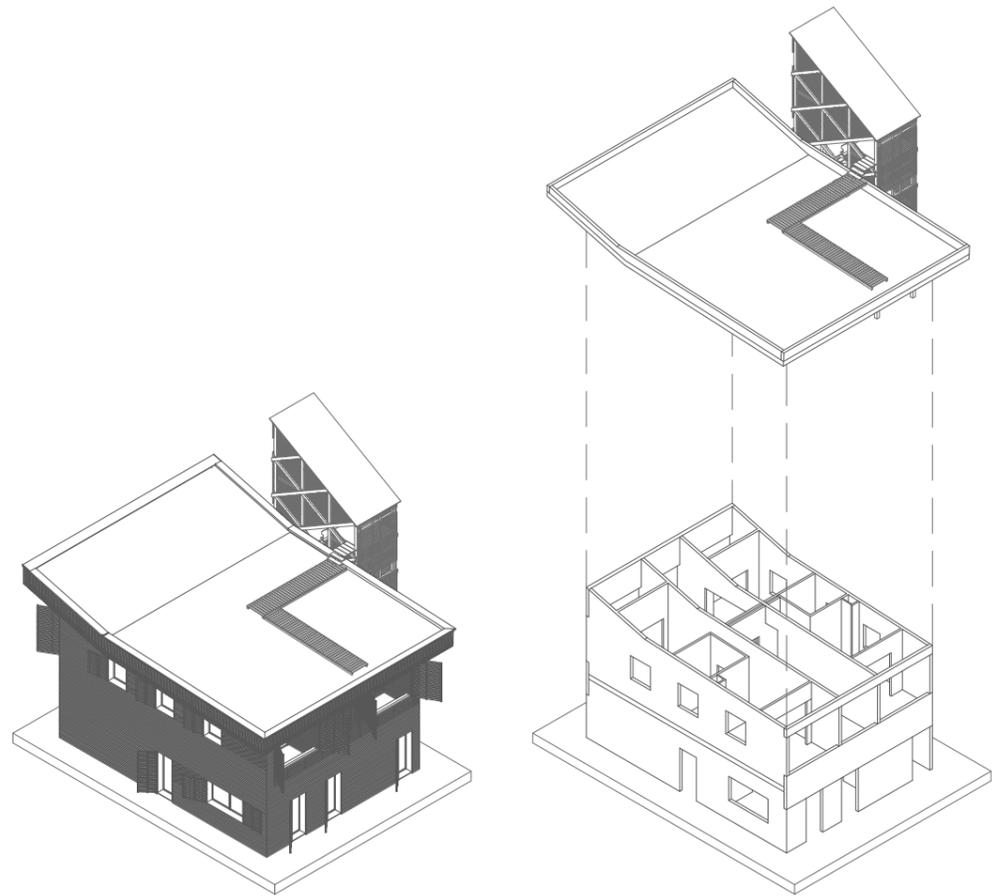
Planta Baja



1.75

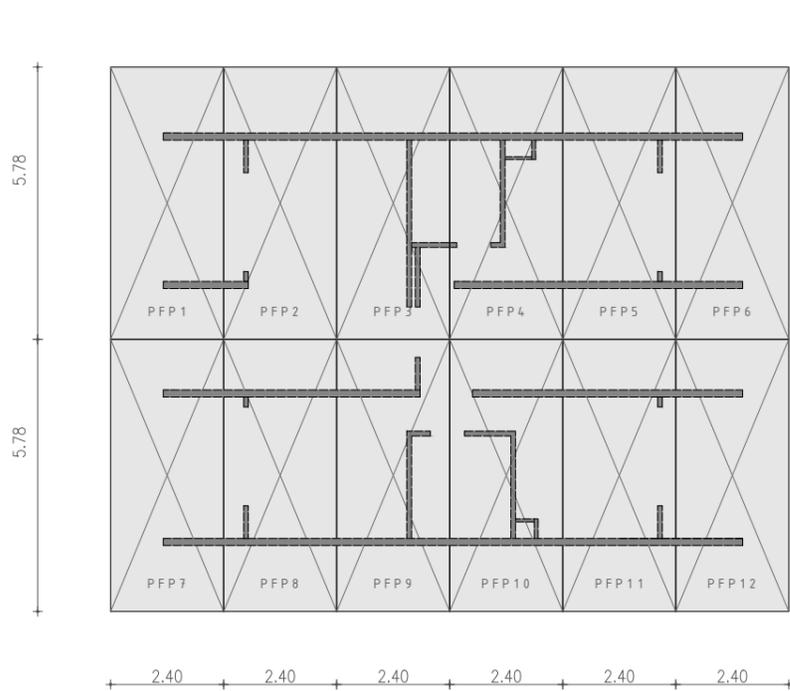
5 4 3 2 1

m.



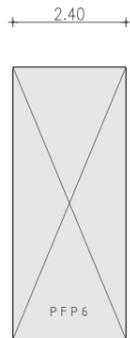
Axonometría volumen

Axonometría explotada

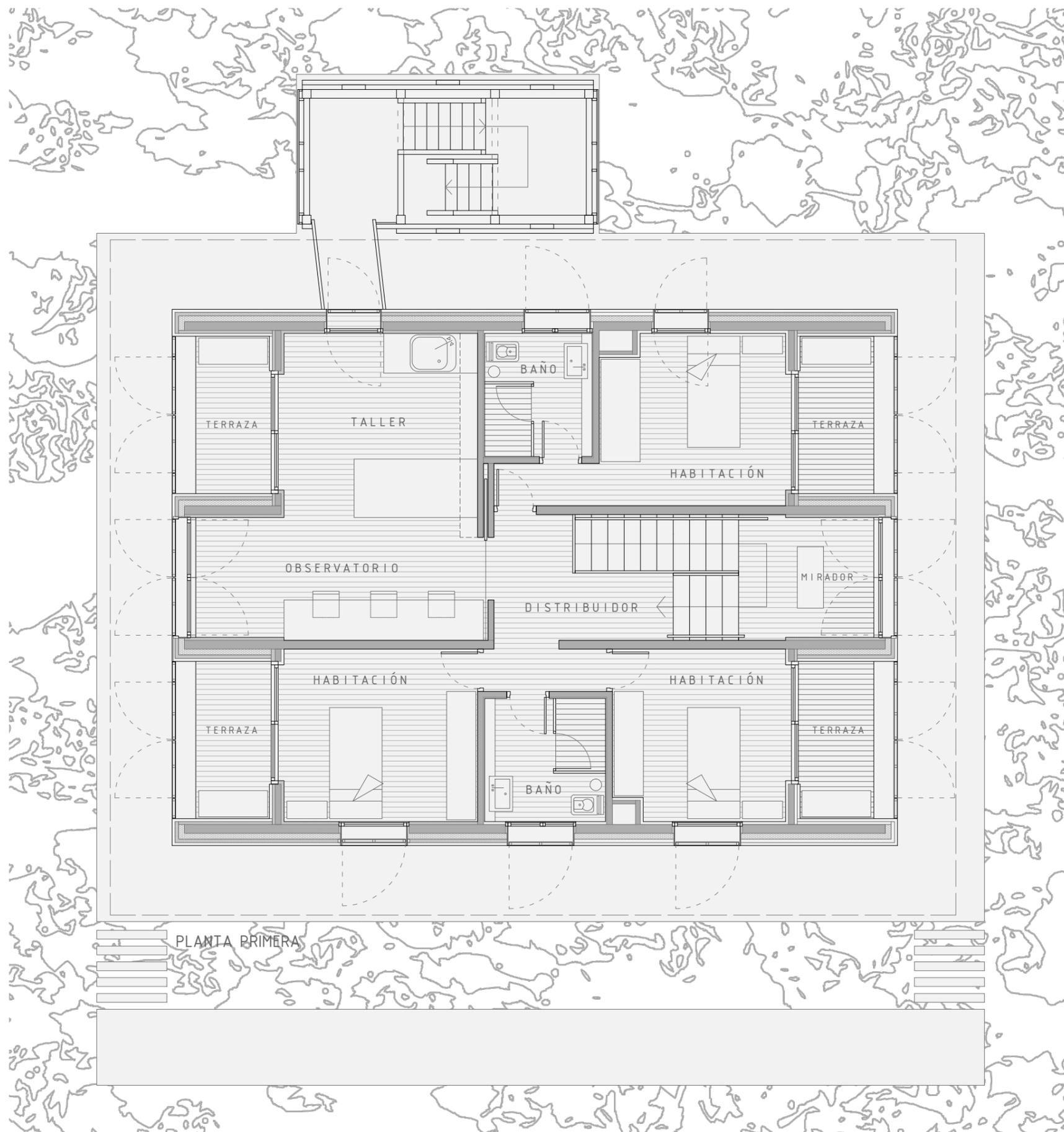


Despiece Panel CLT: 1.150

Techo planta baja



PFP6:
Panel Forjado
Primera nº 6



PLANTA PRIMERA

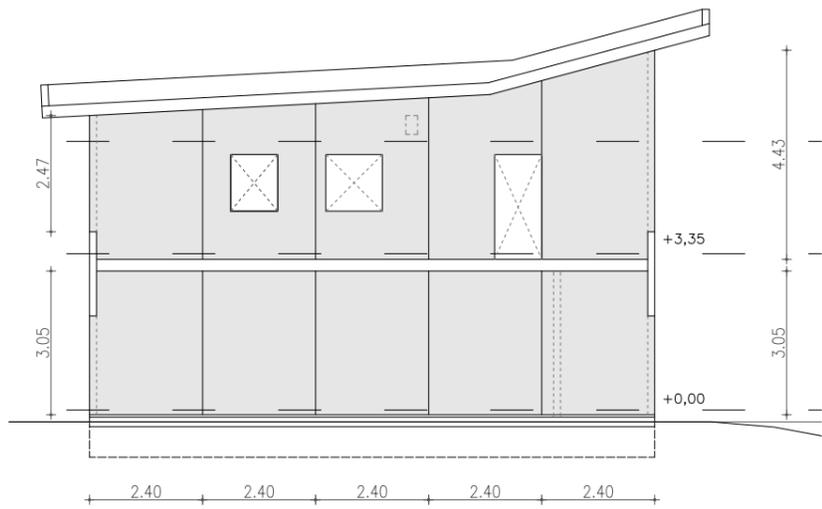
Planta Primera



1.75

5 4 3 2 1

m.



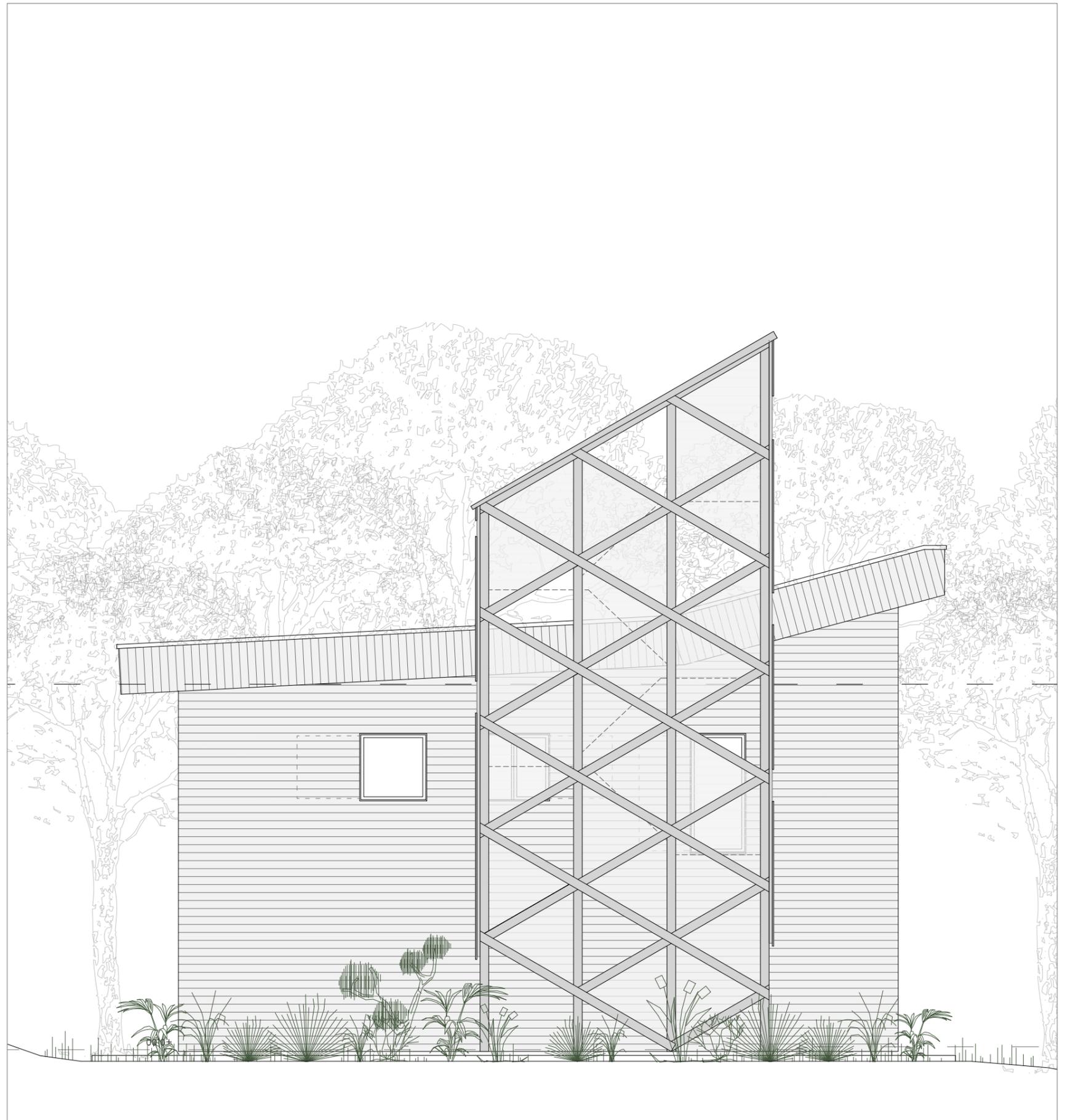
Despiece Panel CLT:

Alzado norte

1.150

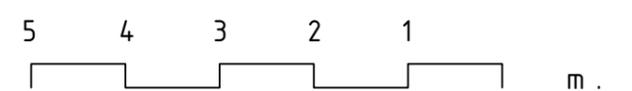


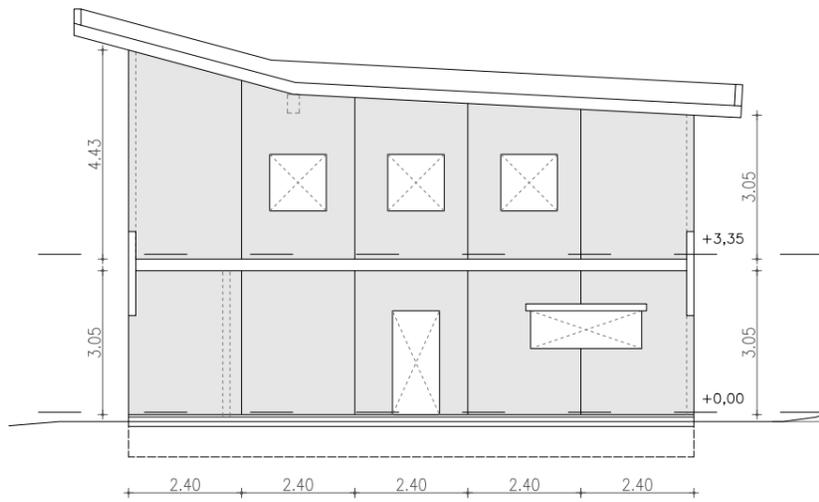
Vista exterior



Alzado norte

1.75





Despiece Panel CLT:

Alzado sur

1.150

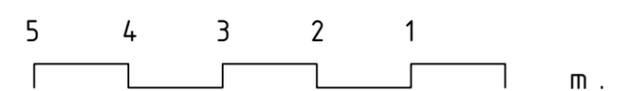


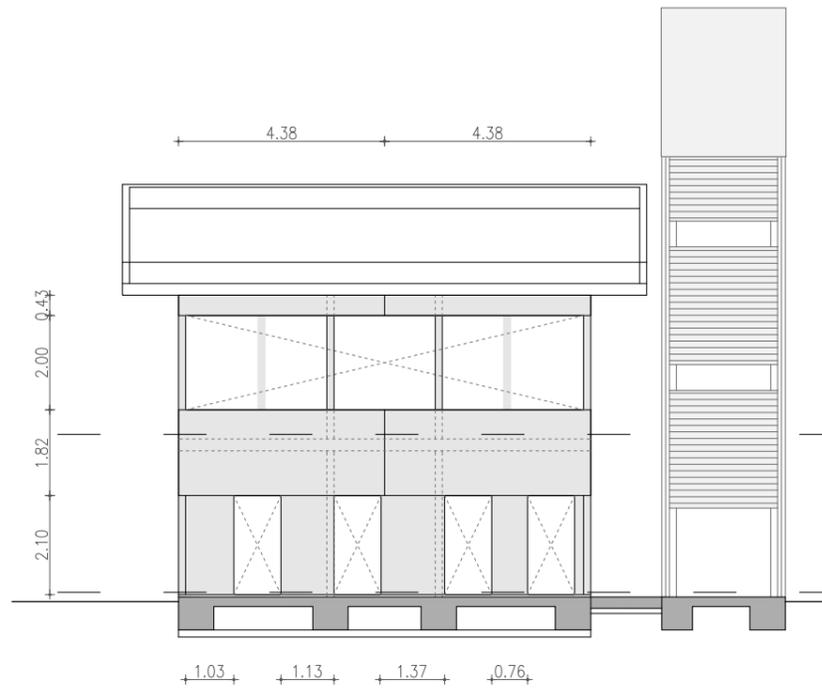
Vista exterior



Alzado sur

1.75





Despiece Panel CLT:

Alzado este

1.150



Vista exterior

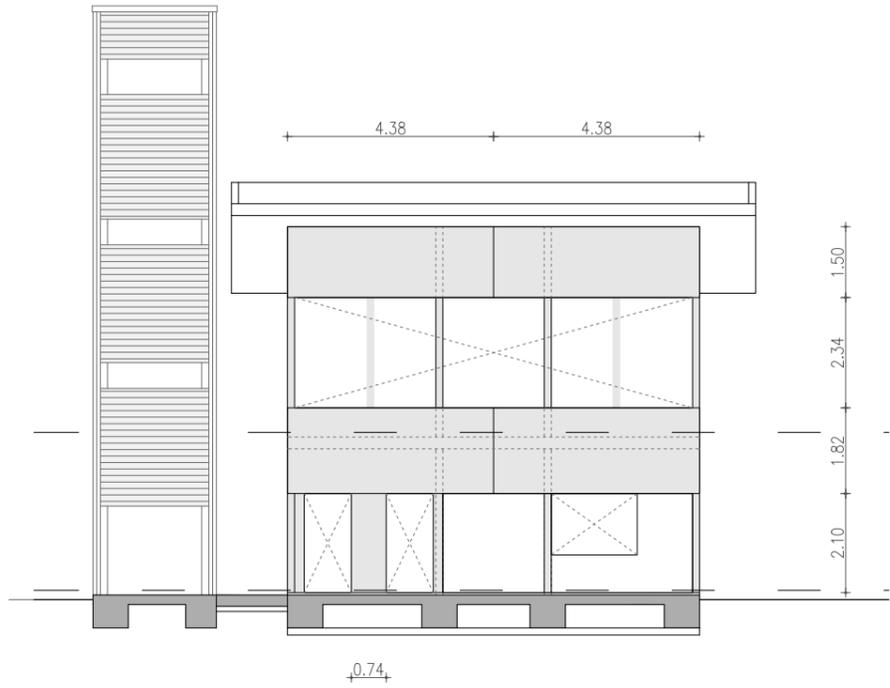


Alzado este

1.75

5 4 3 2 1

m.



Despiece Panel CLT:

Alzado oeste

1.150



Vista exterior

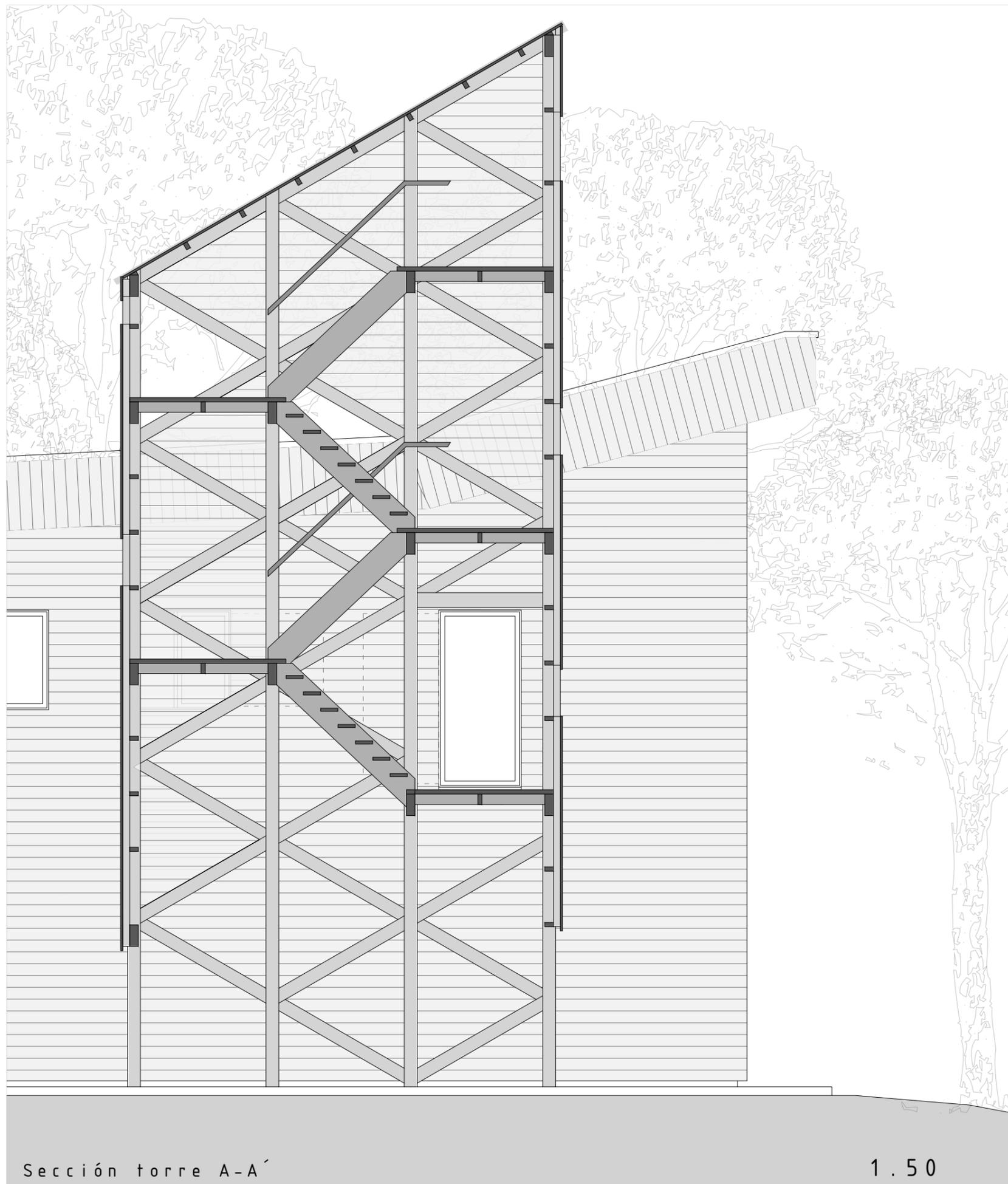


Alzado oeste

1.75

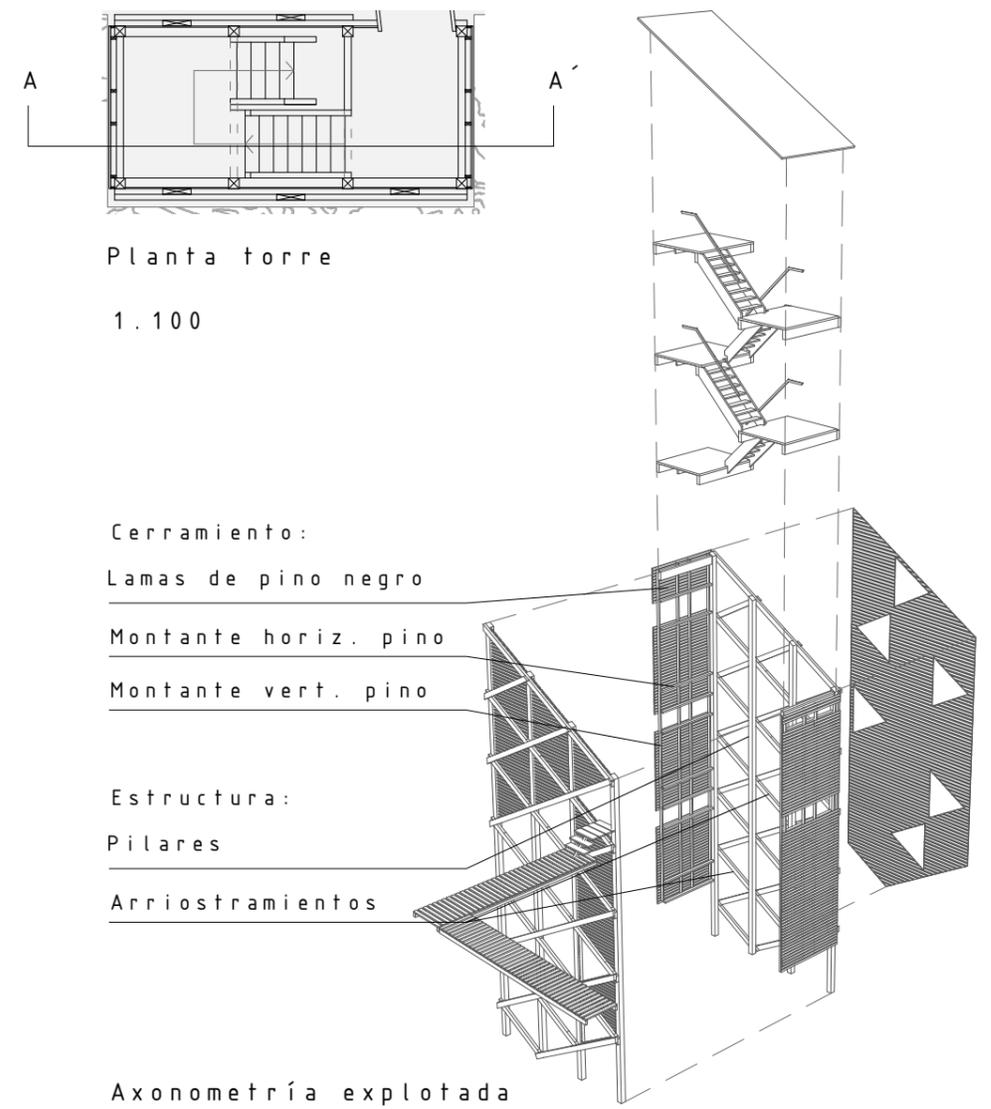
5 4 3 2 1

m.

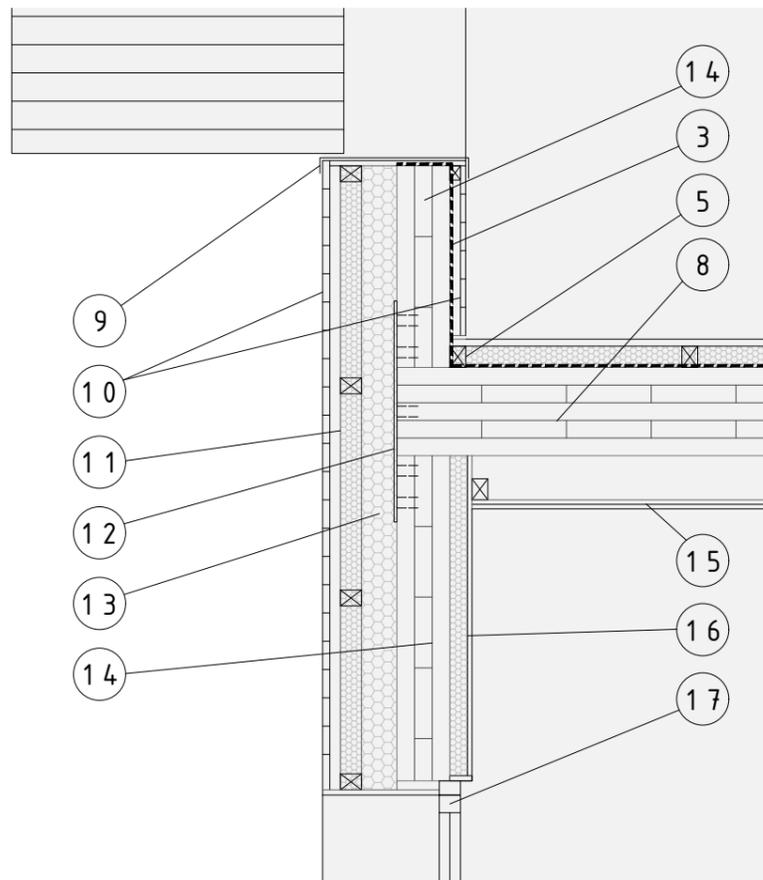
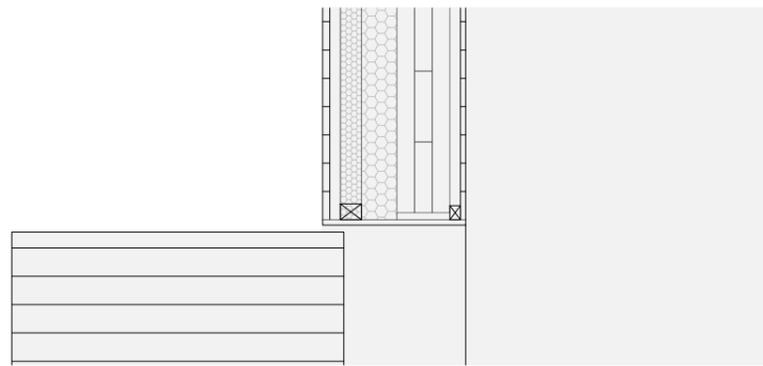
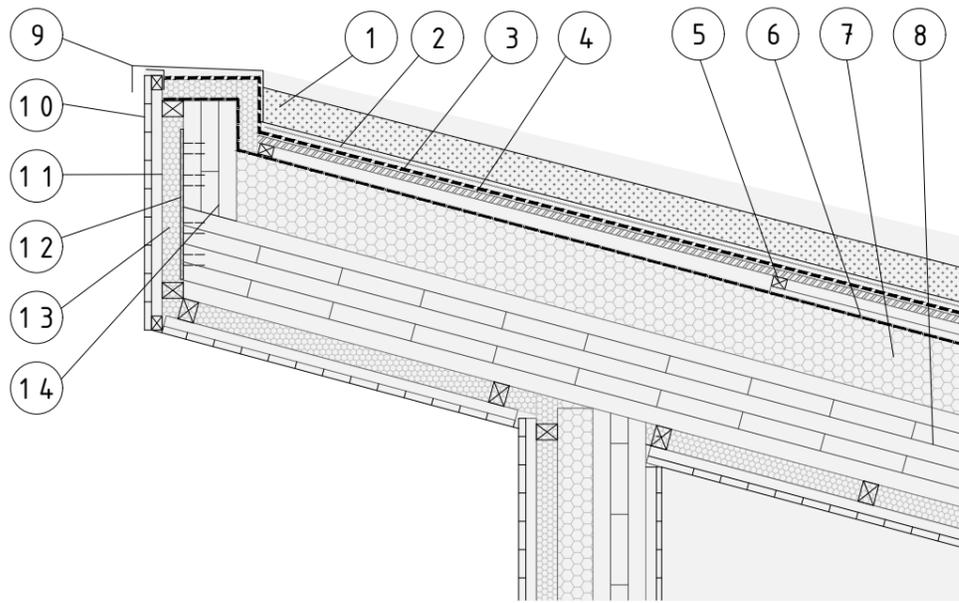


Sección torre A-A'

1.50

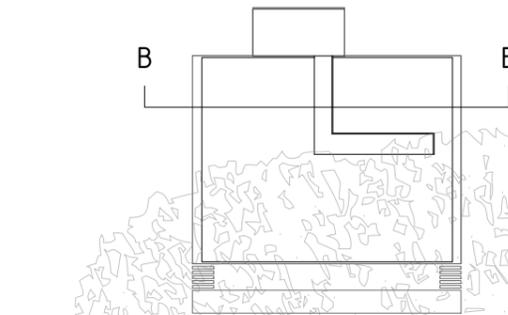


Vista superior desde la torre

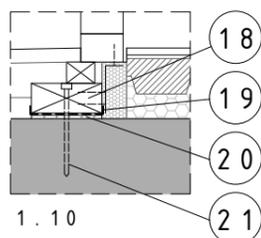


Detalle A

1.20

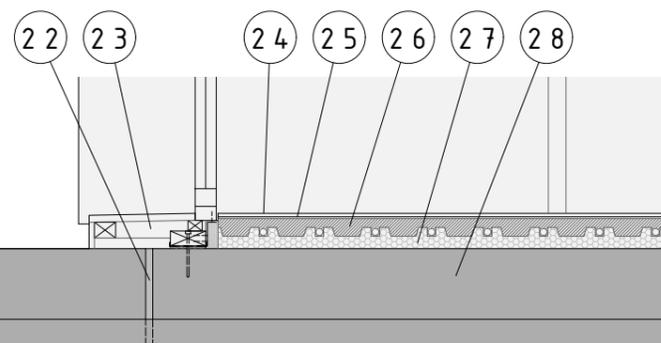


1. Cubierta vegetal
2. Lámina drenante
3. Lámina impermeable
4. Tablero rígido
5. Rastrel madera
6. Barrera de vapor
7. Aislamiento fibra de madera
8. Forjado panel CTL
9. Albardilla metálica
10. Lamas madera de pino negro
11. Montantes de madera
12. Placa acero sujeción
13. Aislamiento fibra de madera
14. Peto de panel CTL
15. Falso techo de lamas madera
16. Trasdosado pladur
17. Carpintería de madera
18. Taco base
19. EPDM: corte capilaridad
20. Mortero de nivelación
21. Fijación al hormigón por rosca
22. Junta soleras de porex
23. Rastrel madera vierteaguas
24. Tarima de madera
25. Mortero adhesivo
26. Material de relleno
27. Aislamiento térmico
28. Solera de hormigón

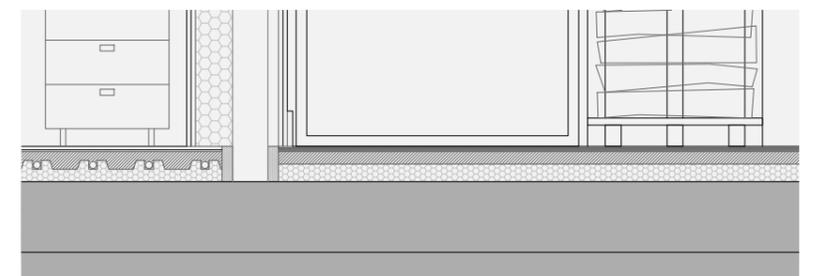


1.10

Detalle B

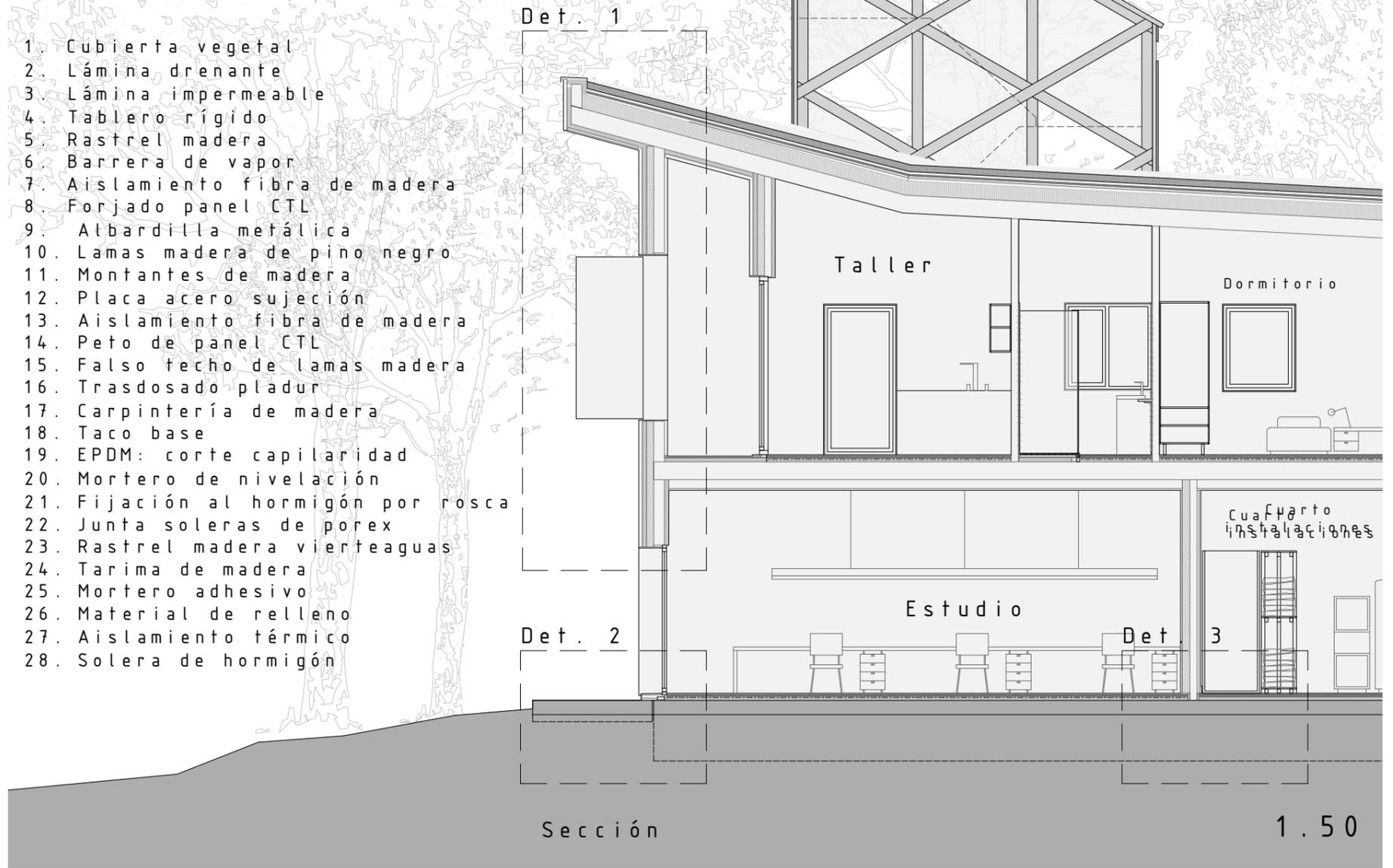


1.20



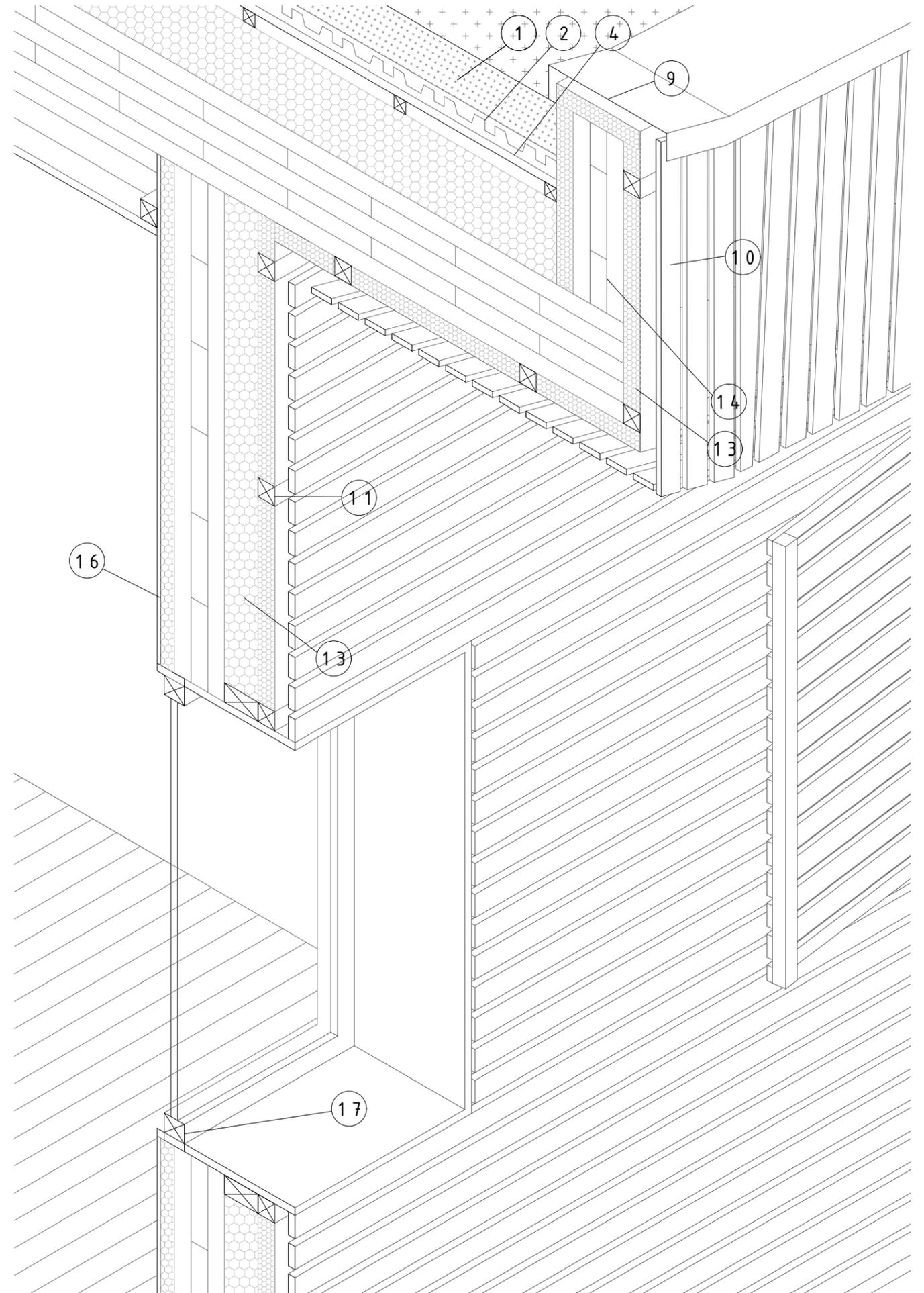
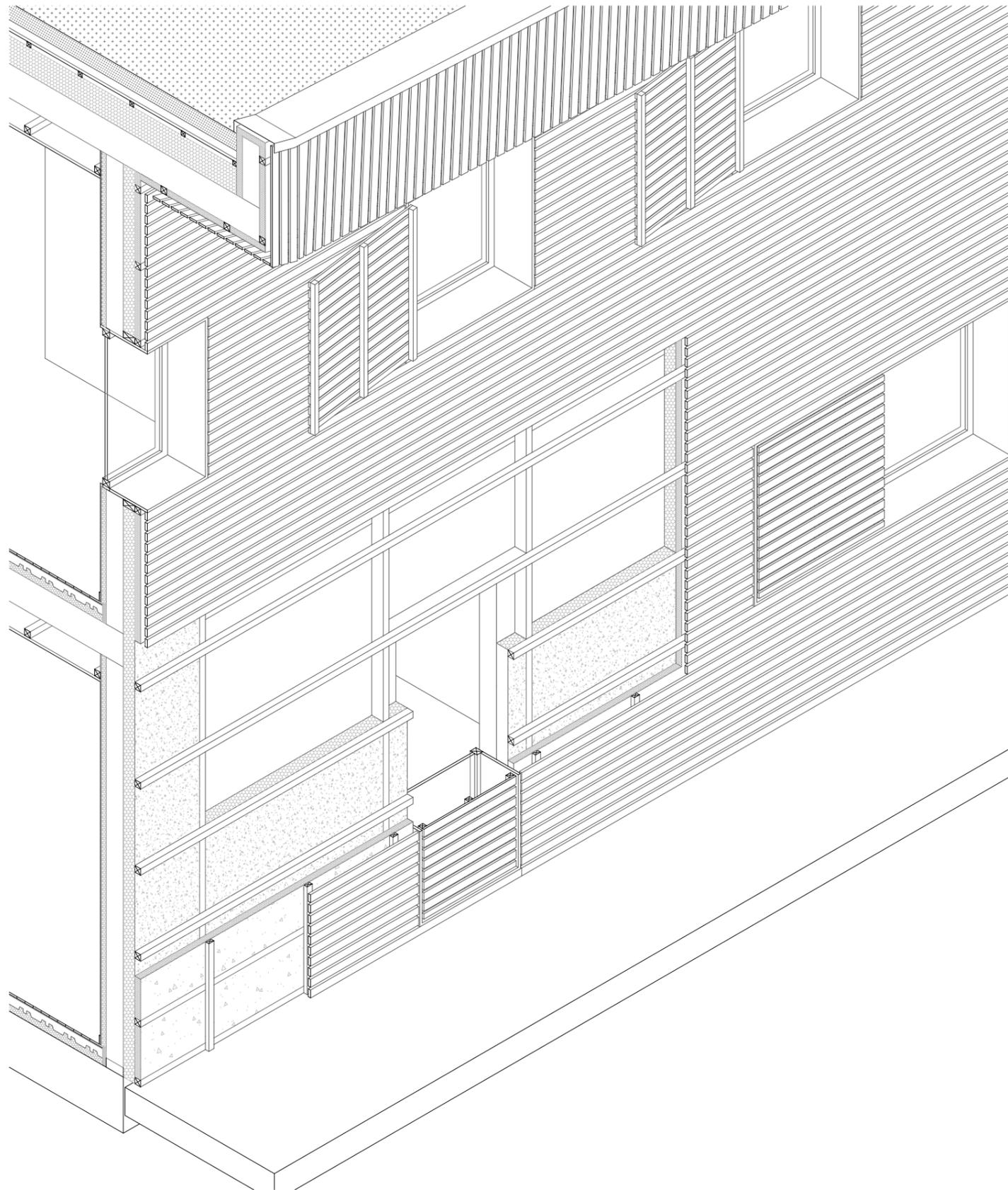
Detalle C

1.20



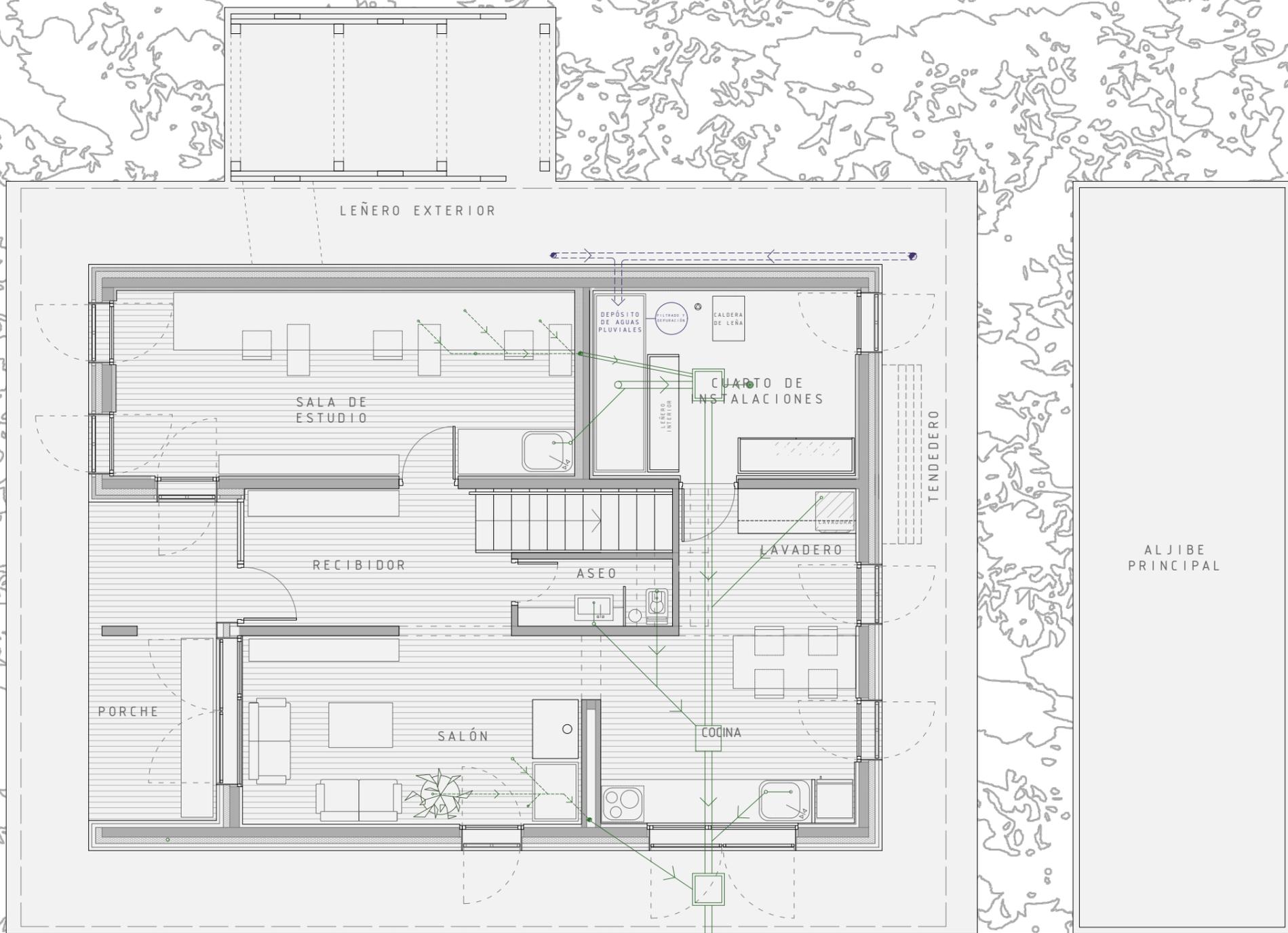
Sección

1.50



- 1. Cubierta vegetal
- 2. Lámina drenante
- 3. Lámina impermeable
- 4. Tablero rígido
- 5. Rastrel madera
- 6. Barrera de vapor
- 7. Aislamiento fibra de madera
- 8. Forjado panel CTL

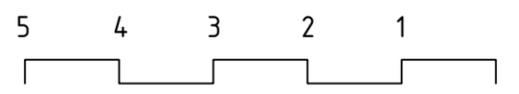
- 9. Albardilla metálica
- 10. Lamas madera de pino negro
- 11. Montantes de madera
- 12. Placa acero sujeción
- 13. Aislamiento fibra de madera
- 14. Peto de panel CTL
- 15. Falso techo de lamas madera
- 16. Trasdosado pladur
- 17. Carpintería de madera

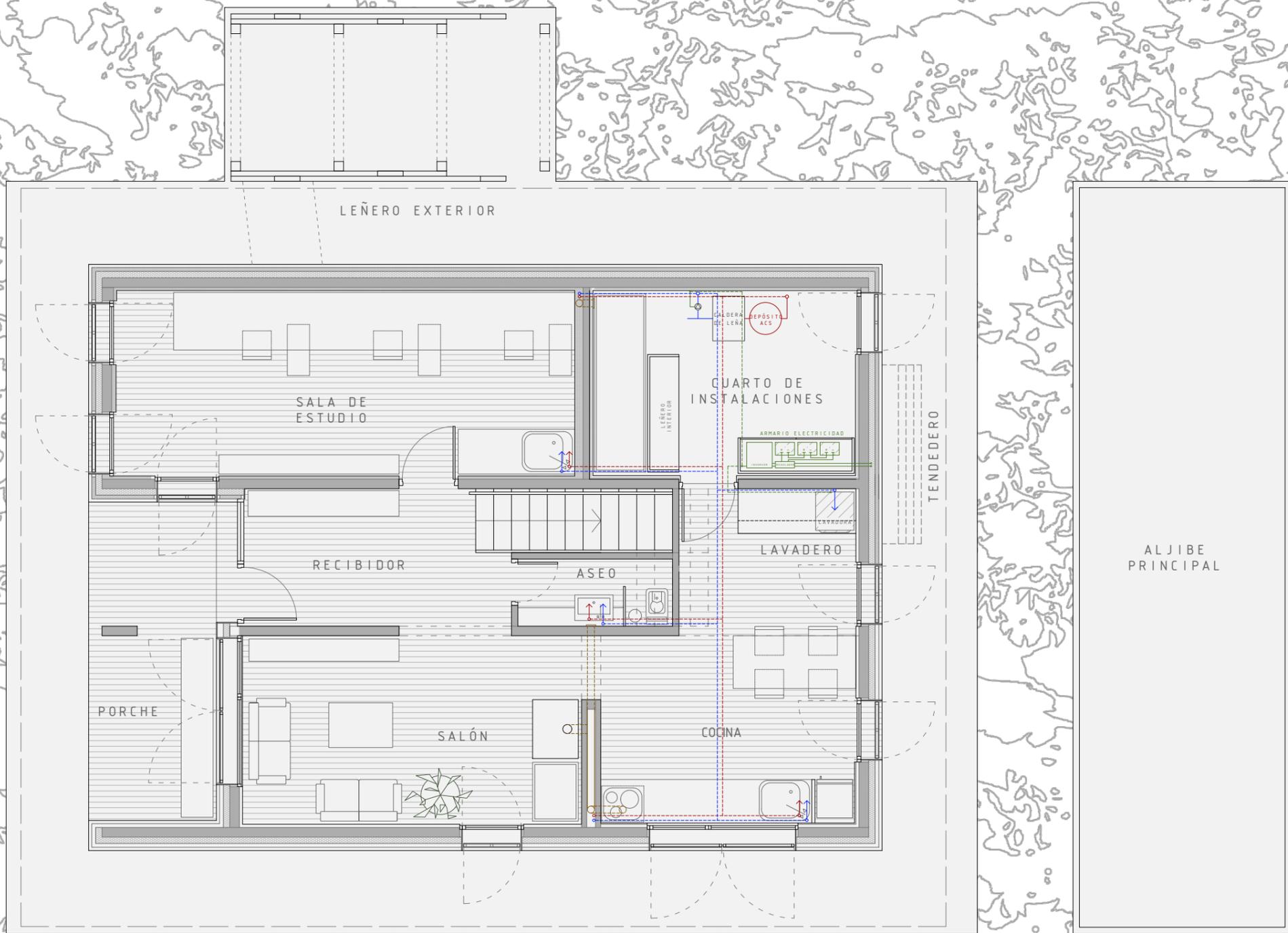


Instalaciones de saneamiento y pluviales



1.75





PLANTA BAJA

ESTANQUE

ESTANQUE

Instalaciones de fontanería, ventilación y electricidad



1.75

