

PÂNI BALNA

Proyecto de desarrollo de la comunidad indígena Sacalwas, Nicaragua.
Lab H - Proyecto final de máster

Máster universitario en arquitectura. Etsa Valencia. Curso 2019/2020
Autora: Marta Martín Sánchez
Tutor: Miguel Ángel Campos González



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA

Trabajo finde máster. Curso: 2019/2020
Escuela técnica superior de arquitectura.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA

RESUMEN

El proyecto se presenta en el contexto de la cooperación, en una investigación y posterior propuesta de desarrollo urbano de la comunidad indígena de Sacalwas en Bonanza, Nicaragua.

La idea nace de la participación en un programa de apoyo a la oficina de arquitectura del ayuntamiento de Bonanza. Con este proyecto se pretende crear un plan de desarrollo urbano para la comunidad más cercana al pueblo de Bonanza. Es por ello por lo que se realiza una aproximación al tema lo más realista posible. El nombre del proyecto es Pani Balna, que significa comunidad o comunidades en mayangna, la etnia de la comunidad.

Se propone un plan de crecimiento a través de la creación de un sistema de saneamiento y una red viaria lo más amable con el entorno y la naturaleza posible. Además, el proyecto se centrará en la creación de una nueva vivienda y de la mejora de las condiciones de las viviendas ya existentes y sus instalaciones.

RESUM

El projecte es presenta en el context de la cooperació, en una investigació i posterior proposta de desenvolupament urbà de la comunitat indígena de Sacalwas en Bonança, Nicaragua.

La idea naix de la participació en un programa de suport a l'oficina d'arquitectura de l'ajuntament de Bonança. Amb aquest projecte es pretén crear un pla de desenvolupament urbà per a la comunitat més pròxima al poble de Bonança. És per això que es realitza una aproximació al tema el més realista possible. El nom del projecte és Pani Balna, que significa comunitat o comunitats en mayangna, l'ètnia de la comunitat.

Es proposa un pla de creixement a través de la creació d'un sistema de sanejament i una xarxa viària el més amable amb l'entorn i la naturalesa possible. A més, el projecte se centrarà en la creació d'un nou habitatge i de la millora de les condicions dels habitatges ja existents i les seues instal·lacions.

ABSTRACT

The project is presented in the context of cooperation, in an investigation and subsequent proposal for urban development of the Sacalwas indigenous community in Bonanza, Nicaragua.

The idea stems from participating in a program to support the Bonanza town hall architecture office. This project aims to create an urban development plan for the community closest to the town of Bonanza. This is why an approach to the subject is made as realistic as possible. The name of the project is Pani Balna, which means community or communities in Mayangna, the ethnic group of the community.

A growth plan is proposed through the creation of a sanitation system and a road network that is as friendly to the environment and nature as possible. In addition, the project will focus on creating new housing and improving the conditions of existing housing and facilities.

MEMORIA

1. Análisis y contexto
2. Referencias
3. Memoria de ideación
4. Memoria descriptiva
5. Memoria constructiva
6. Memoria gráfica

1 . ANÁLISIS

01. Contexto cultural
02. Contexto histórico
03. Contexto municipal
04. Medio físico natural
 - o Clima
 - o Cuencas hidrográficas
 - o Geomorfología
 - o Sismicidad
 - o Suelos
 - o Recursos naturales
05. Economía
06. Demografía
07. Área de la comunidad de estudio
08. Estructura urbana, uso del suelo y vivienda
09. Infraestructura y equipamiento
10. Problemáticas
11. Imágenes

02. CONTEXTO HISTÓRICO

La comunidad indígena estudiada, Sacalwás, se encuentra en la Región Autónoma del Atlántico Norte de Nicaragua, concretamente en el municipio de Bonanza.

Bonanza nace como un plantel minero hace 73 años, en el territorio de Pis Pis. En el siglo XVII el territorio pertenecía al área de la Costa Atlántica de Centroamérica y estaba bajo el dominio de los ingleses, quienes aliados con los Misquitos implantaron un Protectorado, el Reino Independiente de la Mosquitia.¹

El área de Pis Pis para esta época estaba habitada por “los indígenas Sumus (Mayangnas), que llegaron desde 1878 procedentes de los ríos Coco y Prinzapolka, presionados por los Misquitos... que los expulsaron del litoral hondureño y nicaragüense, empujándoles a la espesa montaña, en las riberas de los ríos Chilanwas, Spaylina (Españolina), Waspuk y otros”.² A partir de 1883, el territorio se vio invadido de grandes empresas mineras que pretendían explotar los yacimientos de la zona. Estas empresas se asentaban en planteles mineros y generaron las primeras comunidades mestizas (extranjeros e indígenas).

Para los indígenas de la zona “la explotación minera no significó desarrollo alguno [...] y se limitó a ser una oportunidad de intercambio comercial para los Mayagnas, que compraban a los mercaderes extranjeros”.¹

Los cambios más significativos en la cultura de la zona los realizaron los misioneros moravos, que no solo convirtieron a los misquitos sino también a todos los indígenas del territorio de Pis Pis, incluyendo a los Mayagnas.

“Los principales cambios en la vida de los Mayangnas fueron la transformación de sus amplias viviendas multifamiliares sin paredes, situadas en terrenos altos cerca de los ríos y con piso de tierra por casas elevadas sobre pilotes, con piso de madera, cerradas con paredes y concentradas alrededor de la iglesia”.¹

En definitiva, desde la llegada de las primeras empresas en 1883 hasta la actualidad, todo el territorio de Pis Pis, habitado por los indígenas tanto Mayagnas como de otras etnias ha sido invadido por diversas empresas mineras. Lo que dichas empresas consiguieron fue una agrupación de los indígenas en grandes poblados, normalmente cerca de los planteles mineros y con ello la creación de las primeras grandes comunidades.

Ya en los años 50, las empresas mineras habían tomado el control de la población de la zona, añadiendo todo tipo de servicios, tanto a la vivienda como a las comunidades. En la zona de Bonanza las viviendas ya contaban con energía eléctrica, aunque seguía sin comunicación terrestre con el resto del país.

Sakalwas se crea para la reubicación de la población Mayagna, desde el territorio indígena a la zona donde se encuentra actualmente, después de la guerra de los 80.³



Casa Sumu (tawahka), multifamiliar y sin paredes
dibujo de la novela "Poyer village on the Guallambre" de Squier 1855



Foto cortesía Antony Sinclair
Viviendas de obreros en los primeros planteles mineros

¹ Plan de Ordenamiento y Desarrollo Urbano de Bonanza, año 2009. Alcaldía de Bonanza.

² Plan de Ordenamiento Ambiental (POTA) año 2000. Alcaldía de Bonanza y Centro Humboldt.

³ Conocida como Revolución Popular Sandinista o simplemente Revolución Sandinista, al proceso abierto en Nicaragua entre julio de 1979 hasta febrero de 1990, protagonizado por el Frente Sandinista de Liberación Nacional que puso fin a la dictadura de la familia Somoza, sustituyéndola por un gobierno democrático de perfil progresista de izquierda.

03. CONTEXTO MUNICIPAL

La comunidad de Sacalwás se encuentra dentro del municipio de Bonanza que administrativamente pertenece a la Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN), y se rige por la ley 28 “Estatuto de Autonomía de las dos Regiones de la Costa Atlántica de Nicaragua” y su reglamento la Ley 28 del 02 de octubre de 2003. ⁴

El municipio de Bonanza tiene una extensión de 2,03942 km² que representa el 6.34% de la RAAN y el 1.77% del territorio nacional con una población estimada de 22,263 personas. ⁵

En ella se asientan comunidades indígenas Misquita, en las márgenes del río Coco, y Mayangnas en el centro de la reserva y en las riberas de los ríos Pis- Pis, Waspuk, Bocay y Lakus.

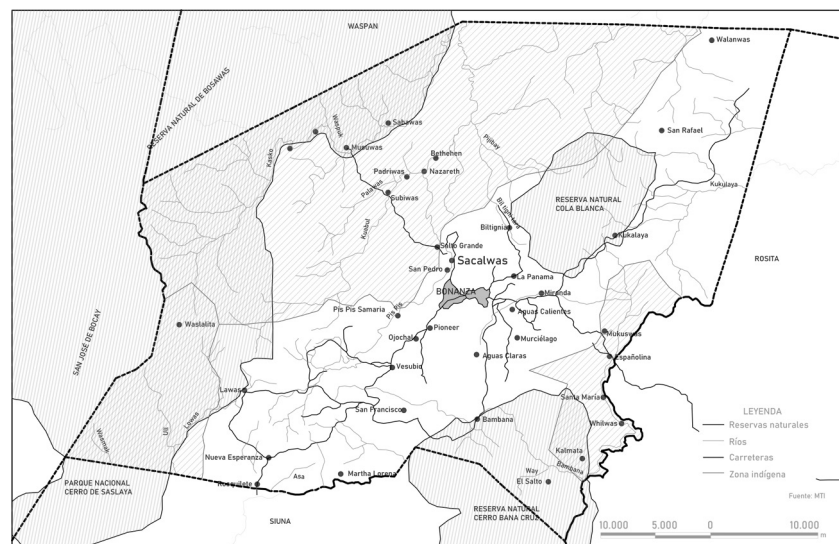
El territorio municipal de Bonanza tiene como única concentración urbana a la cabecera municipal, el resto de la población se distribuye en 43 comunidades, 18 de las cuales pertenecen a la etnia Mayagna y el resto son de composición mestiza. Estas comunidades se agruparon administrativamente en cuatro sectores. Las zonas 1, 2 y 3 son territorios indígenas de la etnia Mayangna, conformados antiguamente, a excepción de Sakalwas, que se crea para la reubicación de esta población después de la guerra de los 80, por este motivo Sacalwas, aunque es una comunidad indígena se encuentra fuera del territorio indígena.

“En estas comunidades es característico el régimen de propiedad comunal de la tierra, su relación respetuosa con la naturaleza, una clara identidad cultural y social y su organización y gestión comunitaria, conservando desde antaño el Concejo de Ancianos integrado por los hombres más viejos que representan la máxima autoridad en el territorio, el Síndico elegido para regular el uso y los recursos naturales en base a sus conocimientos sobre el territorio y para conocer los problemas de hurto y disciplina y el Juez, electo para sancionar los casos delitos o problemas, en base a lo que el Síndico le reporta”. ⁵

Regiones y municipios en Nicaragua



Comunidades del municipio, reservas naturales y área indígena



⁴ según decreto #3584, gaceta 186

⁵ Plan de Ordenamiento y Desarrollo Urbano de Bonanza, año 2009. Alcaldía de Bonanza.

04. MEDIO FÍSICO NATURAL

El medio físico natural del área de estudio es común al del resto del municipio, pero en este capítulo, se anotan algunas particularidades del área que la conforman.

o Clima

El clima del área de estudio es igual al del resto del territorio municipal que es Trópico Húmedo y que según INETER pertenece al tipo Monzónico (Am). Con una temperatura promedio de 25°C durante todo el año, bajando en los meses de diciembre y enero. Los vientos que predominan son del flujo Noreste, con variaciones hacia el Este.

Las precipitaciones se dan de 8 a 9 meses, aunque cada año el verano es más extenso, siendo los meses de julio y agosto cuando se registran las máximas de precipitación y las mínimas entre marzo y abril que corresponde al verano, época que se caracteriza por lluvias copiosas y de corta duración, combinadas con estados soleados durante el día. Según registros locales en los últimos 18 años (1991-2008) el promedio anual de precipitación bajó hasta los 2,628.43 mm, llegando a los 2,304 mm en el año 2001, si se compara con la precipitación promedio en los 50 años anteriores a esta fecha cuando el promedio era de 3,081.21 mm.⁶ La evaporación es de 2,100 mm y una humedad relativa de 80%.

o Cuencas hidrográficas

El área de estudio está situada en el sector Norte de las Microcuencas del río Waspanona, que a su vez pertenecen a la subcuenca del Waspuk que incluye al río Pis Pis. La zona de estudio se encuentra atravesada por el río Pis Pis.

o Geomorfología

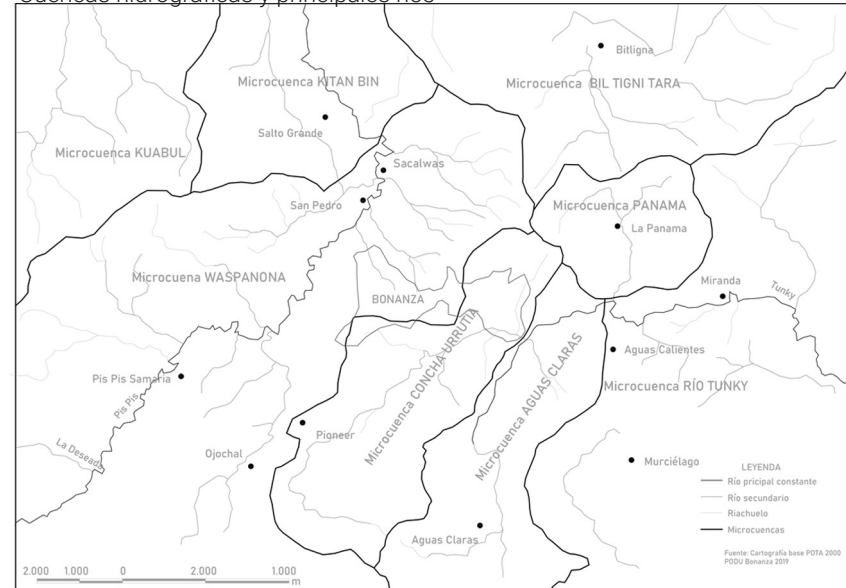
Geológicamente los suelos fueron formados de rocas ígneas del tipo intrusivas y extrusivas en las que se localizan flujos piroclásticos y aglomerados, andesitas y dacitas sobre las que se emplaza un sistema de vetas mineralizadas de Oro, Plata, Zinc, Plomo y Cobre.

o Sismicidad

El área de estudio está situada en la zona de baja sismicidad de Nicaragua que corresponde a la costa Caribe. Sin embargo, por falta de estudios específicos no se conocen los aspectos específicos del municipio en este tema.

⁶ Datos de 70 años del Pluviómetro de HEMCO (empresa minera del pueblo).

Cuencas hidrográficas y principales ríos

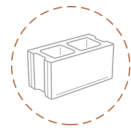


Geología y clasificación del suelo



Construcción de viviendas

Bloques de hormigón: se usan para las bases de las viviendas. Es un material caro.



Bloque de hormigón

Madera:

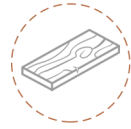
Cedro macho (Saba): construcción de casas, mesas y sillas.

María (Krasa): la madera de María se usa para construir casas y artesanías.

Nancitón (Panawal): madera para construir casas.



Madera para suelos



Madera para cerramientos

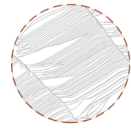
Construcción de cubiertas

Chapa metálica de zinc: se utilizan para construir las cubiertas de las viviendas, es barato.



Chapa de zinc

Suita: material vegetal utilizado para construir cubiertas, la planta se consigue en las montañas.

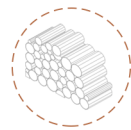


Cubierta de suita

Construcción de cimentaciones

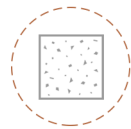
Madera:

Comenegro (Silam): es madera muy dura, se usa esta madera para postes de las casas que puede duran toda la vida.



Postes de madera

Hormigón: en ocasiones se utiliza hormigón para reforzar los postes de madera de las viviendas.



Hormigón

Pavimentos

Piedra cantera: es un bloque de piedra, que solo se puede usar para pavimentos debido a su fuerte erosión.



Piedra cantera

Artesanías

Tuno: tela fabricada con fibras vegetales, sirven para cubrirse del sol o como tejido para el suelo.



Tejido de tuno

Recursos maderables	Usos	Relación mitológica
Saba (cedro macho)	Construcción de casas, mesas, sillas.	Es un árbol centenario y madera preciosa.
Yuluh (caoba)	Excelente madera, se usa para construir el batu/pipante, así como mesas, sillas, camas, artesanía de madera y utensilios de cocina. Es cultivable.	Árbol centenario de mucho valor.
Suhun (cedro real)	De la madera se hacen mesas, sillas, camas, especialmente ataúdes por su resistencia al agua. Tiene que ver también con la religiosidad de los Mayangna por su valor económico y espiritual.	Madera preciosa, es considerado sagrado.
Sum (laurel)	Tiene múltiples usos. Es madera blanca y suave.	
Krasa (María)	La madera de María se usa para construir casas y artesanías.	Madera preciosa
Sakal (Querosín)	La cáscara se usa como medicina contra hongos y se saca el color rojo vino que se utilizan para colorear en trabajo de artesanía de tuno, excelente leña.	Árbol maderable
Sikauhti (Granadillo)	Madera toja con rayas de color blanco para fabricar artesanía especialmente.	Árbol maderable
Panawal (Nancitón)	Madera para construir casas. De la cáscara también se saca el color morado.	Cuando llega a alcanzar la categoría de árbol centenario posee un amo y señor que lo cuida.
Silam (Comenegro)	Es madera dura de color café, se usa esta madera para postes de las casas que puede duran toda la vida.	
Limsi (Quita calzón)	Es también árbol maderable y suave, pero solamente la cascara se usa para hacer remedio casero.	



05. ECONOMÍA

Analizando los datos obtenidos del censo realizado en la población, se pueden extraer varias conclusiones como que la comunidad plantea un modelo de auto subsistencia. Esto se debe a que la mayoría de los miembros de la comunidad se dedican a la explotación agrícola normalmente para su propio consumo. También hay personas que trabajan fuera de la comunidad, en los pueblos cercanos, pero es un número reducido. En la mayoría de las familias únicamente una o dos personas son las que trabajan, el resto de la familia se dedica al campo y al cuidado de los niños y de la vivienda.

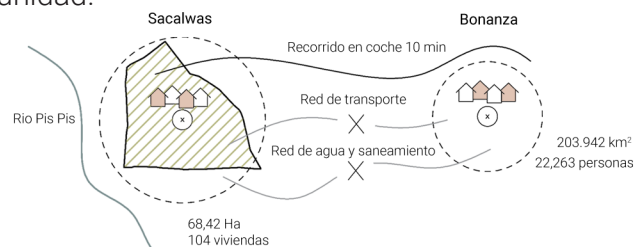
Es necesario señalar que la mayoría de los jóvenes se trasladan a pueblos cercanos para estudiar en la universidad, sobre todo ingeniería agroforestal para poder volver a la comunidad a trabajar en la explotación del campo junto a sus familias. Como modelo de comunidad autosuficiente se trata de un modelo que funciona ya que los productos comprados del exterior se reducen apenas a jabones y productos como refrescos y aperitivos.

06. DEMOGRAFÍA

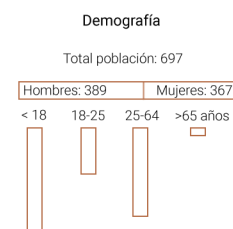
La población en Sacalwas es mayoritariamente una población joven,⁷ la falta de salubridad y la falta de recursos económicos y sanitarios hacen que exista un gran nivel de mortalidad. Esto se puede observar en las tablas, ya que de las 697 personas de la comunidad, solo 24 son mayores de 65 años.

Como datos importantes extraídos de las tablas podemos observar que la mayoría de la comunidad es de religión morava, por esta razón uno de los únicos equipamientos con los que cuenta la comunidad es la iglesia morava.

Además, se puede observar que solo una parte reducida de la población es la que trabaja fuera de la comunidad, otra parte trabaja en el campo en la vivienda y la mayoría no trabaja. Esto se puede explicar debido a la gran cantidad de niños menores de 18 años en la comunidad.



La comunidad de Sacalwas se encuentra a 10 min del pueblo de Bonanza, pero existe una desconexión de todos los servicios, tanto de transporte como de agua y saneamiento.



La población en Sacalwas es mayoritariamente una población joven. Esto se puede observar en las tablas, ya que de las 697 personas de la comunidad, solo 24 son mayores de 65 años.

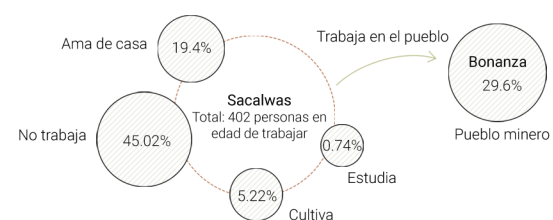
Contexto cultural



Varias generaciones en una misma vivienda y pozos y letrinas compartidos entre vecinos de la comunidad.

Se construyen más viviendas conforme la familia crece y se comparten letrinas y pozos entre la familia.

Ocupación



La mayor parte de la población de Sacalwas no trabaja o se dedica al campo o al cuidado de los niños y la vivienda.



07. ÁREA DE LA COMUNIDAD DE ESTUDIO

La comunidad de estudio se encuentra delimitada por el oeste por el río Pis Pis y una propiedad privada fuera de la comunidad, por norte y sur se encuentra delimitada por otras dos propiedades privadas y por el este por una propiedad de la empresa minera del pueblo HEMCO. Tiene un área de 68,42 ha, en las cuales se distribuyen 104 viviendas, una iglesia, un colegio de primaria y secundaria, un centro de salud y un taller de artesanía.

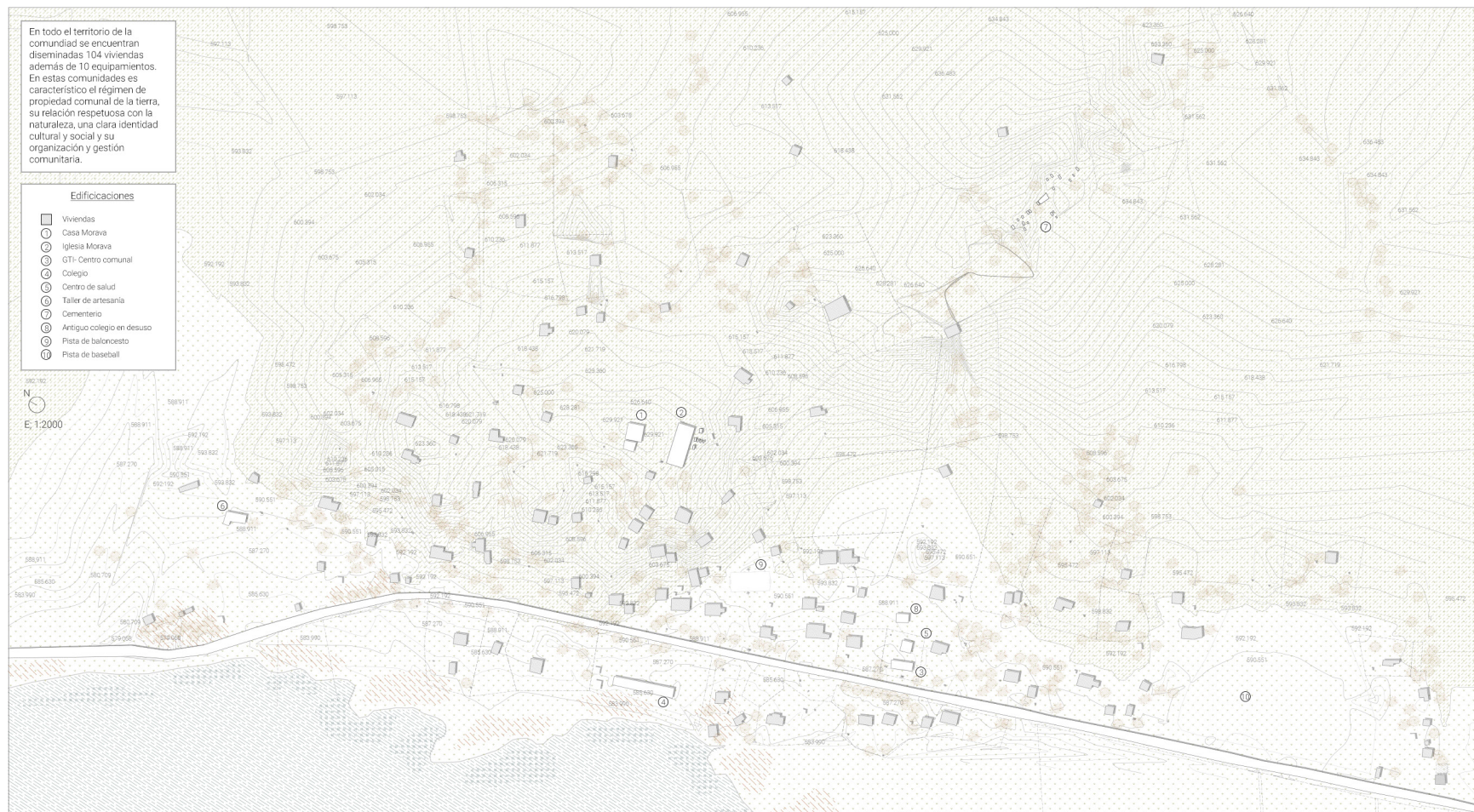
08. ESTRUCTURA URBANA, USO DEL SUELO Y VIVIENDA

o Estructura urbana

La estructura urbana de la comunidad de Sacalwas es muy sencilla, se ordena gracias a una única vía rodada que atraviesa la comunidad de norte a sur. No existe una estructura concreta ya que las viviendas están diseminadas, esto se debe a la falta de control por parte de las autoridades y por la falta de un plan de ordenamiento. Además, las tierras son comunales por lo que no existe una parcelación concreta. Los caminos para llegar a las viviendas son senderos creados por los vecinos o en ocasiones son inexistentes.

o Uso del suelo

El uso del suelo en la actualidad no está definido por ningún plan de ordenamiento, al ser las tierras comunales, los vecinos construyen sus viviendas en cualquier lugar. Simplemente existen cuatro equipamientos, el colegio, la iglesia morava, el taller de artesanía y el centro de salud.



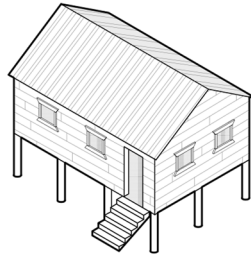
o Vivienda

Vivienda tradicional Mayangna



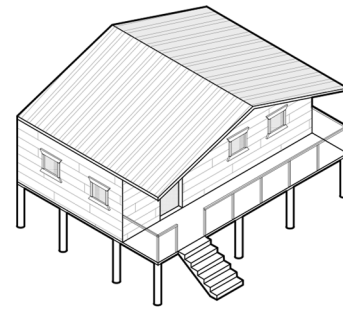
Vivienda tradicional: construida con madera sin tratar y cubierta vegetal (Suita).

Vivienda actual sobre pilotes

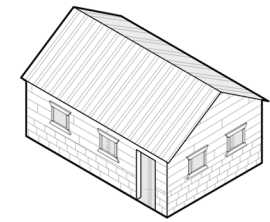


Viviendas actuales: construidas con madera aserrada, cubiertas de zinc y en ocasiones base de hormigón.

Vivienda actual sobre pilotes con porche



Vivienda actual con "minifalda"



La vivienda tradicional de los Mayangna se remonta a antes de la llegada de misioneros, donde las comunidades creaban grandes viviendas sin paredes, apoyadas directamente sobre el suelo.

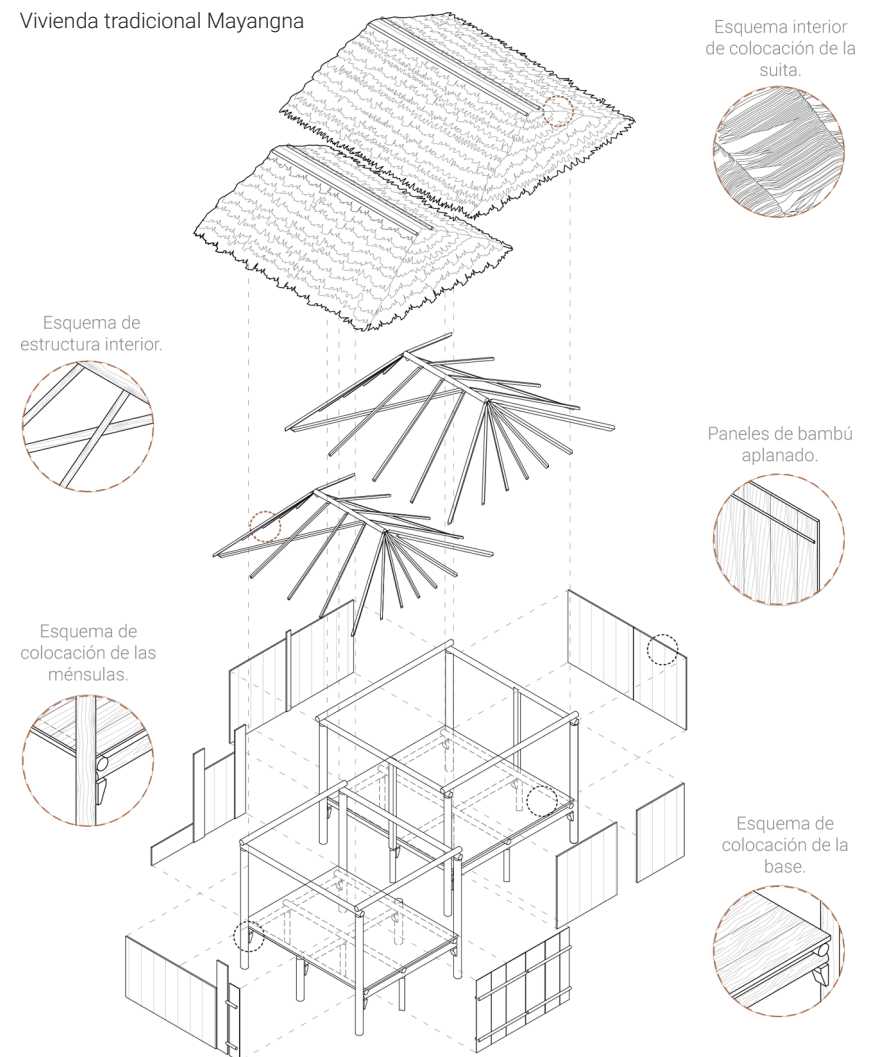
Después de la llegada de los misioneros moravos los mayangna comenzaron a elevar sus viviendas y así crearon su vivienda tradicional, que hoy en día se encuentra en peligro de desaparecer.

La vivienda tradicional se construye con madera sin tratar, se colocan varios pilares de madera enterrados en el suelo y sobre unas ménsulas se construye el suelo. Los cerramientos se reducen a paneles de bambú que los lugareños aplanan.

Para la cubierta se crea una estructura muy básica de madera y sobre ella se colocan los conjuntas de hojas de suita previamente atados. Esta cubierta está en desuso debido al difícil acceso a la planta, que se encuentra en las montañas, su larga construcción y la necesidad de ser repuesta cada 5 años.

En la vivienda actual, se utiliza madera aserrada. También se construye elevado del suelo, y suelen tener un porche como las viviendas tradicionales. El mayor cambio además de los paneles de madera es en la cubierta, en la que se utilizan chapas de zinc. Aunque su comportamiento térmico sea peor, las personas de la comunidad la eligen por su rápida construcción y su poco coste.

Vivienda tradicional Mayangna



09. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO

o Estructura vial

La estructura vial del poblado de Sakalwas se compone de una vía rodada principal, de aproximadamente 2.00km de largo, que la comunica con el poblado de Bonanza y otras comunidades al interior (Salto Grande, Suniwas, etc.), desde la que se distribuyen una serie de caminos y senderos naturales y revestidos (piedra cantera y embaldosados), creados por los propios vecinos de la comunidad. Estos caminos y senderos, exclusivamente pensados para ser transitados peatonalmente, son los únicos accesos de que disponen los habitantes de Sakalwas tanto para las viviendas como para el acceso a los diferentes equipamientos. En cuanto al sistema de acerado, relacionado directamente a la vía rodada principal, la comunidad carece de este, debiendo utilizar el área de rodamiento vehicular para su desplazamiento, lo que conlleva a una inseguridad en la circulación peatonal.

La estructura vial, compuesta por estos elementos, pueden clasificarse según su direccionalidad, norte-sur para la vía principal vehicular, y desde esta vía principal hacia el este para los diferentes caminos y senderos que se distribuyen hacia la mayoría de las viviendas. Desde la vía principal vehicular hacia el margen de la laguna (oeste), también se sitúan viviendas y equipamientos, encontrándose estos en posible zona de peligro por las crecidas e inundaciones que puedan producirse. En total se cuenta con alrededor de 350m lineales de caminos revestidos, con piedra cantera o cemento, y 1260m lineales de caminos no revestidos, producto del tránsito de los vecinos, con entre de 60cm de anchura, para los caminos revestidos, producto de la medida de la piedra cantera., y 30cm para los senderos no revestidos.8

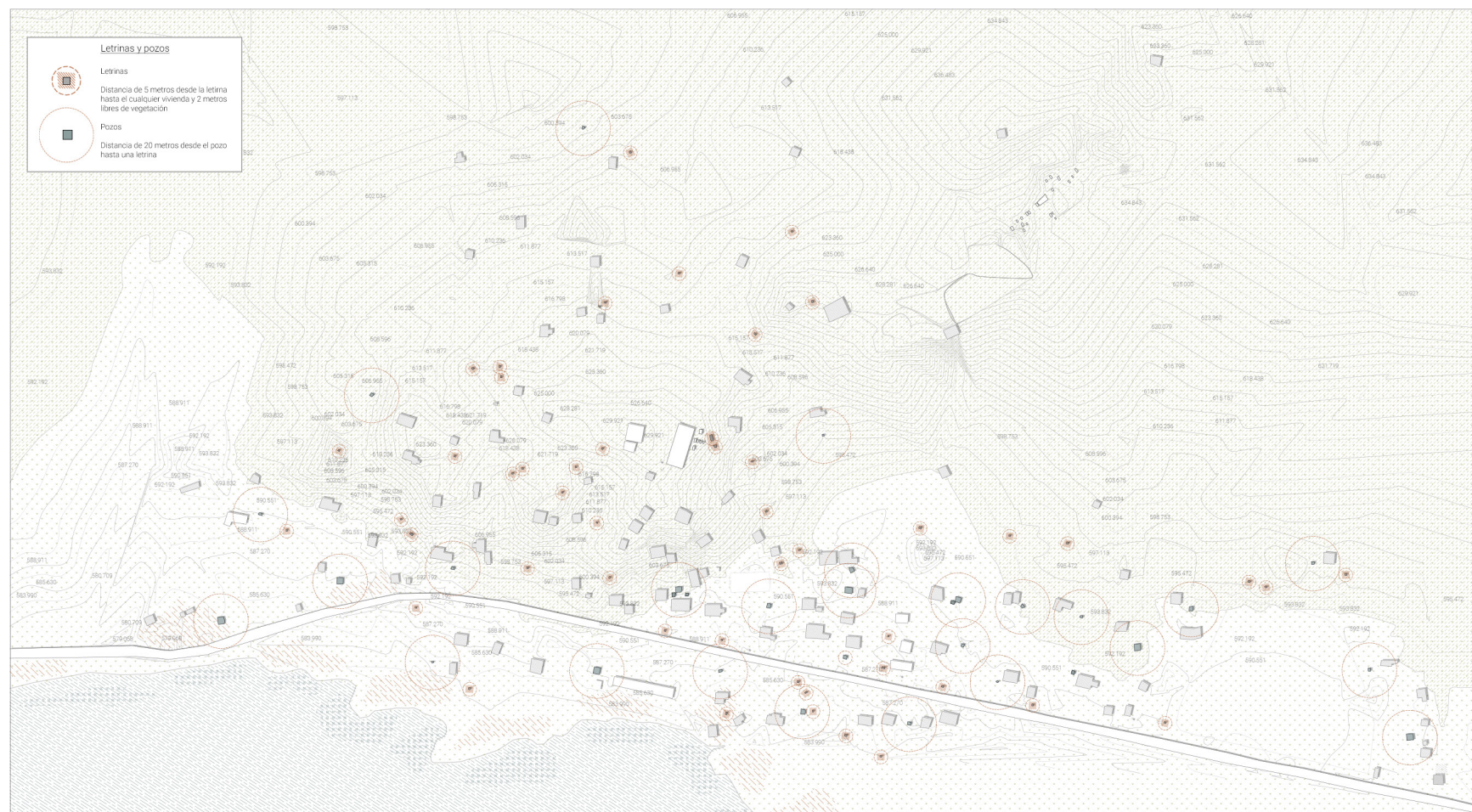


o Red de agua potable

El acceso al agua potable, por la ausencia de un sistema público por parte del municipio, se suple con pozos, todos ellos comunitarios, debido al carácter comunal de los bienes de la población, aunque se hayan algunos de uso único por vivienda, entendiéndose por estos últimos los que abastecen a una sola casa. Y en casos de ausencia de estos se amortiza el abastecimiento con sistemas de recogida y almacenaje de agua de lluvia. En la comunidad tampoco se encuentra infraestructura por parte de las viviendas para la recogida y tratamiento de agua de lluvia, más allá de la recogida por baldes. Se contabilizan en Sakalwas un total de 25 pozos, de uso comunitario, 7 son pozos situados dentro de límites marcados. Por su cercanía a las letrinas se contabiliza 1 pozo que pueden estar siendo contaminados por estas.⁸

o Red hidrosanitaria

No existe red de saneamiento en Sakalwas, por lo que las viviendas disponen de letrinas para las aguas negras, mientras que las aguas grises (cocina, baños y lavaderos) generalmente son arrojadas al patio, o usadas para regar los cultivos próximos. Las letrinas, situadas en el exterior de la vivienda, en la mayoría de los casos son letrinas construidas sobre la superficie del terreno, sin tratamiento y a distancias superiores a los 5.00m. de las viviendas, por lo que no generan ninguna afectación a estas. En los casos de viviendas más alejadas de la vía principal, por lo tanto, más dispersas, también se dan las letrinas compartidas. La mayoría de los vecinos simplemente arrojan las aguas grises al patio sin previo tratamiento, lo que generan charcas y por ende enfermedades que afectan a la población. Ninguna parcela dispone de sistema alternativo como Bio-filtros, o Bio-Jardineras para mermar la afectación mencionada. Canalización en laterales de la vía principal de aguas grises.⁸



o Energía eléctrica

A ambos lados de la vía principal discurren las líneas principales de energía eléctrica, que distribuyen el servicio a las casas más próximas a la carretera, sin embargo, conforme más se adentran las viviendas a las zonas menos accesibles, tanto para servicios, como en cuanto a accesos, se empiezan a encontrar de viviendas que no disponen de luz ni sistema eléctrico.













Dentro de esta línea principal de energía situada en la vía vehicular rodada, son algunos postes los que se aprovechan para el alumbrado de la propia vía. Destaca las ramificaciones que puedan producirse entre las líneas, y hacia el poblado, apoyándose estas líneas <secundarias> de postes secundarios, u otros elementos verticales que la comunidad ha distribuido, además de árboles, que pueden poner en riesgo de uso las líneas.⁸

10. PROBLEMÁTICAS

Analizando los datos obtenidos del censo realizado en la población, se pueden extraer varias conclusiones como que la comunidad plantea un modelo de auto subsistencia. Esto se debe a que la mayoría de los miembros de la comunidad se dedican a la explotación agrícola normalmente para su propio consumo. También hay personas que trabajan fuera de la comunidad, en los pueblos cercanos, pero es un número reducido. En la mayoría de las familias únicamente una o dos personas son las que trabajan, el resto de la familia se dedica al campo y al cuidado de los niños y de la vivienda.

Es necesario señalar que la mayoría de los jóvenes se trasladan a pueblos cercanos para estudiar en la universidad, sobre todo ingeniería agroforestal para poder volver a la comunidad a trabajar en la explotación del campo junto a sus familias. Como modelo de comunidad autosuficiente se trata de un modelo que funciona ya que los productos comprados del exterior se reducen apenas a jabones y productos comestibles.

Problemáticas

Sistema sanitario:	Equipamientos:
 · Pozos: agua sin tratar y filtraciones.	 · Colegio: mal estado e insuficiente espacio.
 · Letrinas: los tanques de las letrinas son enterrados una vez se llenan.	 · Centro de salud: mal estado y falta de un médico.
 · Zonas de lavandería: filtraciones de los productos de limpieza al suelo.	Viviendas:
 · Agua corriente: ninguna de las viviendas dispone de agua corriente.	 · Hacinamiento: muchas personas en una vivienda.
Sistema eléctrico:	 · Malas condiciones: malas condiciones en general en todas las viviendas.
 · Energía eléctrica: no todas las viviendas disponen de energía eléctrica.	Red viaria:
Red de comunicación:	 · Caminos: no existe una red de caminos revestidos.
 · Conexiones: no existen conexiones de transporte con el pueblo.	 · Carretera: la carretera se encuentra en muy mal estado.

11. IMÁGENES



Vivienda tradicional Mayagna, con cubierta de Suita. Una de las últimas que viviendas que quedan en la reserva. Comunidad: Santa María



Paneles de bambú fabricados artesanalmente por la comunidad Mayagna. Comunidad: Santa María



Detalle de unión de paneles de bambú. Comunidad: Santa María



Letrina en zona inundable. Comunidad: Sakalwas



Estado actual de la carretera. Comunidad: Sakalwas

2. REFERENCIAS

01. Origen e influencias históricas de la vivienda de emergencia
02. Prototipos de la segunda mitad del siglo XX
03. Métodos de actuación y directrices

01. ORIGEN E INFLUENCIAS HISTÓRICAS DE LA VIVIENDA DE EMERGENCIA

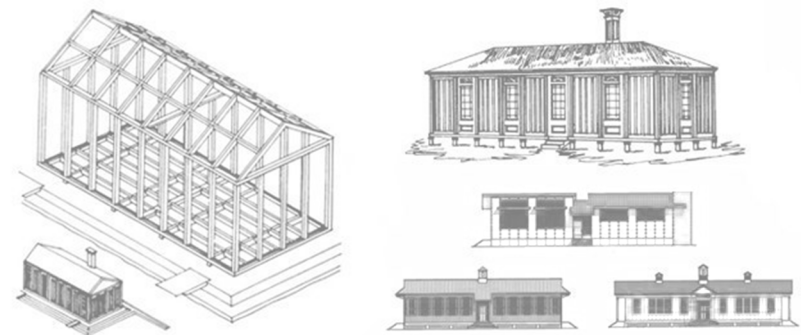
Para comenzar con esta investigación es importante primero realizar una definición de lo que se considera una vivienda de emergencia.

Se entiende como vivienda de emergencia, dentro de la Acción humanitaria y la cooperación internacional como una solución constructiva de ayuda, de rápida capacidad de respuesta y con vocación temporal para víctimas de catástrofes naturales, guerras o cualquier tipo de conflicto que genere la pérdida de la vivienda. Pero también existe la vivienda de emergencia social, que "tiene por objeto el restablecimiento de la idea de lo propio y del valor de identidad digna"¹, además de asegurar un lugar seguro frente al medio en lugares en los que no necesariamente ha existido algún tipo de catástrofe o conflicto. Este último tipo de vivienda de emergencia social será el que se desarrollará en el proyecto, no sin antes realizar un recorrido por la historia de este tipo de edificación y sus referentes.

Son muchos los ejemplos de arquitecturas vernáculas con soluciones constructivas aptas para la vida nómada. Como la Yurta en Asia o la Churata en Sudamérica por ejemplo, son sistemas que se resolvían con materiales ligeros de construcción y aunaban, por necesidad, las bases de una arquitectura de emergencia como son la temporalidad, la facilidad de transporte y la limitación de recursos.

Aunque hasta hace relativamente poco tiempo no se ha considerado la arquitectura de emergencia propiamente dicha, podemos observar a lo largo de la historia ciertas propuestas y proyectos arquitectónicos que se asemejan a dicha arquitectura. A continuación se expondrán algunos proyectos relevantes.

Las primeras iniciativas conocidas de cooperación humanitaria en las que la presencia de soluciones constructivas fue relevante, se realizaron sin gran innovación ni diseño arquitectónico. Como por ejemplo las primeras experiencias de prefabricación en madera, enviadas desde Gran Bretaña a Sudáfrica en 1820 en misión de ayuda con el sistema Manning Portable Colonial Cottage. En las que predomina la facilidad del montaje.



Manning Portable Colonial Cottage, 1820. Fuente: Publicada en *South Australian record*, 27 noviembre 1837, H. Manning. Imagen reproducida en B. Bergdoll, *Home Delivery*. Birkhauser, Architecture 2008.

Cuando el nacionalsocialismo llega al poder en Alemania significa la necesidad de diseñar nuevos modelos de viviendas para los emigrantes judíos asentados en Palestina. Surge entonces la Copper House como prototipo económico prefabricado, mejorado por Walter Gropius a partir de las unidades originales desarrolladas por la firma Aron Hirsch and Son de los arquitectos Friedrich Foster y Kraft Robert.



Copper House, 1921-42. Walter Gropius y colaboradores. Fuente: *Bauhaus-Archiv*, Berlin.

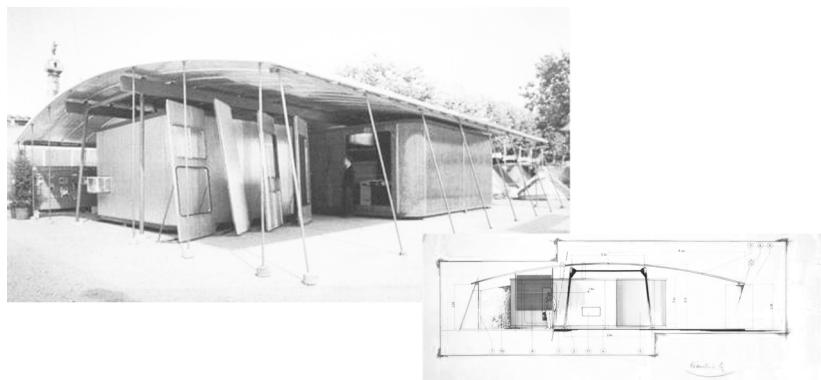
El conocido Packages House System de Konrad Wachsmann y Walter Gropius, para la General Panel Corporation, Nueva York 1942, se enfoca en normalizar nuevos componentes constructivos, esta vez en madera, para obtener tipologías diferentes desde la máxima versatilidad de acción y economía, flexibilidad y ampliación según criterios de los usuarios.

En el siglo XX, tras la guerra, nace una arquitectura comprometida con los alojamientos temporales de emergencia militar. Con ello nace una arquitectura al servicio del montaje, además del prototipo-industrial y las arquitecturas efímeras.

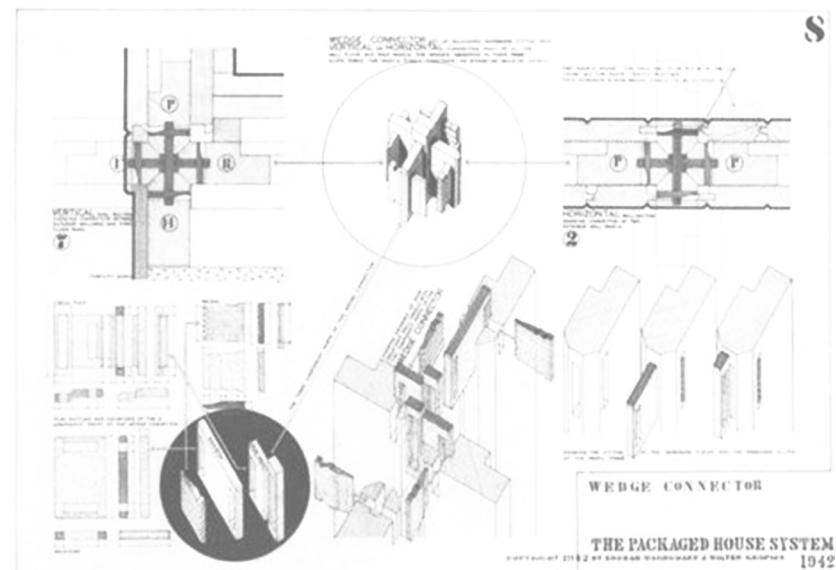
Richard Buckminster Fuller creó *Dymaxion* que supuso un avance para un modelo constructivo temporal, autónomo y reversible, de estructura ligera de aluminio y plásticos transportables y de fácil montaje.

Siguiendo la experimentación material en viviendas provisionales en 1937, Charlotte Perriand y André Tournon proponen el *Refugio BIVOUAC* como pieza reducida de 8 m² equipada a la medida con 9 elementos de estructura tubular metálica, 16 paneles de aluminio, madera contrachapada, modular y ligera para montar en tres o cuatro días sobre 4 bases de hormigón y para un máximo de 6 personas.

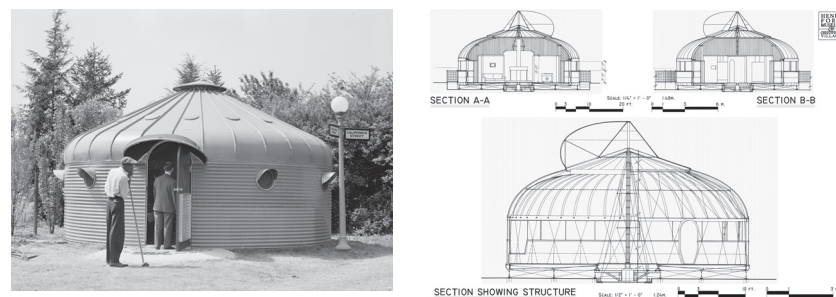
Charlotte Perriand y Jean Prouvé también desarrollan la *Maison Saharienne* en 1938 para trabajadores eventuales del petróleo en el desierto. Se trataba por primera vez de una construcción adaptable a las condiciones climáticas del entorno con sistemas industrializables, cerrada durante el día con instalación de acondicionamiento de aire y abierta por la noche gracias a su disposición practicable de elementos ligeros de fachada, cubierta de gran vuelo y empanelados compuestos.



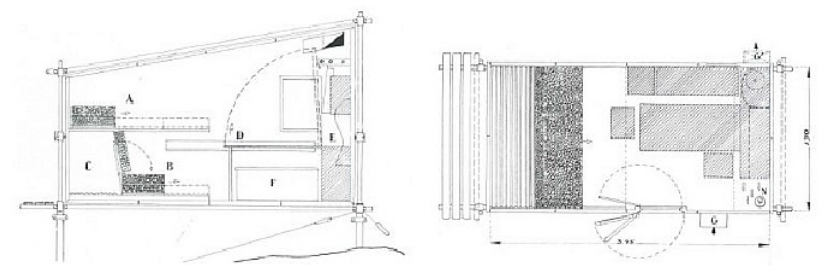
Maison Saharienne, Charlotte Perriand y Jean Prouvé.



Packaged House System, 1942. Konrad Wachsmann y Walter Gropius, imagen reproducida en B. Bergdoll, *Home Delivery*. Birkhauser Architecture 2008.

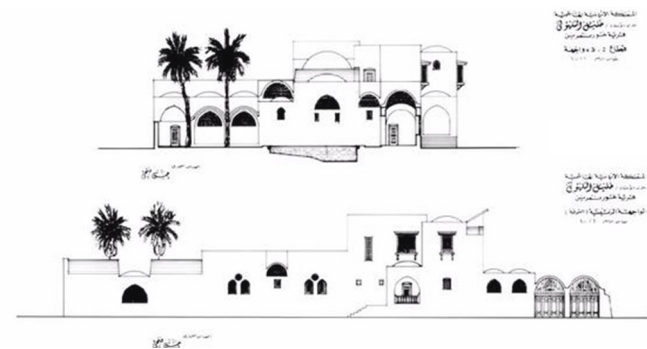


Dymaxion Deployment Unit, 1940. Buckminster Fuller.



Charlotte Perriand y André Tournon. *Refugio BIVOUAC*

En la mayoría de las propuestas tras la segunda guerra mundial se reconoce un denominador común ante las escasez; la reutilización material como condición de diseño, el bajo coste y la rapidez de montaje de la prefabricación, la conciencia de escasez de recursos como motor de cambio fue determinante para poner en marcha lo inevitable, el lema de Fuller: “*máxima eficacia con mínimos medios*”.



Villa de New Gourná realizada en Egipto por el arquitecto Hassan Fathy, 1946. Luxor, Egipto.

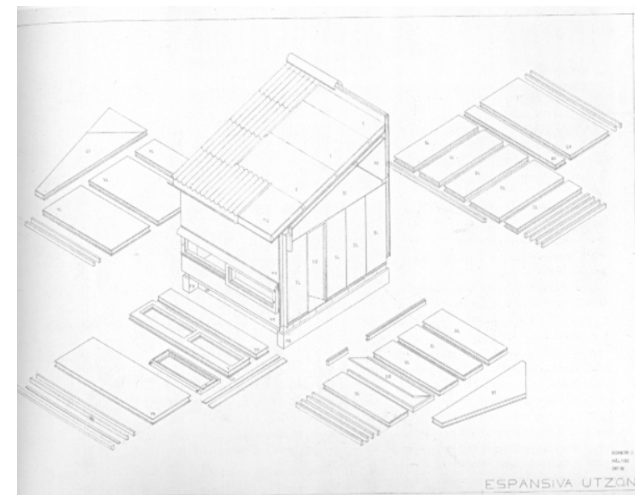
Hasta entonces el papel del arquitecto se centra en diseñar viviendas de fácil y rápida construcción y que puedan ser producidas en serie. Sin embargo, es necesario referirse a una iniciativa diferente, la participación vernácula en la construcción del habitat de emergencia. Se produce de forma pionera en 1946 en la villa de *New Gourná* realizada en Egipto por el arquitecto Hassan Fathy que propone para el realojo de la población, un sistema constructivo basado en la tradición local de arquitecturas de tierra adaptadas a una cultura específica del clima.

02. PROTOTIPOS DE LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XX

Es a partir de 1960 cuando se trabaja realmente sobre conceptos residenciales basados en la movilidad y disposición libre de una unidad celular equipada y tecnificada dentro de un conjunto orgánico con capacidad de reconfiguración del entorno. Supone la primacía de los materiales industriales ligeros, prefabricados y ensamblados dentro de una idea de habita a la vez que, mínimo, participativo y utópico.

Estas soluciones aportan nuevos mecanismos de apilamiento para la mejora de su transportabilidad y eficacia en el montaje por componentes normalizados de gran precisión y buen mantenimiento e introducen el concepto de calidad estandarizada en un proceso integrado.

El sistema Espansiva de Jorn Utzon es uno de estos últimos sistemas aditivos de prefabricación económica según los criterios de estandarización ensayados en la primera mitad del siglo, permitiendo una organización múltiple en los espacios de la vivienda a partir de módulos de 120 mm en madera laminada.



Sistema Espansiva UTZON, Jorn: *Additive Architecture: Prefab.* Hellerup (Dinamarca), Blondal, 2009

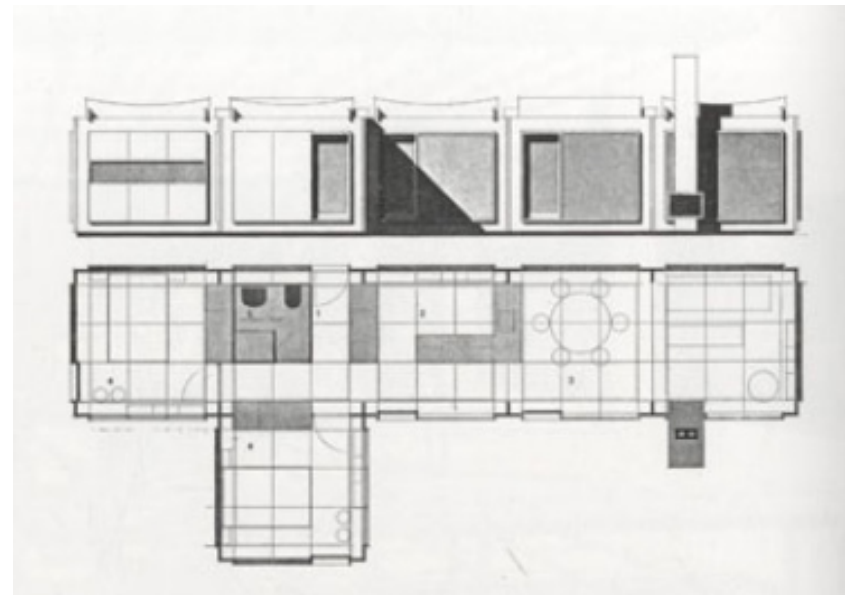
Puede considerarse, de igual manera, el sistema ideado por Ane Jacobsen en cooperación con Hom Typehouse para la vivienda prefabricada Kubeflex. Una unidad básica constructiva prefabricada de 3.36 x3.36 m y una superficie de 12 m² a partir de un marco estructural de madera laminada, que forma la base de agrupación de seis módulos extensibles y direccionales según las necesidades del usuario o las condiciones de localización, tiempo de montaje (ocho días), materiales aglomerados sintéticos.

Como resultado de la evolución de los modelos tipológicos, cada vez se hace más necesaria la especialización coordinada de propuestas de viviendas de emergencia que sean pensadas desde una arquitectura comprometida con la calidad sostenible, que trabaje con las condiciones límite del problema y el conocimiento exacto de cada realidad.

Shigeru Ban Con un planteamiento de mínimo coste y esfuerzo, acierta con un modelo singular reciclable, de cartón (PTS paper tube structures), de 4 mm de espesor y soportes a base de cajas de bebidas rellenas de sacos de arena, asilamiento adhesivo entre tubos y telas extensibles en cubierta. Con una superficie de 16m² y un coste unitario de 125\$/m², la Paper Log House se construye en pocas horas por los mismos ocupantes. En el mismo año de 1994, Shigeru Ban siguió trabajando en la solución de vivienda temporal mejor adaptada a la emergencia de civiles desplazados por conflictos bélicos internos en Ruanda. En 2010, tras el terremoto de Haití, propuso una solución similar de ayuda rápida de cincuenta unidades en puerto príncipe.

Las propuestas existentes contempladas en la actualidad adolecen, en su gran mayoría, de una radical reconsideración arquitectónica que muestre las capacidades de un sistema concebido realmente como un producto de uso intensivo y temporal, adaptable y flexible, móvil y cambiante, justificado con claridad y criterio de ecología material, energética, funcional y de paisaje, dentro de una prevista racionalización de costes. Por otro lado, desde los desastres naturales de la década de los setenta, se pone en cuestión el modelo de gestión más adecuada en la recuperación del hábitat, en el que se imponga un criterio vertical de importación de sistemas constructivos o, por el contrario, una planificación de desarrollo participativo.

Dicha diferencia ha condicionado el desarrollo convincente de un determinado prototipo arquitectónico frente a la ayuda, considerando prioritaria la conservación de valores locales. Por ello, se puede afirmar que todavía queda pendiente el diseño de una solución realmente eficaz, una solución de carácter mixto que, comprendiendo las condiciones del contexto, introduzca la sensibilidad que se necesita.



Kubeflex, Ane Jacobsen, Museo Trapholt, Kolding, Dinamarca, 1969-1970



Shigeru Ban: Papel loghouse

03. MÉTODOS DE ACTUACIÓN Y DIRECTRICES

o Tres vías de recuperación

Para la recuperación de una comunidad existen varias vías de actuación que han sido seguidas durante la historia, en este proyecto se seguirá la vía evolucionada ya que es el método más sensible y a la vez más eficaz.

a. Vía original

Aprendizaje de los sistemas constructivos tradicionales y vernáculos, existentes en cada región afectada, en función de los recursos disponibles en ellas y región de los modelos a construir valorando como primera premisa de diseño su adaptabilidad a las circunstancias existentes con el objeto de superar el subdesarrollo de la población.

b. Vía transversal

Importación de sistemas constructivos utilizados en otras regiones o épocas con circunstancias asimilables a las de la problemática estudiada en cada caso concreto.

c. Vía evolucionada

Aplicabilidad de métodos avanzados y conceptos contemporáneos a los recursos y sistemas tradicionales. La adaptación debe acercar materiales, métodos y estilos de vías diferentes, incorporando a los nuevos modelos la tradición constructiva, y el entendimiento de su diseño espacial, en lo que concierne al uso y a la calidad de los tipos constructivos.

o Aspectos y directrices para viviendas biosaludables

- Aspectos relativos a la percepción

1. Hacinamiento; es necesaria la provisión de un espacio adecuado al número de usuarios
2. Espacio libre para integración
3. Estética. Un grado de satisfacción estética razonable respecto al hogar y sus alrededores.

- Aspectos relativos a la seguridad

4. Exclusión de parásitos que pueden jugar un papel en la transmisión de enfermedades.
5. La prestación de facilidades para mantener alimentos frescos.
6. Estructura: construcción de la vivienda con los materiales y métodos para minimizar el peligro de accidentes debido al colapso de cualquier parte de la estructura y protección contra caídas y otras lesiones.
7. Fuego: control de las condiciones que puedan causar incendios o favorecer su propagación
8. Protección contra el riesgo de descargas eléctricas y quemaduras.

- Aspectos relativos al confort

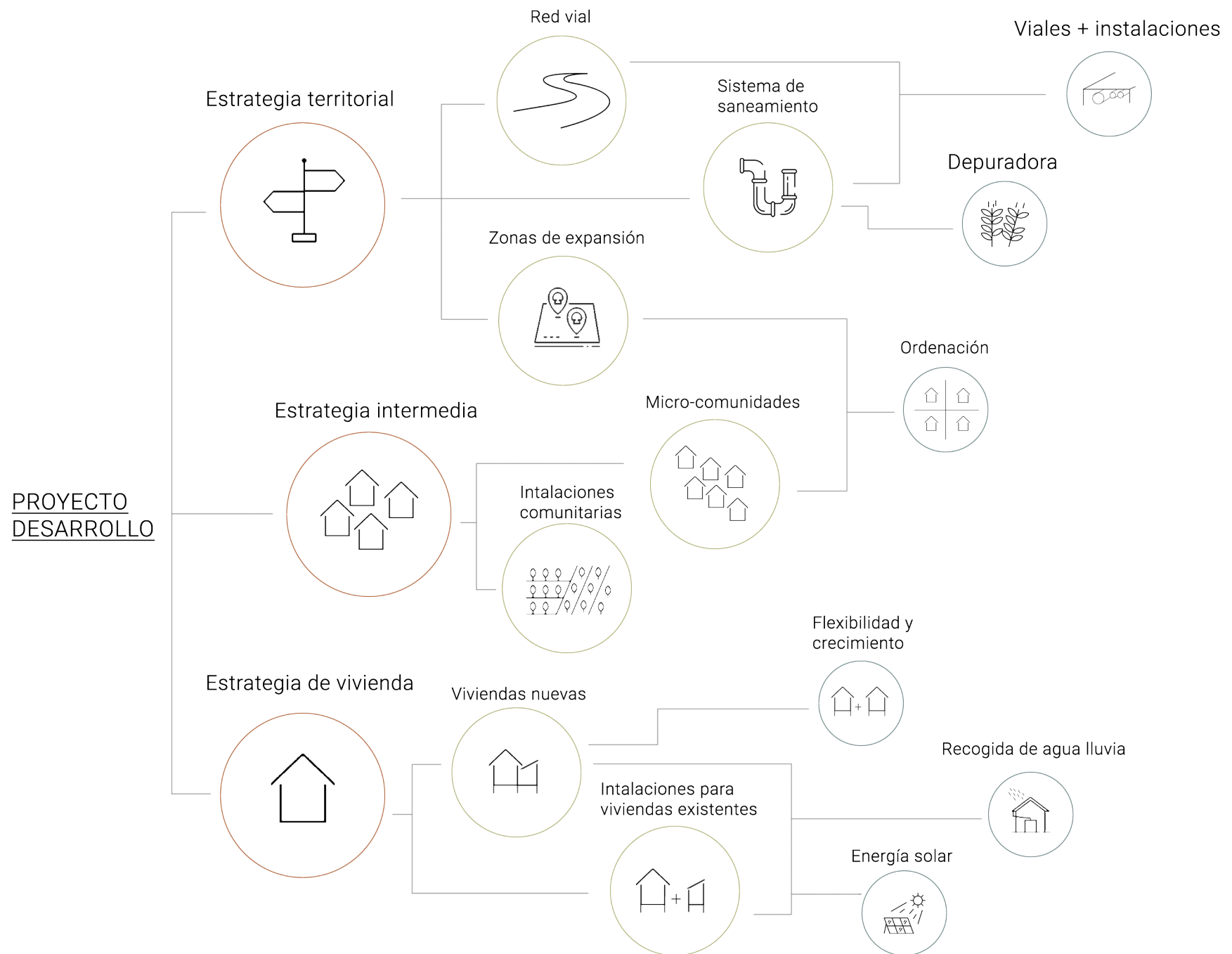
9. Aislamiento térmico

3. MEMORIA DE IDEACIÓN

- 01. Estrategias
- 02. Definición de líneas de actuación
- 03. Ideación

01. ESTRATEGIAS

Como estrategias principales de proyecto se proponen tres líneas de actuación a tres escalas diferentes; la escala más territorial o escala urbana, en la que se proponen nuevos viales y un nuevo sistema de saneamiento además de zonas de expansión. Una escala intermedia, que generará equipamientos de pequeño tamaño para una o varias viviendas, y por último la escala de vivienda donde se creará una vivienda completamente equipada.



02. DEFINICIÓN DE LÍNEAS DE ACTUACIÓN

- Escala territorial:

Creación de nuevos viales que conecten todas las viviendas, garantizando su fácil acceso, además de permitir en ocasiones especiales el uso rodado para emergencias. Los nuevos viales estarán clasificados en viales principales, viales secundarios y caminos. A través de estos nuevos viales se creará una red de saneamiento que cubra las necesidades de toda la población, la red de saneamiento desembocará en un sistema de depuración de aguas. Dicho sistema de depuración de aguas contará con una piscina de secado como pretratamiento para a continuación pasar a un humedal artificial que depurará el agua, ésta de almacenará en un tanque para su uso como riego o se evacuará al río Pis Pis. Con este sistema se eliminarán las letrinas existentes, que serán vaciadas en la fase de construcción de los caminos.

Mediante la creación del nuevo sistema vial se generan dos áreas de expansión para las nuevas viviendas propuestas, estas zonas tendrán una organización de las viviendas y los espacios más homogénea que las ya existentes en la comunidad.

- Escala intermedia:

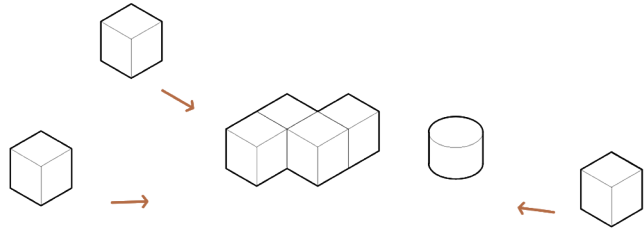
Cada ciertas agrupaciones de viviendas aparecerán unas instalaciones comunitarias. Estas instalaciones estarán compuestas de un depósito elevado que garantizará el abastecimiento de agua a las viviendas, además de unas zonas comunes cubiertas con sistema de recogida de agua y zonas públicas de lavandería y de ocio.

- Escala de vivienda:

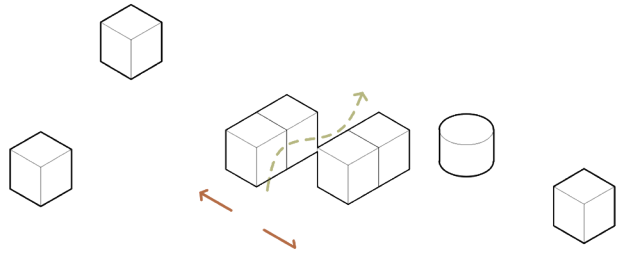
En la escala de vivienda se propone una vivienda crecedera, que utilice materiales de la zona y que sea de fácil construcción. Se dividirá en módulos, con un módulo base y módulos adosables de habitaciones. Las cubiertas serán destinadas a la recogida de aguas de lluvia y a la colocación de paneles solares. La instalación de abastecimiento de agua llevará un tanque de almacenamiento incluido en el módulo de instalaciones.

03. IDEACIÓN

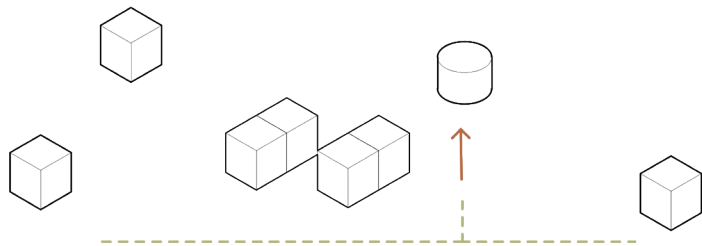
Ideación escala intermedia



Agrupación de viviendas alrededor de zonas comunes.
Zonas comunes con instalación de abastecimiento de agua.

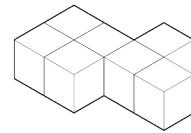


Separación de módulos comunitarios para dejar viales en el interior.

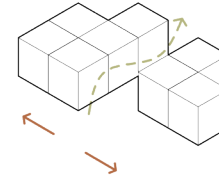


Elevación de depósito de agua para evitar el uso de bombas de agua
hacia las viviendas.

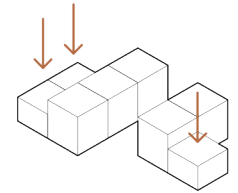
Ideación escala de vivienda



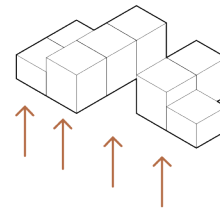
Vivienda crecedera a través
de agrupación de módulos



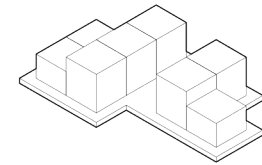
Separación para espacio
intermedio



Módulos en segunda línea
más bajos para creación
de cubierta



Elevación del suelo como
protección



Creación de porche exterior
cubierto

4. MEMORIA DESCRIPTIVA

01. Definición estrategia territorial

- 1.1 Red viaria
- 1.2 Sistema de saneamiento
- 1.3 Zonas de expansión

02. Definición estrategia intermedia

- 2.1 Ordenación de viviendas de nueva planta
- 2.2 Módulos comunitarios

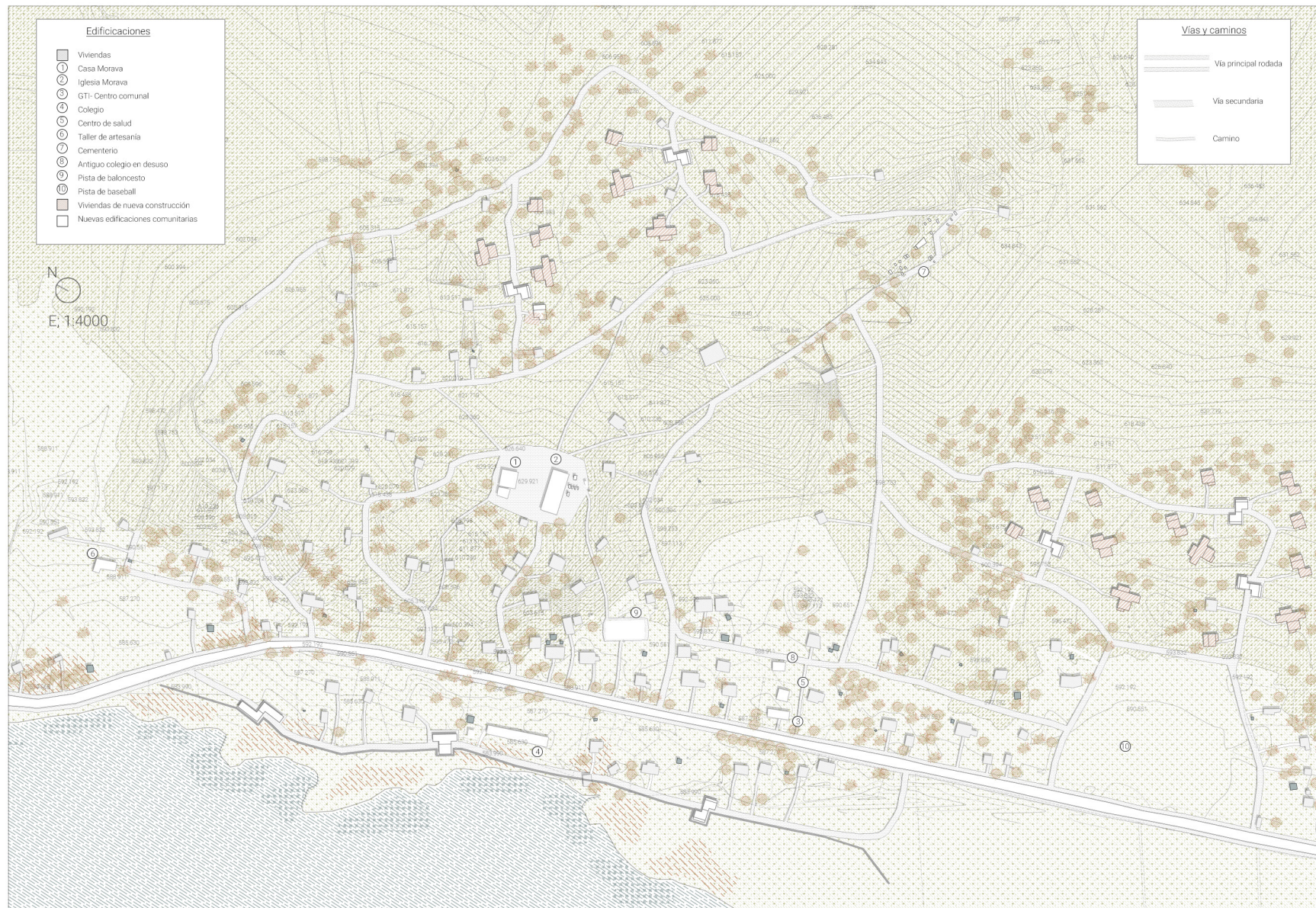
03. Definición de estrategias de vivienda

- 3.1 Vivienda de nueva planta
- 3.2 Módulos para viviendas existentes

01. DEFINICIÓN ESTRATEGIA TERRITORIAL

1.1. RED VIARIA

Para la creación de una red viaria, las ideas principales son la de aportar una red de caminos y vías que den acceso a todas las viviendas sin interferir en el paisaje natural de la zona y la de aprovechar esta red de caminos para incluir bajo ellos todo el sistema de instalaciones necesarias en cualquier asentamiento. Para ello se utilizan tanto métodos y soluciones constructivas sencillas como materiales naturales y propios de la zona. Además los nuevos viales se crean siguiendo líneas de caminos ya existentes y de la topografía. Con esto se crean unos viales que se funden en el paisaje.

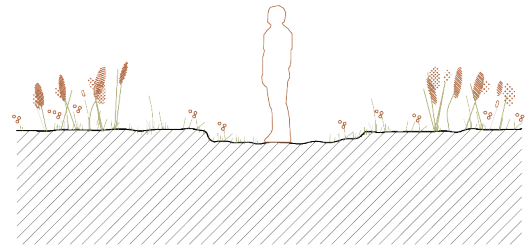


Los viales estarán organizados en tres niveles, la vía principal, la vía secundaria y el camino. En el plano se puede observar que en toda la comunidad solo existe una vía principal que conecta con el pueblo de Bonanza y con el resto de comunidades hacia las montañas. Esta es la única vía principal que se mantiene y será la única rodada en general.

Los viales secundarios marcados se proponen como viales totalmente peatonales pero con el ancho suficientes para que en ocasiones pueda ser utilizado por vehículos (ej. situaciones de emergencia).

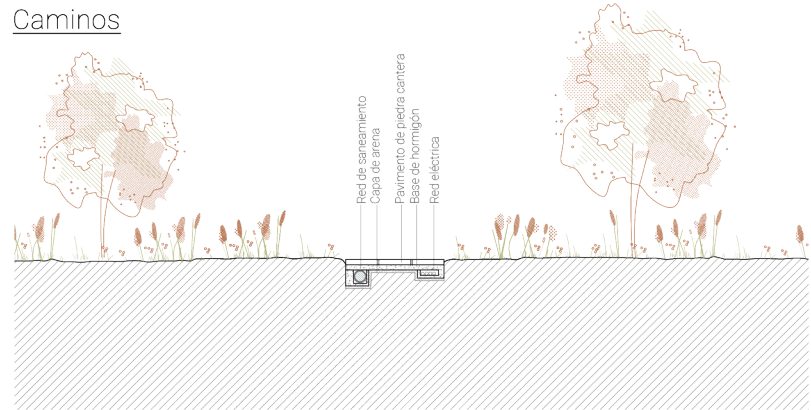
Por último los caminos serán los que conecten las viviendas con los viales secundarios, serán las vías más simples y con menos impacto en el paisaje.

Caminos



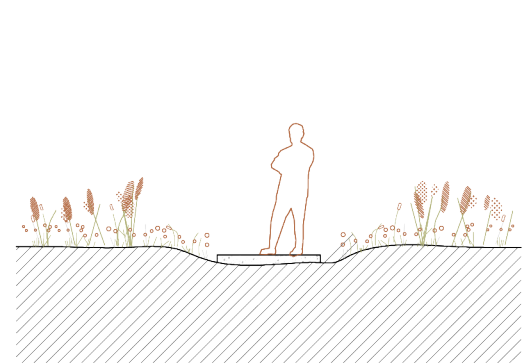
Estado actual

Caminos



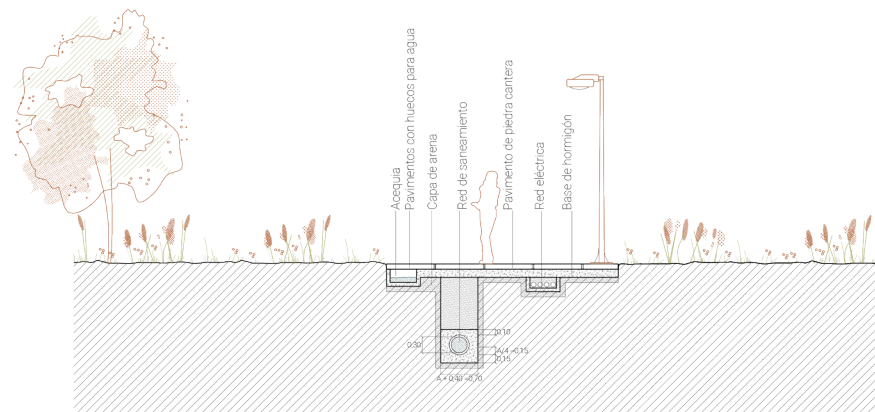
Propuesta de camino

Via secundaria



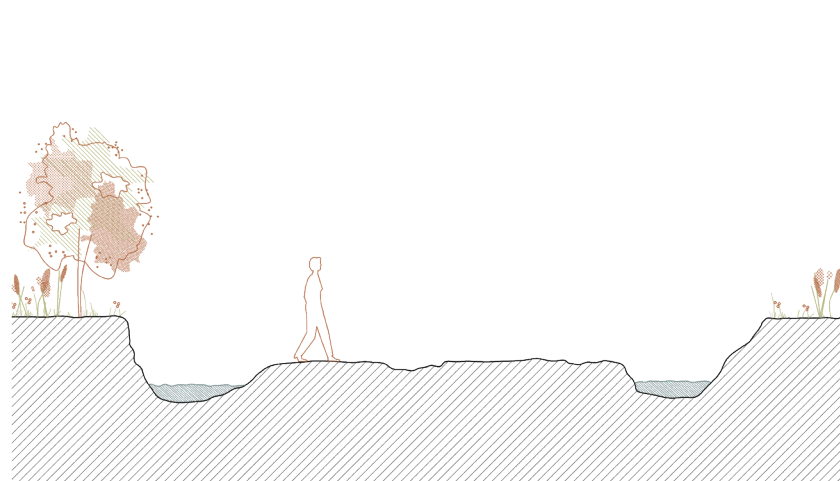
Estado actual

Via secundaria



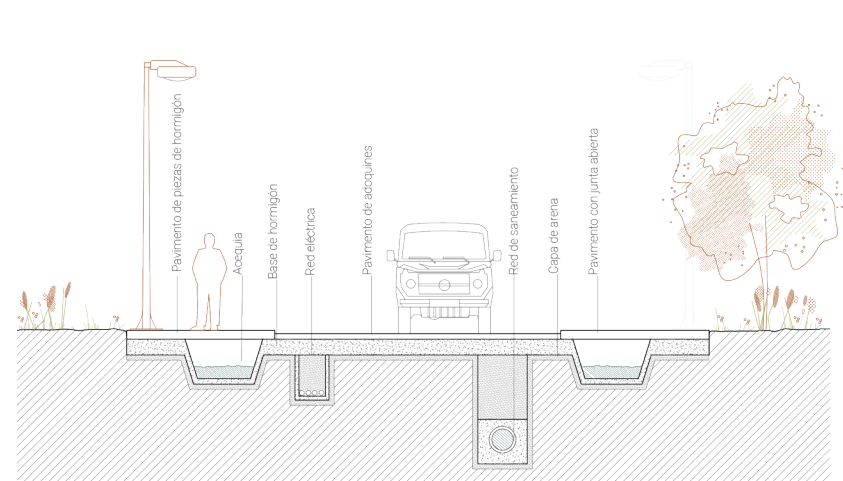
Propuesta de vía secundaria

Vía principal rodada



Estado actual

Via principal rodada



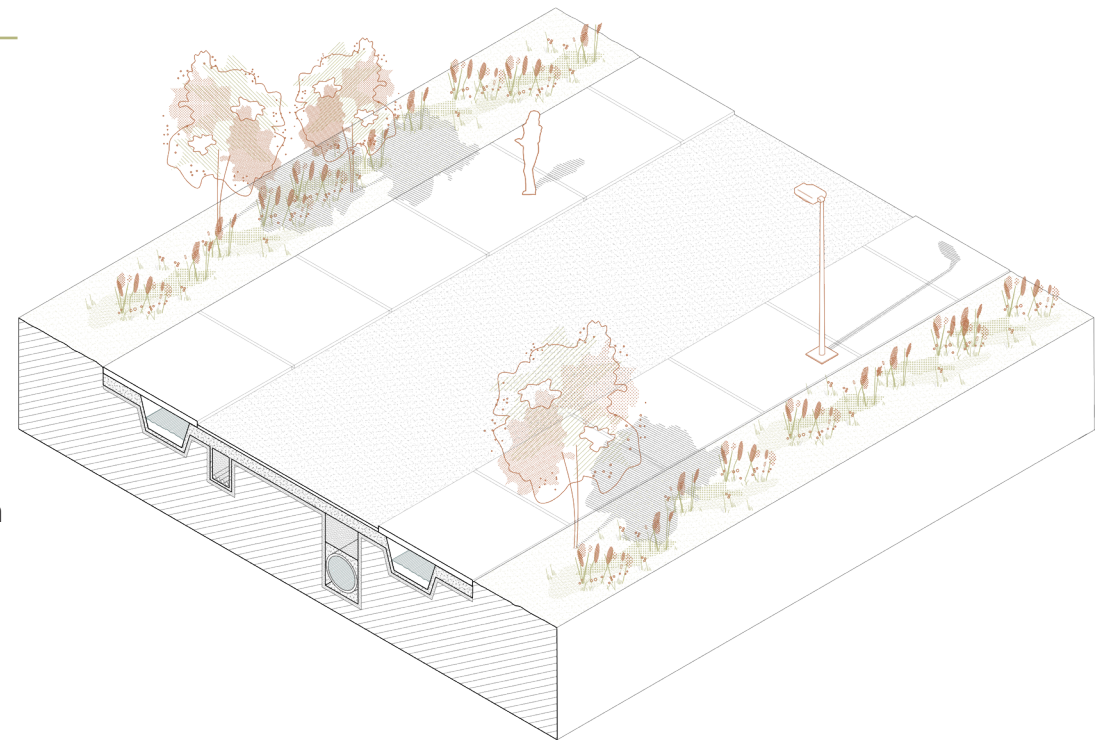
Propuesta de vía principal

E: 1:100

o Vía principal

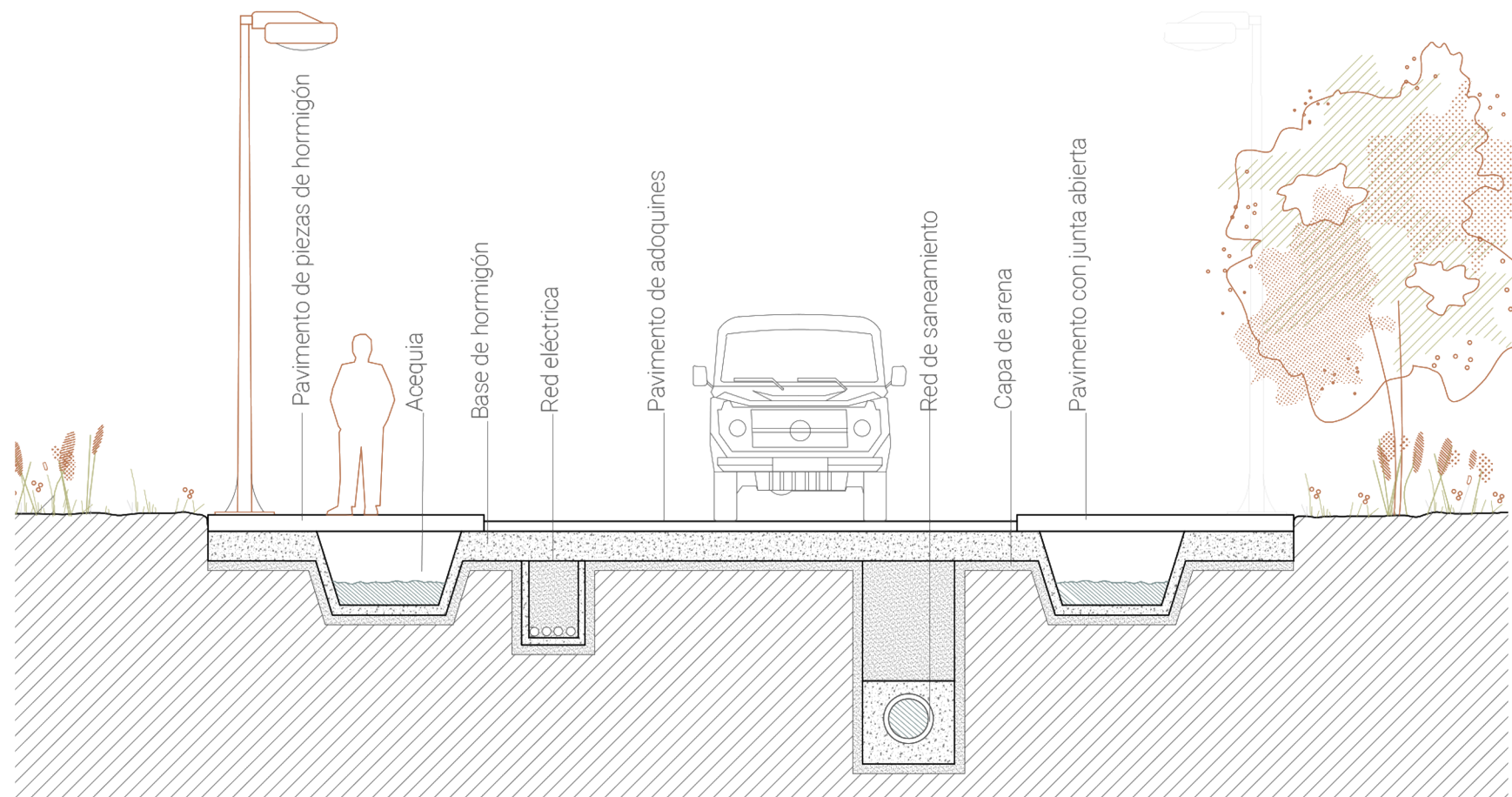
En la vía principal rodada se crea una zona para vehículos y dos zonas de acerado a cada lado. Bajo las aceras se enterran las acequias, que serán cubiertas con placas de hormigón prefabricado de la anchura de dicha acequia. Las placas estarán separadas una distancia mínima para que el agua pase a través de los huecos hacia la acequia. Dichas placas podrán ser fácilmente desmontadas para mantenimiento de la acequia.

Bajo la carretera estarán situadas las instalaciones. Estas instalaciones se colocarán en huecos de hormigón que serán cubiertos con placas del mismo material.



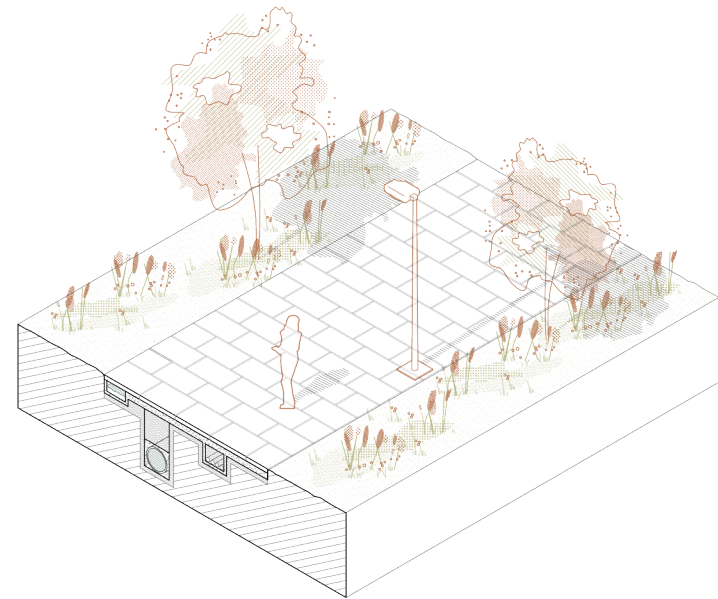
Sección vial principal rodado

E; 1:75



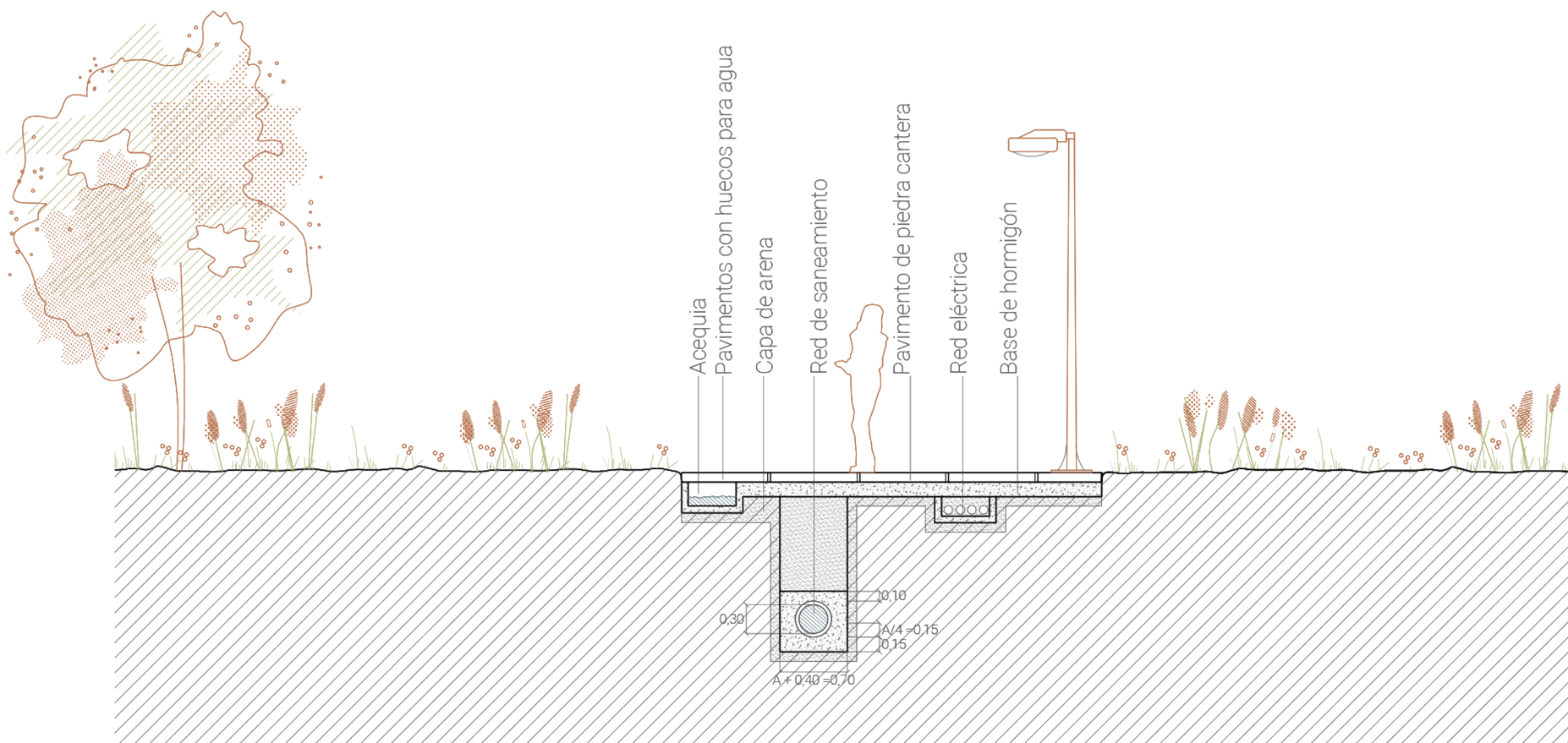
o Vía secundaria

Los viales secundarios se proponen como viales peatonales exclusivamente, aunque se crean con un ancho mínimo para que en algunas ocasiones pueda acceder algún vehículo. Serán los viales más comunes dentro de la comunidad ya que se extienden por todo su territorio llegando a todas las zonas donde se encuentran viviendas. Se realizan siguiendo dos guías, los caminos existentes y la topografía. Si existe un camino con algún tipo de pavimento éste será reemplazado para crear la nueva instalación. Todos los viales se crearán con una pendiente descendente hacia el vial principal para garantizar el correcto funcionamiento de la red de saneamiento.



Sección vial principal rodado

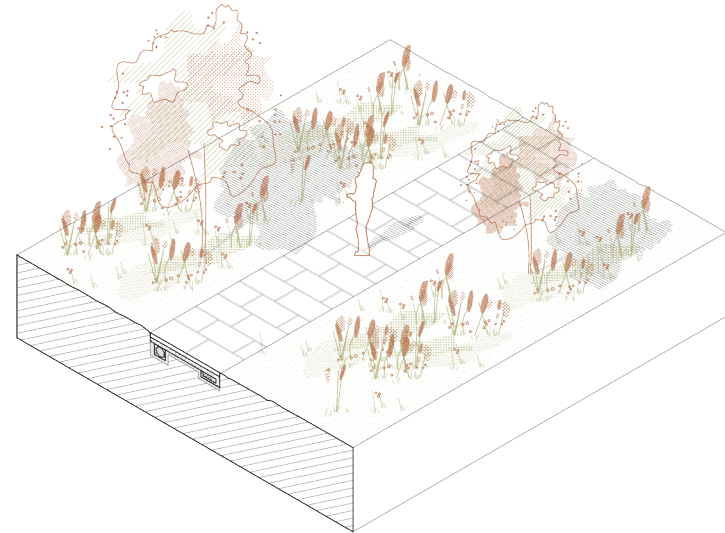
E; 1:75



o Camino

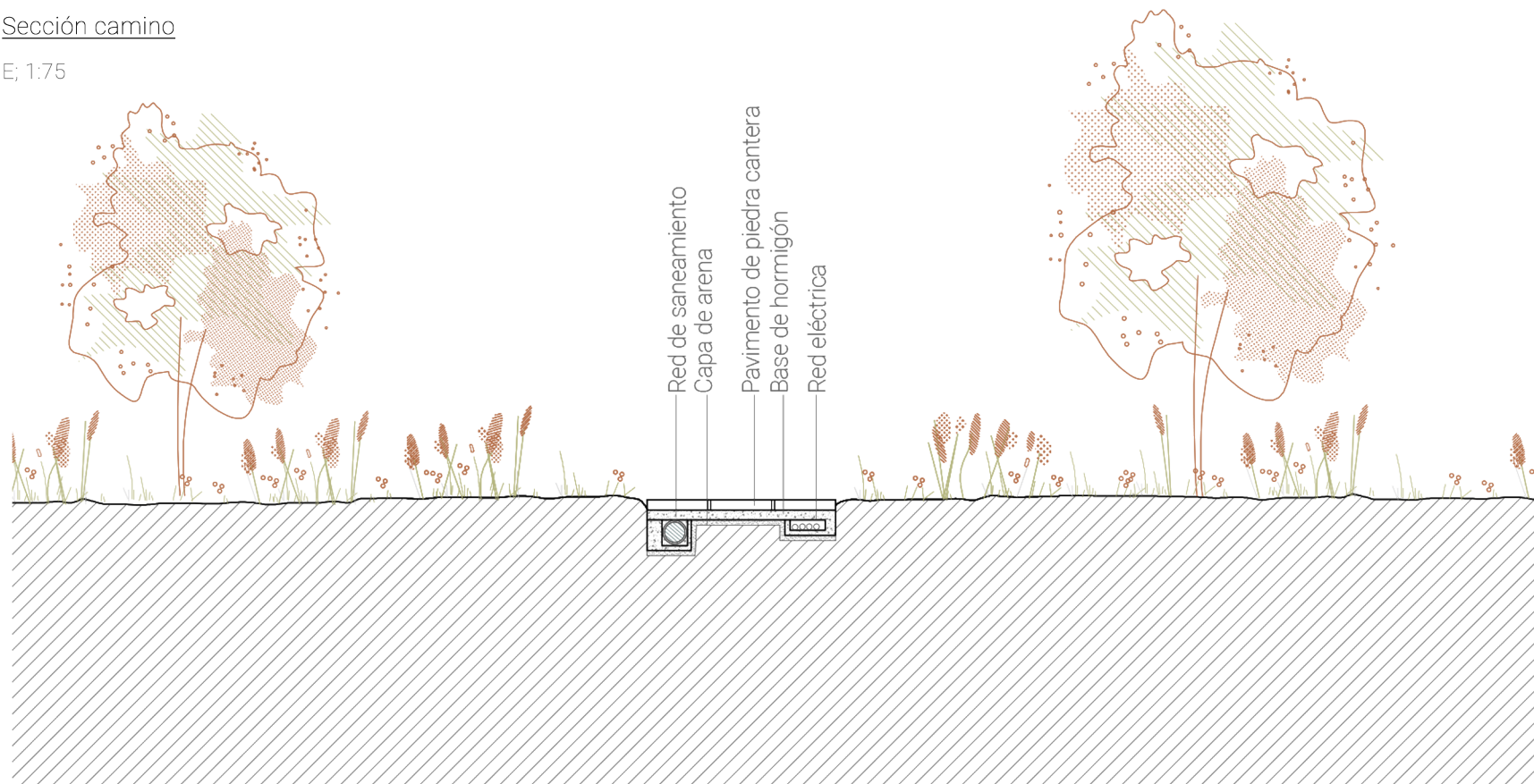
Los caminos serán los que conecten las viviendas con los viales secundarios, tienen un tamaño pequeño ya que solo sirven para conectar algunas vías secundarias y las viviendas.

Debido a su pequeño tamaño estos viales no disponen de acequias ya que debajo de ellos se sitúan los huecos para las instalaciones individuales.



Sección camino

E; 1:75



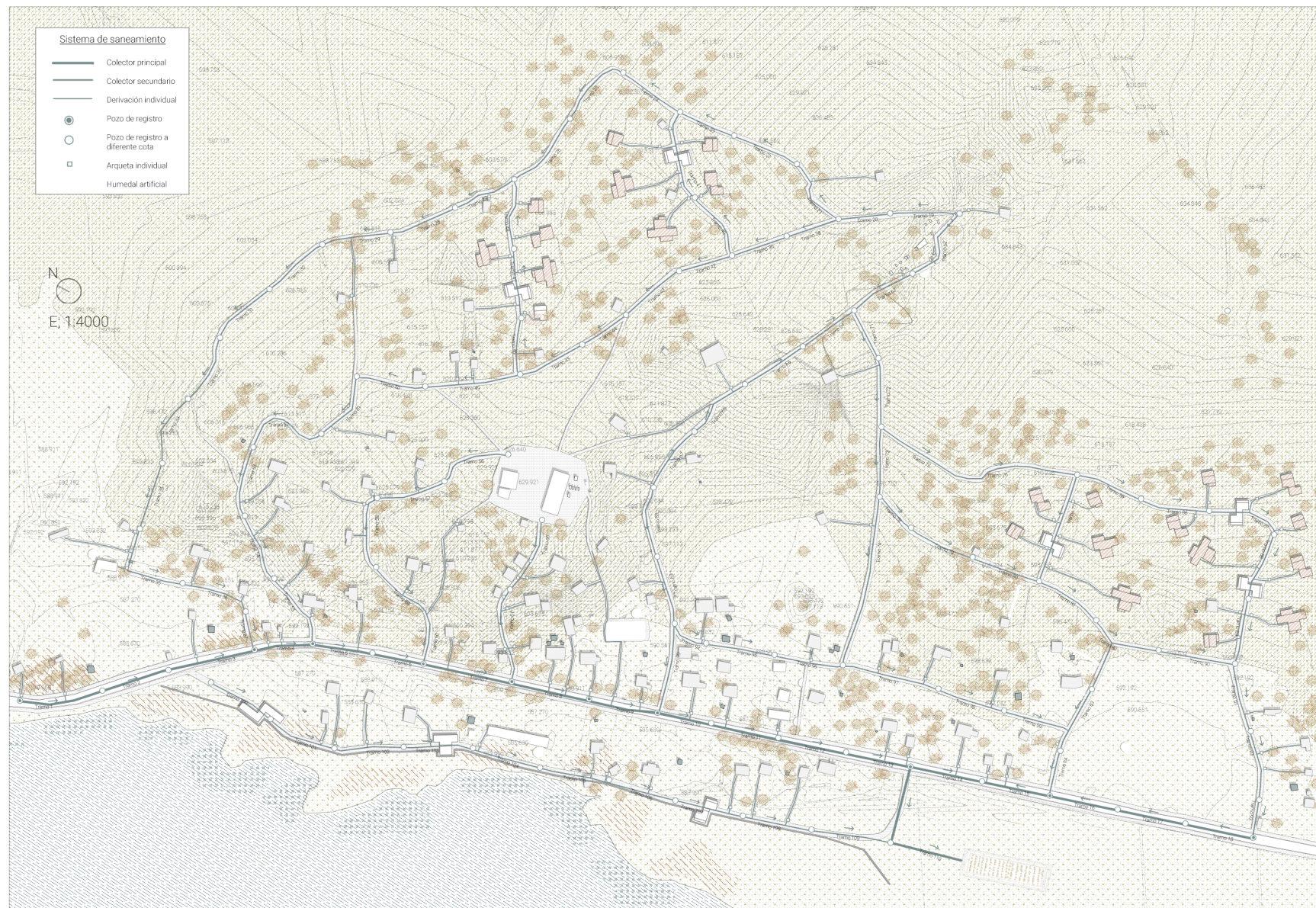


1.2. SISTEMA DE SANEAMIENTO

El sistema de saneamiento creado discurrirá a través de la red de caminos. Todas las viviendas estarán conectadas a la red mediante las tuberías instaladas en los caminos, que a su vez se conectarán con los viales secundarios acabando todos en la vía principal que conectará la red con el sistema de depuración natural creado, un humedal artificial.

Para las viviendas que se encuentran en una cota más baja que el vial principal se crea una única conexión con la depuradora que recogerá el agua de todas las viviendas del lado del río.

A continuación se realiza la descripción en detalle del humedal artificial.



o SISTEMA DE DEPURACIÓN - HUMEDAL ARTIFICIAL

La principal característica de los sistemas de depuración de flujo subsuperficial es la ausencia de contacto del agua con el aire lo que evita la presencia de malos olores e insectos. De esta forma es posible su ubicación muy cerca de viviendas y núcleos urbanos, creando así una zona verde particularmente apreciada desde el punto de vista estético y medioambiental.

Todos los sistemas de flujo subsuperficial funcionan en esencia siguiendo el mismo proceso:

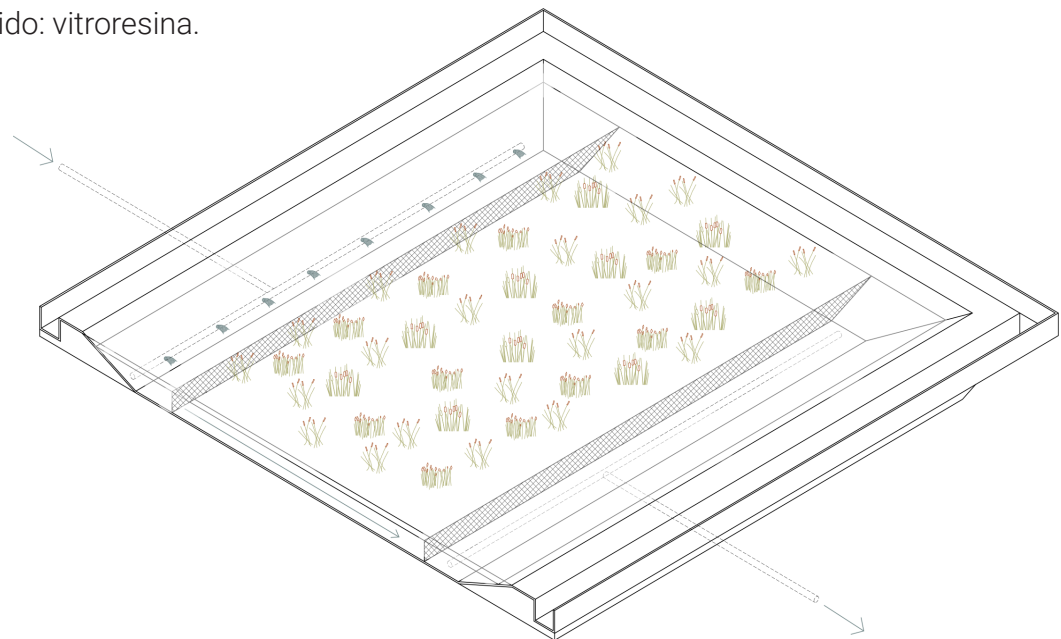
Tratamiento primario: el agua primero discurre por un tanque de tamizado específico para retener los sólidos gruesos y no biodegradables. La particular forma de este tanque permitirá además de retener las grasas, las espumas y las sustancias sólidas flotantes.

Posteriormente al tratamiento primario, antes del proceso de fitodepuración, se instalará una fosa séptica específica de dos compartimientos; sedimentación y clarificación. La fosa séptica, oportunamente dimensionada, tendrá la función de sedimentar la mayor parte de los sólidos suspendidos presentes en el agua (aproximadamente el 80%), clarificando así el flujo de salida. Además la particular forma de esta fosa séptica permitirá atrapar las grasas, espumas y sólidos flotantes que no hayan sido retenidos por el tanque de tamizado.

A continuación se instalará una balsa de fitodepuración con capacidad suficiente para permitir la depuración del caudal de aguas residuales generadas. La balsa contendrá un lecho filtrante de relleno de un medio filtrante que varía en función de las necesidades, la ubicación y el presupuesto desde grava hasta cuerpos de polipropileno. En la superficie de la balsa se plantarán plantas específicas y posiblemente autóctonas para favorecer su aclimatación. A la salida de la balsa se instalará un tanque de regulación del nivel del agua del interior de la balsa y de toma de muestras.

Elementos:

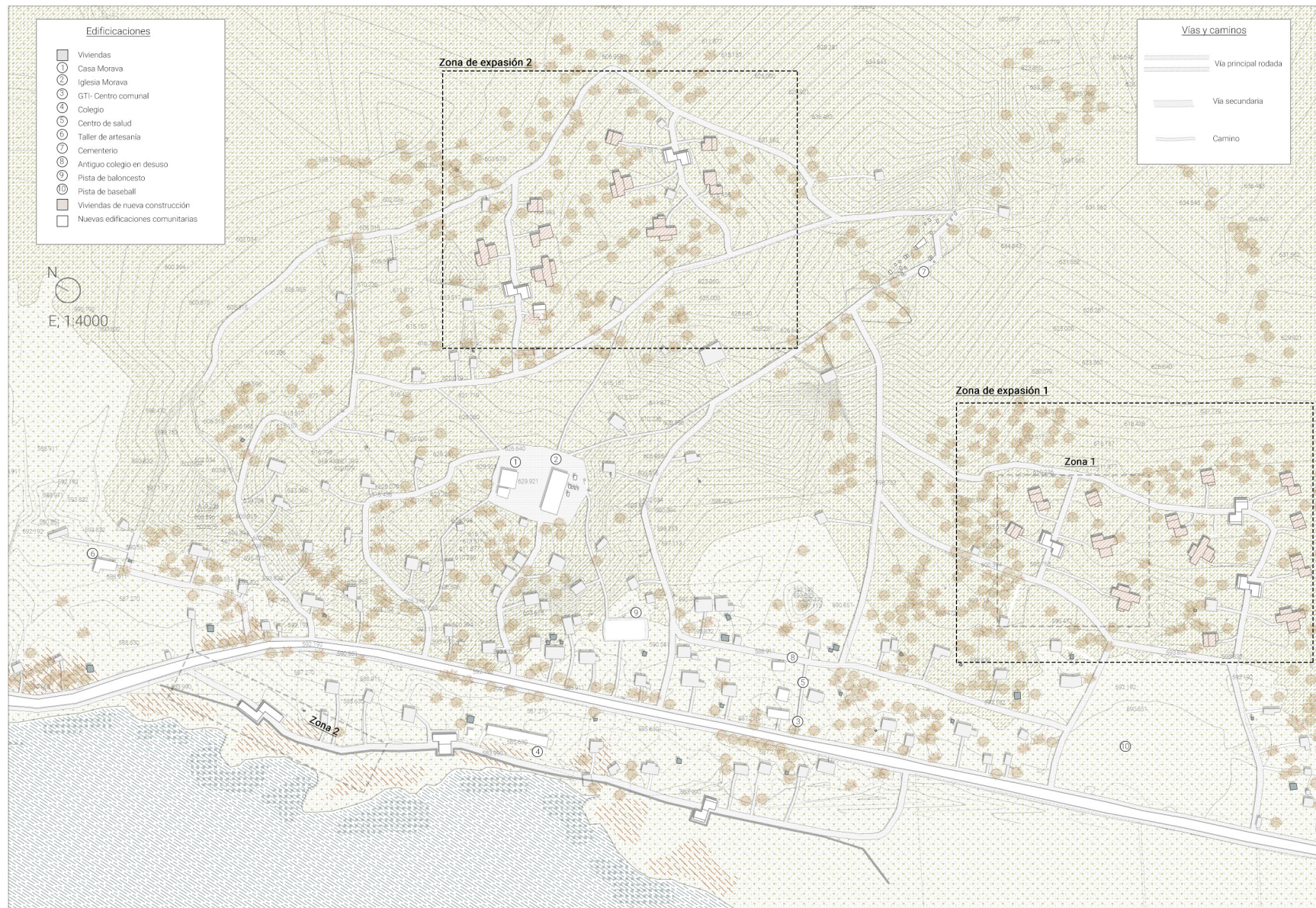
- Balsas para tratamiento primario.
- Balsas fitodepuración: geomembranas impermeabilizantes en polietileno, PVC, polipropileno o EPDM.
- Aislamiento y separación del material filtrante: geotextil.
- Tuberías y bridas: PVC.
- Tanque de nivel, toma de muestras y vertido: vitroresina.



1.3. ZONAS DE EXPANSIÓN

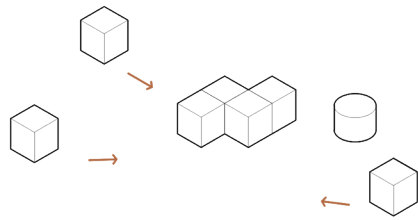
Con la creación de la red viaria se consiguen dos nuevas zonas de expansión de la comunidad. Una detrás de la zona de la pista de béisbol y otra en el valle que se encuentra detrás de la iglesia.

Estas dos nuevas zonas serán ordenadas en microcomunidades entorno a una instalación comunitaria para garantizar el correcto crecimiento de la comunidad, evitando así que las viviendas se situen unas demasiado cerca de otras y que todas las viviendas tengan las instalaciones necesarias.

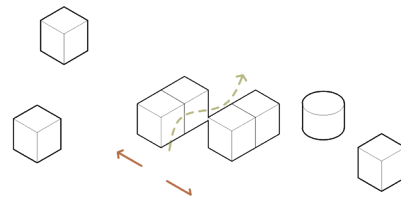


02. DEFINICIÓN ESCALA INTERMEDIA

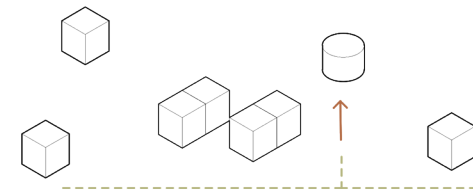
En la escala intermedia aparecerán unas instalaciones de sombra que se situarán a ambos lados de los viales secundarios. Podrán ser ampliables ya que siguen el mismo esquema de crecimiento de todo el proyecto.



Agrupación de viviendas alrededor de zonas comunes. Zonas comunes con instalación de abastecimiento de agua.



Separación de módulos comunitarios para dejar viales en el interior.



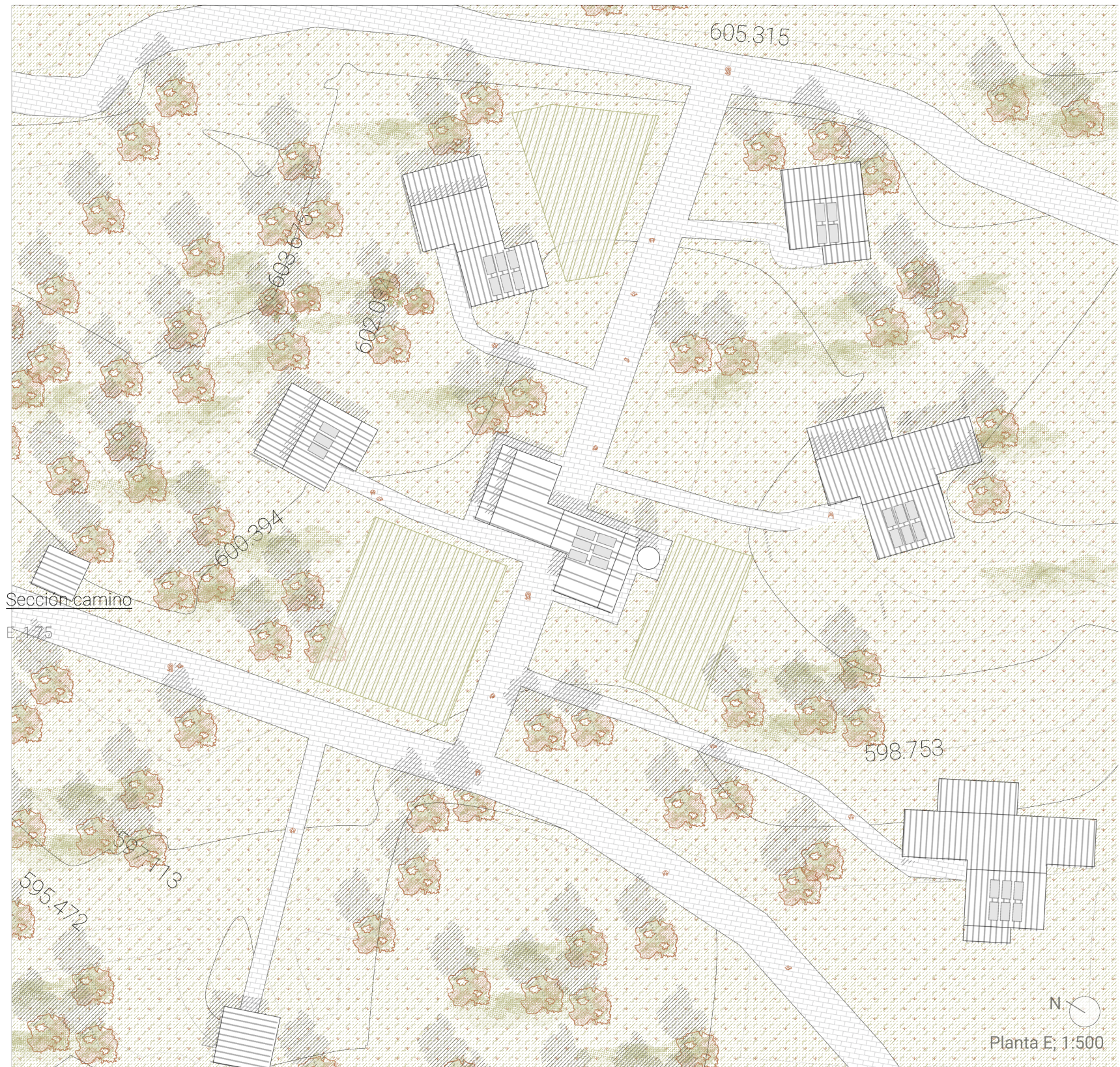
Elevación de depósito de agua para evitar el uso de bombas de agua hacia las viviendas.

Las parcelas comunitarias tendrán un depósito elevado comunitario conectado a un pozo mediante una bomba, que garantizará el abastecimiento de agua a las viviendas cuando no sea posible con el agua de lluvia.

Se creará una zona de lavandería comunitaria que sirve como foco de relaciones sociales, además se creará una zona de cultivos comunitarios para pequeños cultivos.

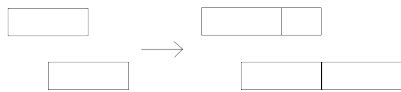
En las parcelas comunitarias se dotará de una zona cubierta con recogida de agua de lluvias y placas solares, además de un tanque de almacenamiento de agua de lluvia.

2.1 ORDENACIÓN DE VIVIENDAS

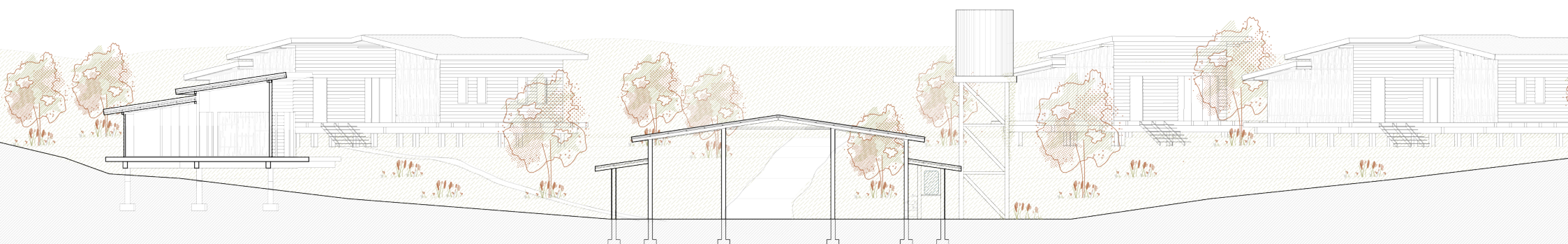
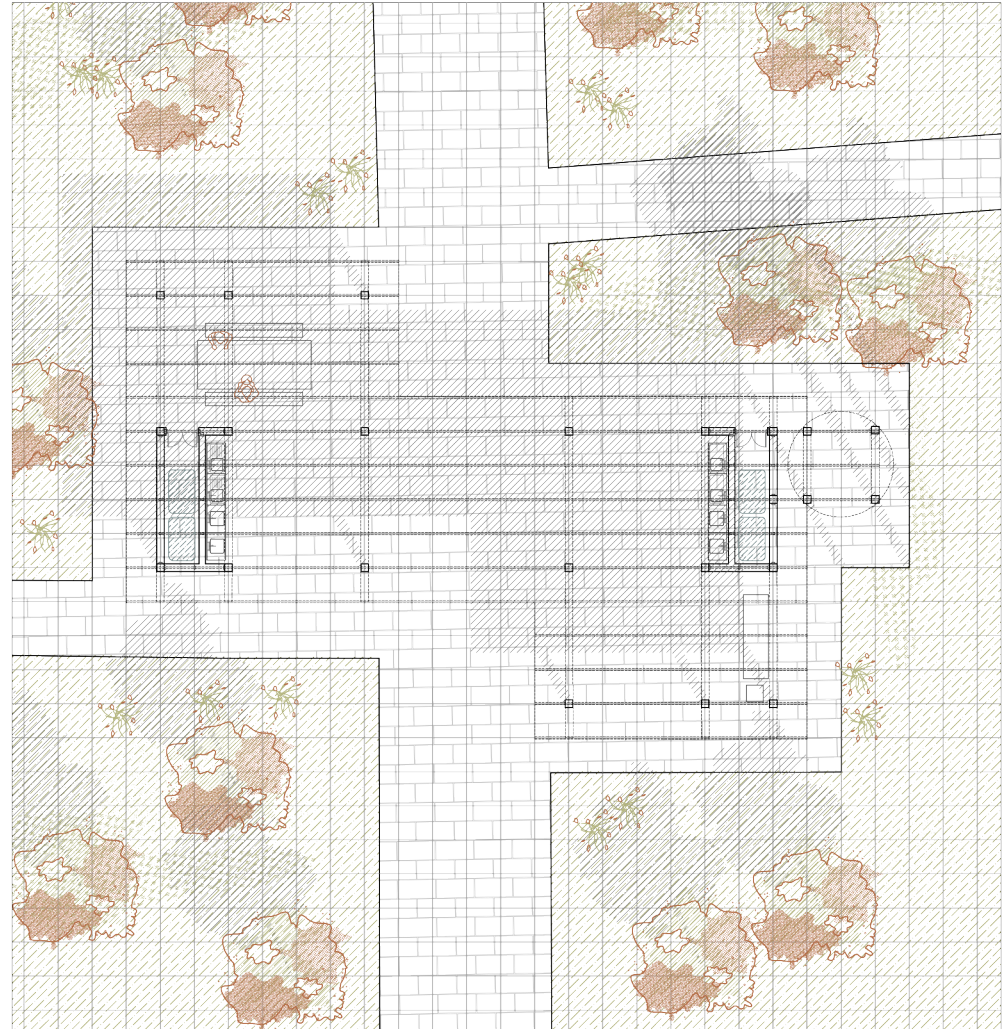


2.2 MÓDULOS COMUNITARIOS

Las zonas comunitarias se organizarán entorno a los caminos, como mínimo cada zona comunitaria estará prevista con unos tanques de recogida de agua de lluvia, el depósito comunitario superior y una zona de lavandería comunitaria. Las zonas podrán ser ampliables a lo largo de los caminos, creando más zonas de sombra.



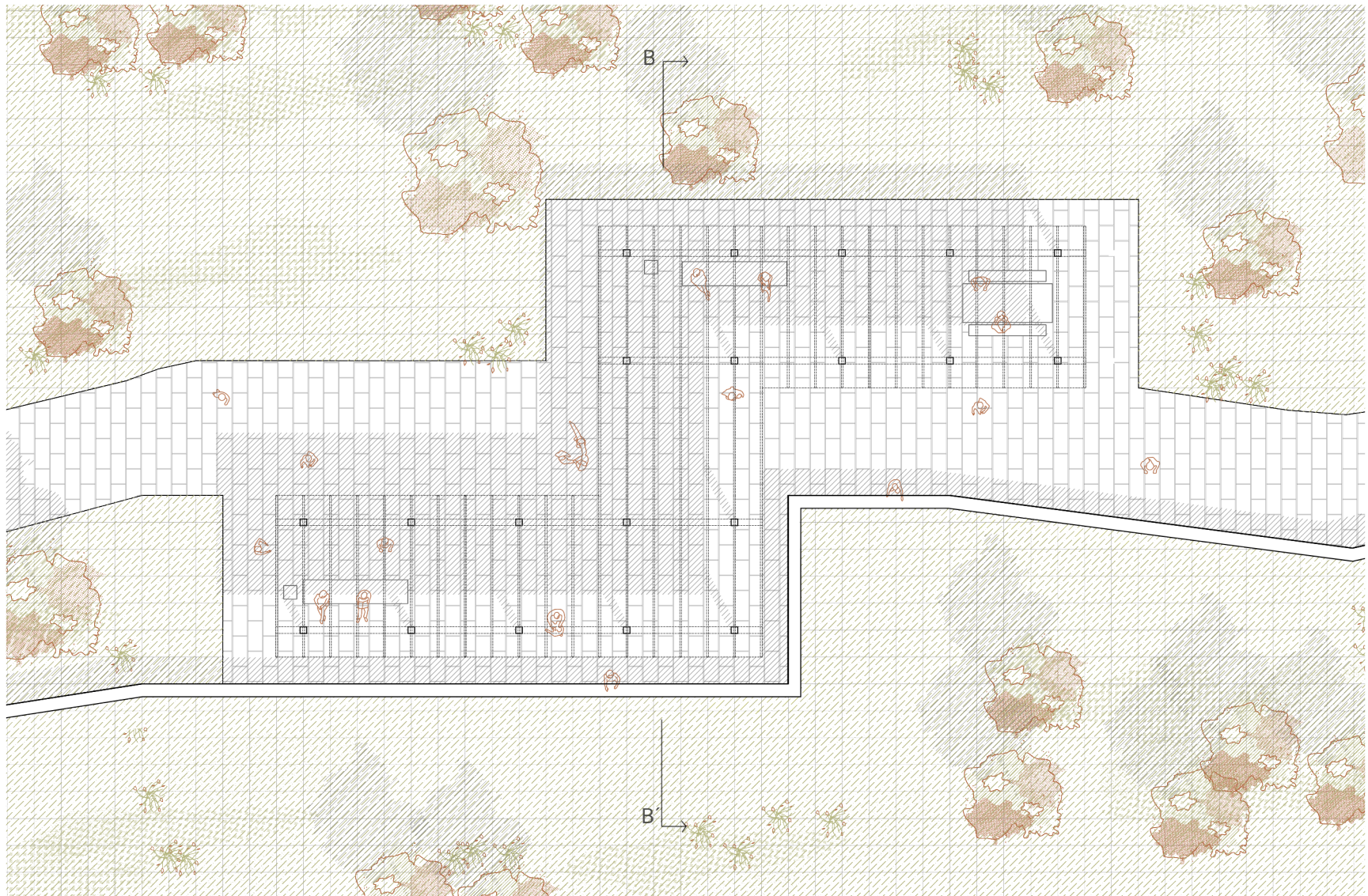
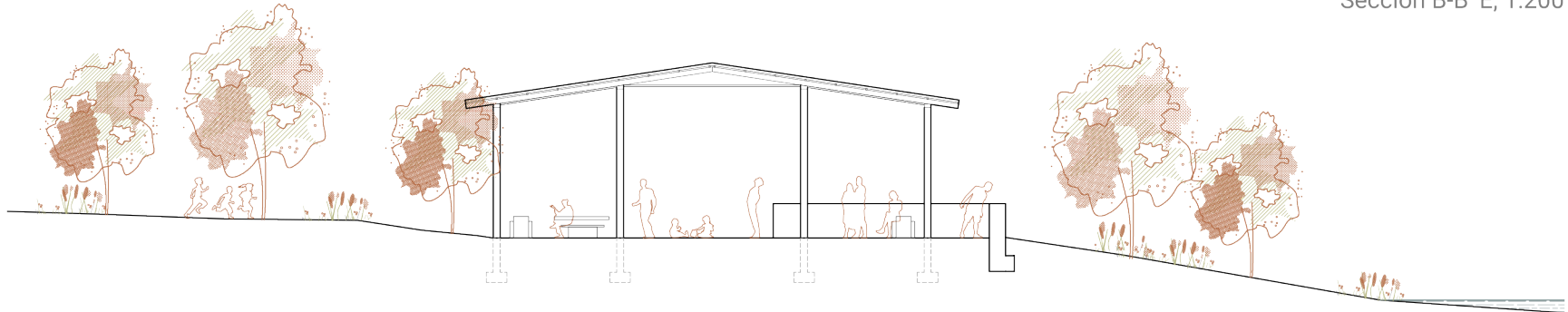
Las zonas comunes podrán ser ampliables, que siguen un esquema de crecimiento que sigue la longitud del camino.



Sección A-A' E; 1:200

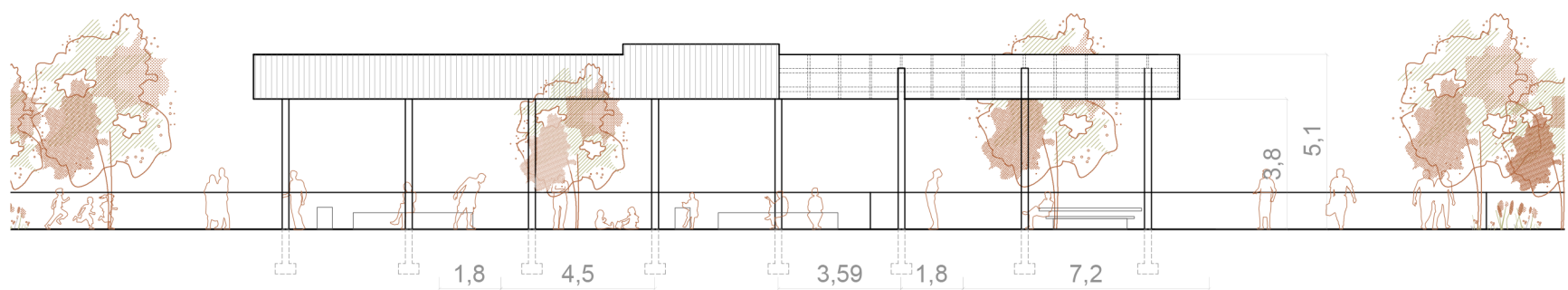
2.3 MÓDULOS COMUNITARIOS ESPECIALES (zona inundable)

Sección B-B' E; 1:200

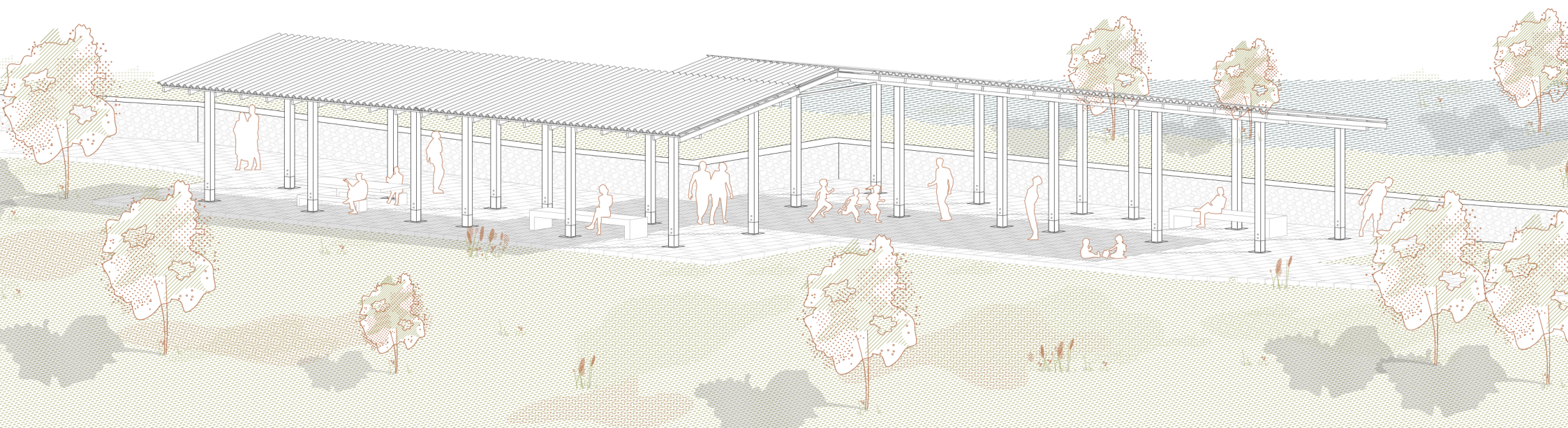


Planta E; 1:200

En la zona más cercana al río los viales tendrán un tratamiento especial ya que al sr una zona inundable se crea un muro que protege a las viviendas situadas en la zona entre la carretera y el río. Además con este muro se crearán distintos miradores y zonas comunitarias de ocio, creando así un paseo junto al río.



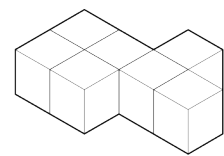
Alzado E; 1:200



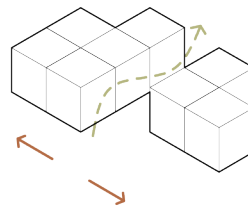
03. DEFINICIÓN ESCALA DE VIVIENDA

Se propone una vivienda crecedera, que utilice materiales de la zona y que sea de fácil construcción. Se dividirá en módulos con un módulo base y módulos adosables de habitaciones. Las cubiertas serán destinadas a la recogida de aguas de lluvia y a la colocación de paneles solares. La instalación de abastecimiento de agua llevará un tanque de almacenamiento incluido en el módulo de instalaciones.

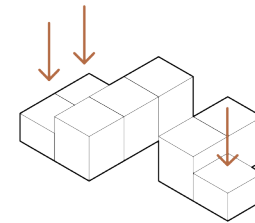
La orientación de la vivienda en la parcela será en función de donde se sitúen el mayor número de estancias, que mirarán al sur por ser la orientación con mayor sol.
En la cubierta orientada al sur se colocarán los paneles solares.



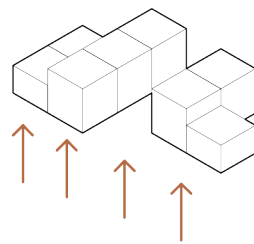
Vivienda crecedera a través de agrupación de módulos



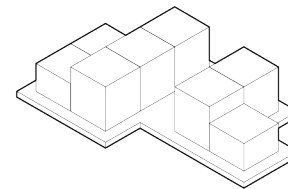
Separación para espacio intermedio



Módulos en segunda línea más bajos para creación de cubierta

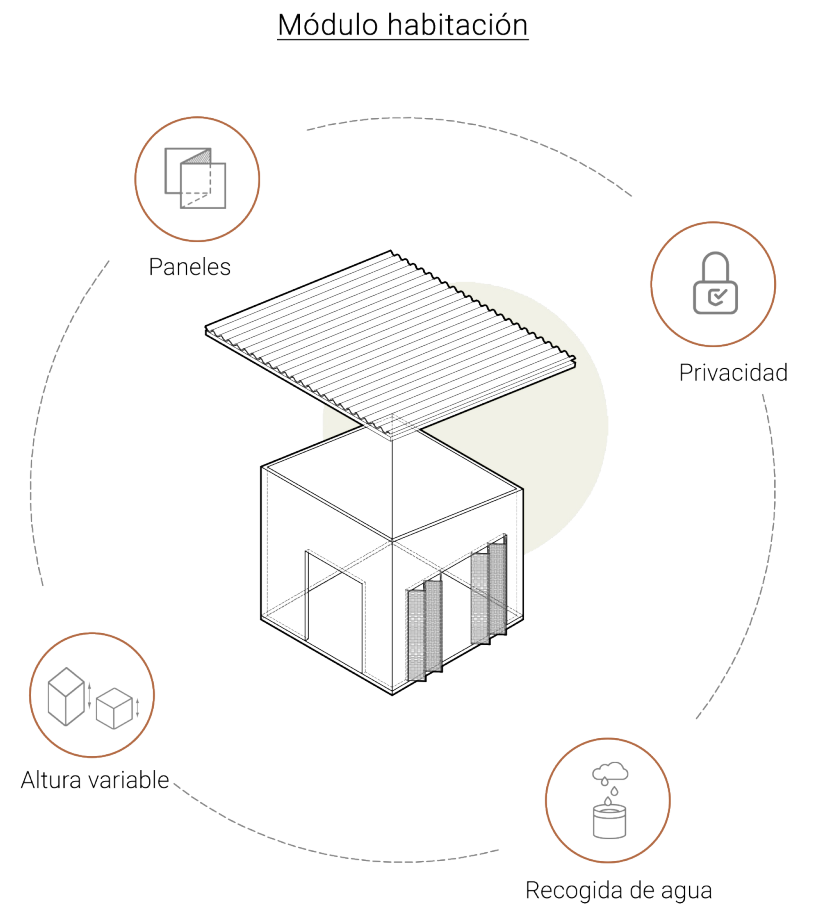
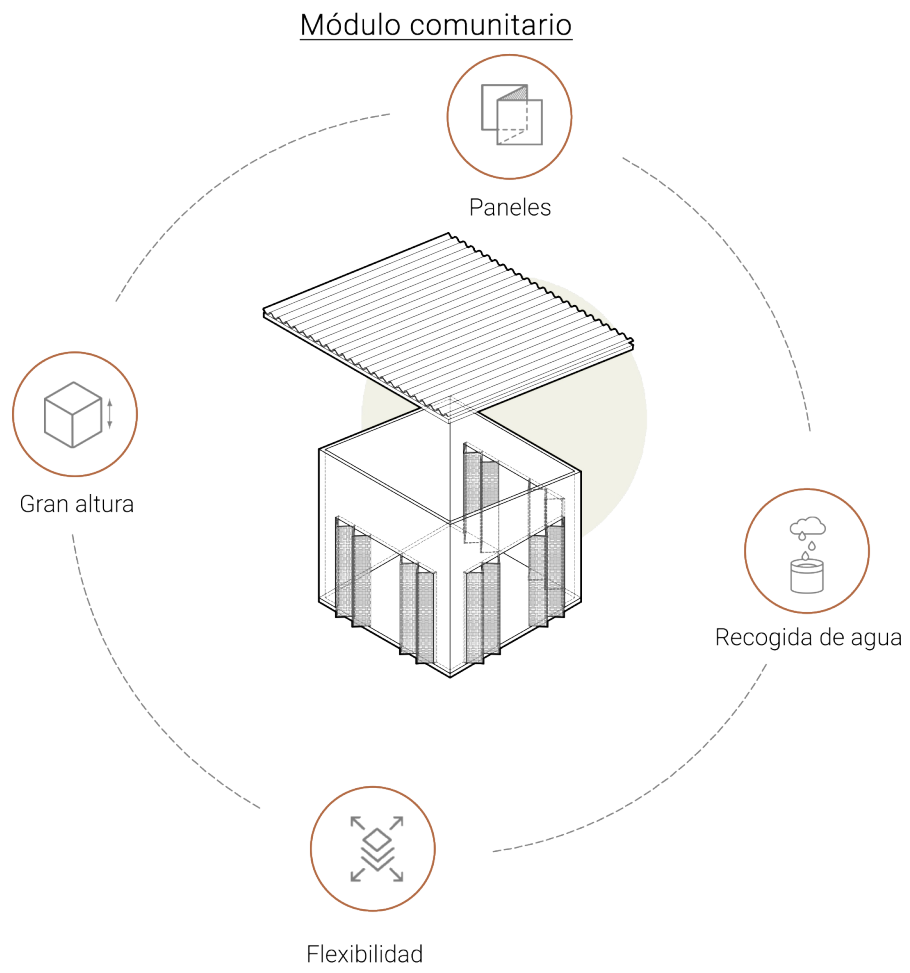


Elevación del suelo como protección

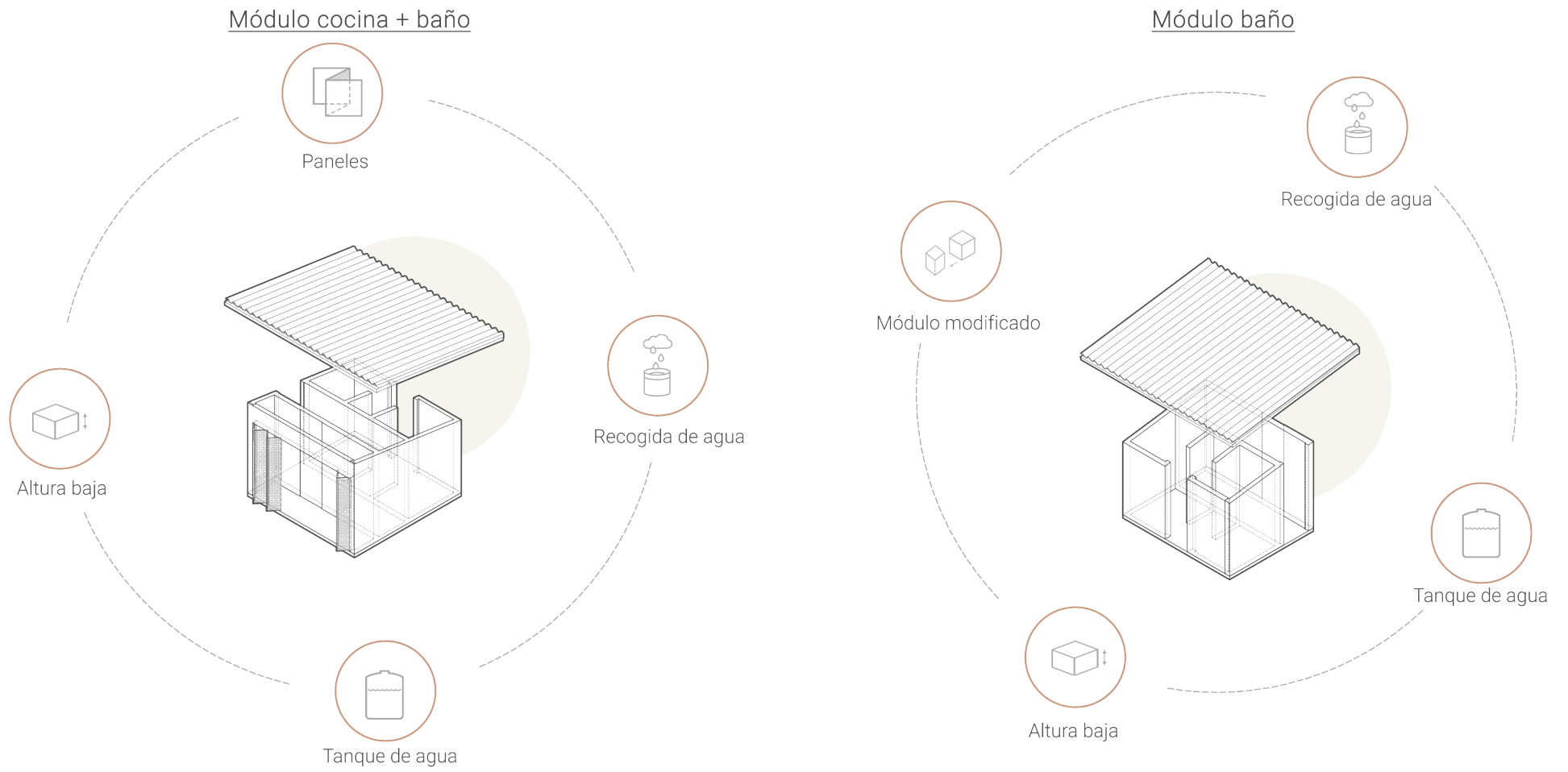


Creación de porche exterior cubierto

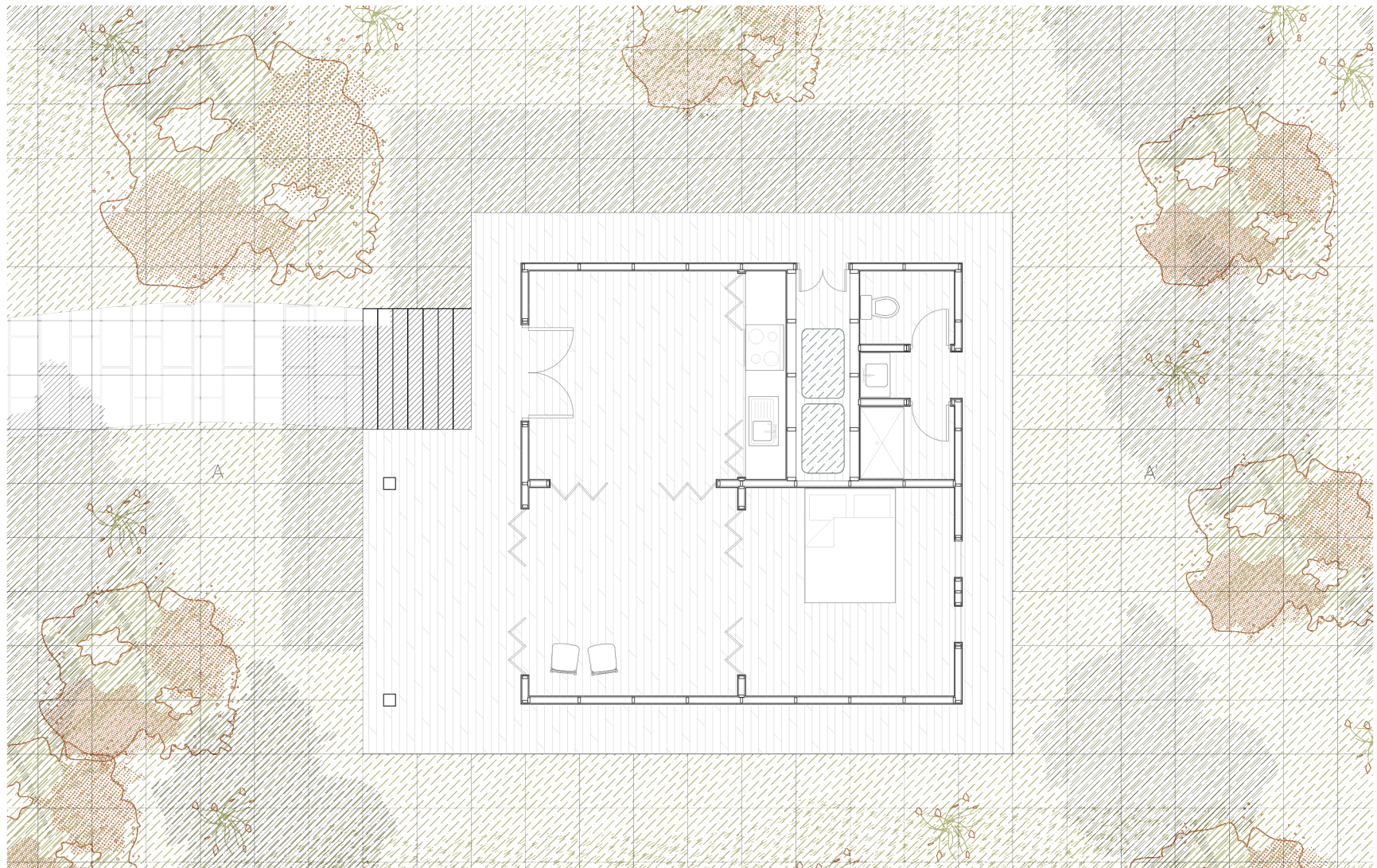
o Módulos de estancia



o Módulos de instalaciones

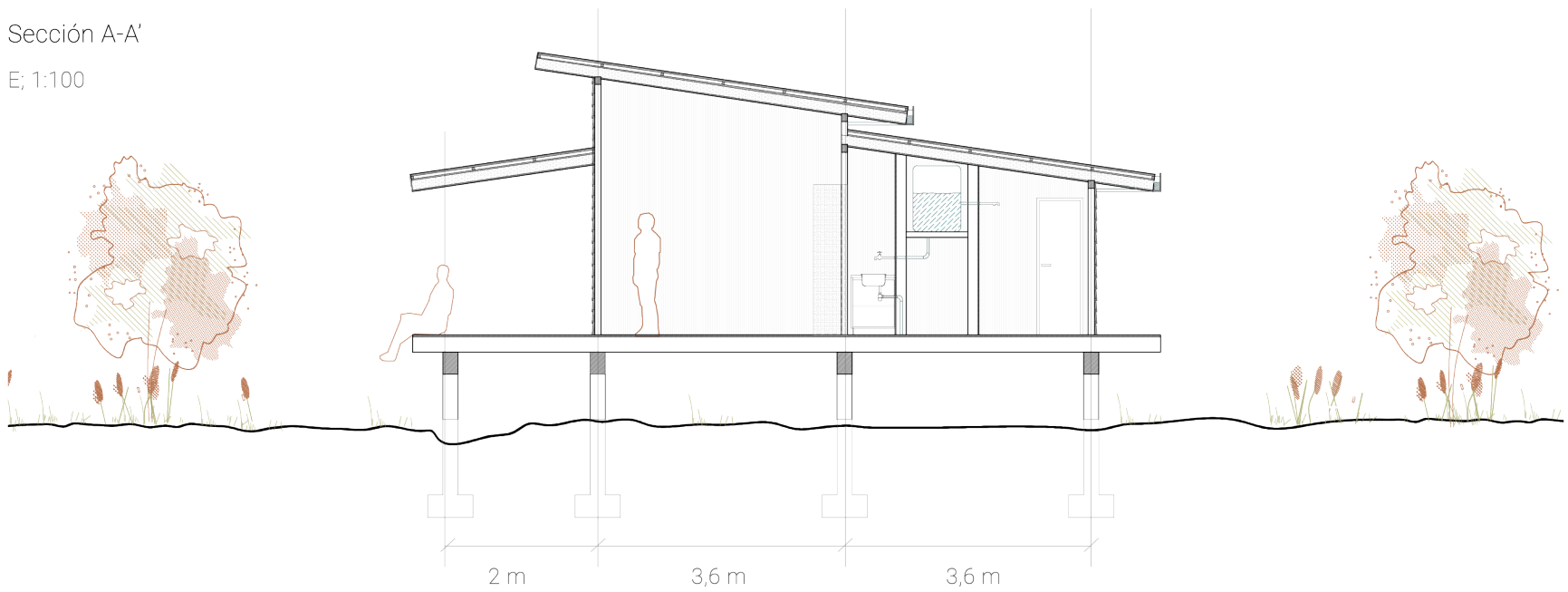


o Vivienda base (VB)

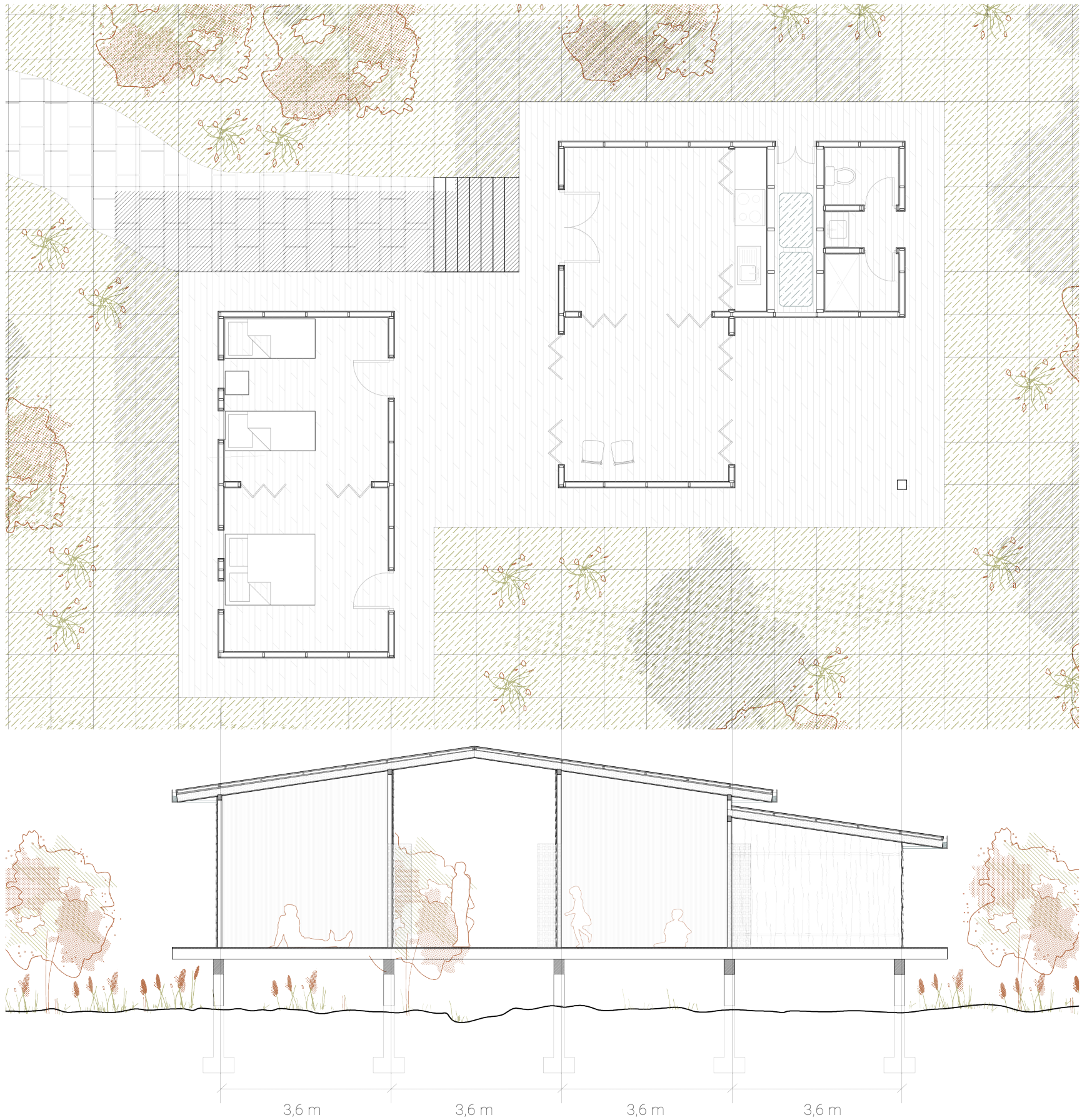


Sección A-A'

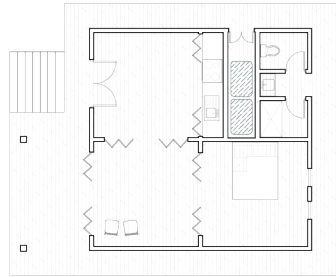
E; 1:100



o Vivienda base + módulo habitación

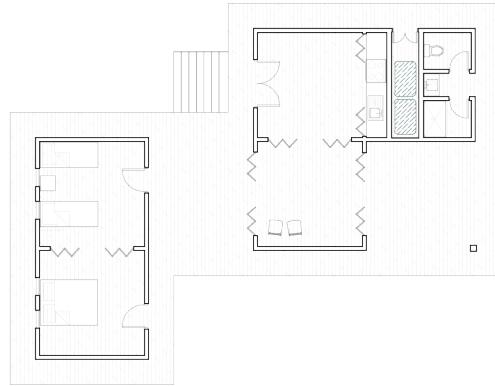


o Combinaciones posibles de módulos de vivienda



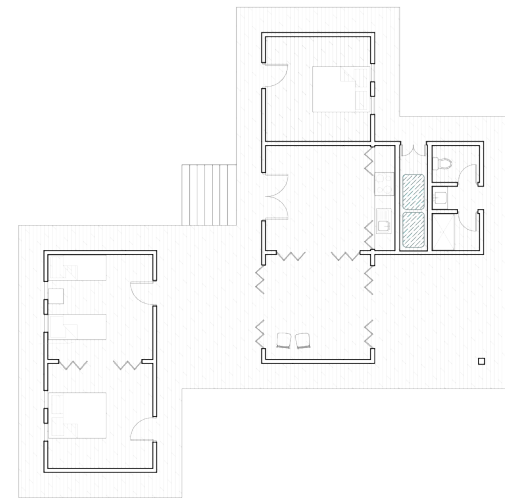
Vivienda base

Vivienda: 53,7 m²
 Terraza: 37 m²
 Total: 90,7 m²
 Capacidad máxima: 2 p.



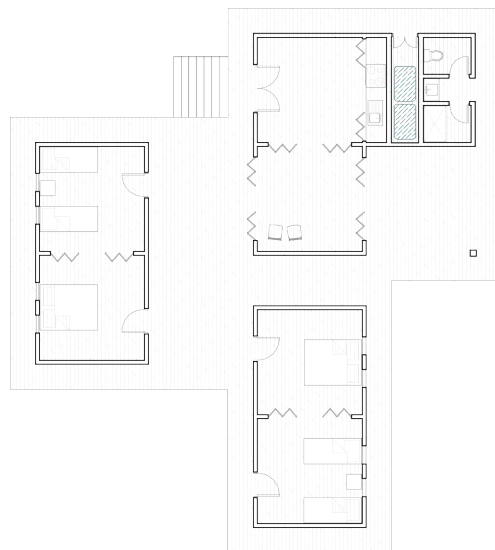
Vivienda base + 2

Vivienda: 68 m²
 Terraza: 71,3 m²
 Total: 139,3 m²
 Capacidad máxima: 4 p.



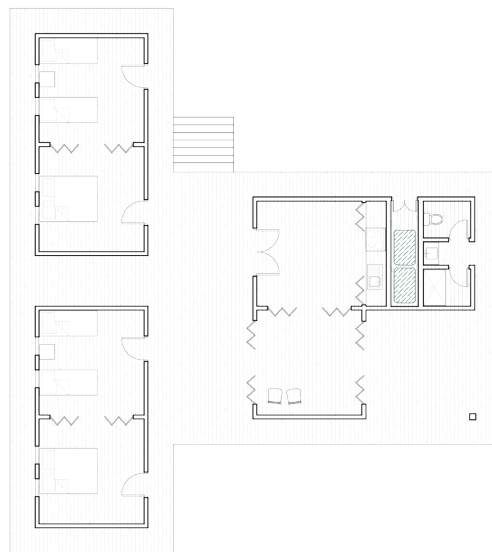
Vivienda base + 3

Vivienda: 81,4 m²
 Terraza: 77,3 m²
 Total: 158,7 m²
 Capacidad máxima: 6 p.



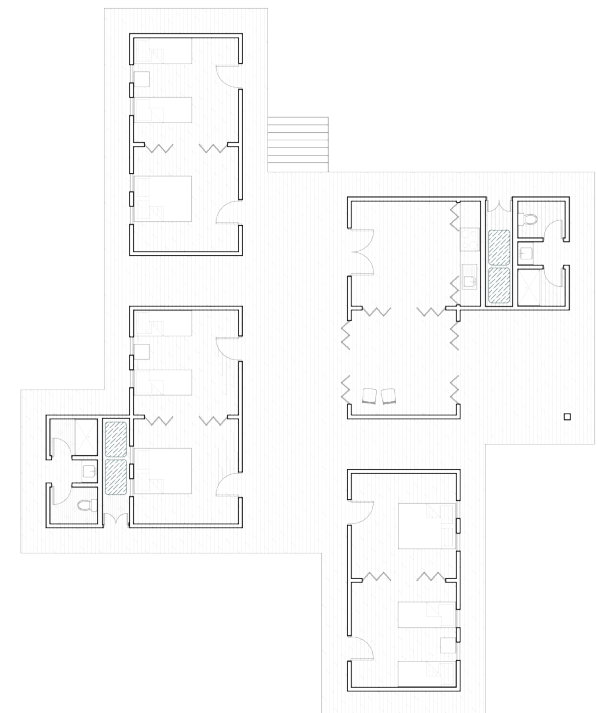
Vivienda base + 4

Vivienda: 95,3 m²
 Terraza: 99,2 m²
 Total: 194,5 m²
 Capacidad máxima: 8 p.



Vivienda base + 4

Vivienda: 95,3 m²
 Terraza: 99,1 m²
 Total: 194,4 m²
 Capacidad máxima: 8 p.



Vivienda + 6

Vivienda: 132,9 m²
 Terraza: 132 m²
 Total: 264,9 m²
 Capacidad máxima: 12 p.

o Vista vivienda Base + 1



5. MEMORIA CONSTRUCTIVA

01. Definición constructiva

- 1.1 Escala territorial
- 1.2 Módulos comunitarios
- 1.3 Vivienda

02. Sistema de sustentación

- 2.1 Descripción del sistema estructural
- 2.2 Memoria de cálculo
- 2.3 Planos

03. Instalaciones y servicios

- 3.1 Escala territorial
- 3.2 Instalaciones comunitarias
- 3.3 Instalaciones de vivienda

1.1 DEFINICIÓN CONSTRUCTIVA ESCALA TERRITORIAL

o Sistema de depuración

o Profundidad del lecho

La profundidad del lecho está comprendida entre 0,6 y 0,8 m. Normalmente es de 0,6 m en la sección de entrada y aumenta en relación a la pendiente adoptada para el fondo del lecho (entre 0,1 y 1 %). La profundidad puede variar en función de las plantas que vamos a utilizar, en este caso se utilizará *Phragmites australis* que desarrollan sus raíces hasta aproximadamente 60 cm de profundidad.

o Impermeabilización de la balsa

La impermeabilización de la balsa se realiza con geomembrana impermeable de polietileno, PVC, polipropileno o EPDM. El espesor aconsejado es de 1 mm como mínimo. Entre la geomembrana y el material de relleno resulta siempre oportuna la colocación de un geotextil de protección para evitar posibles rupturas de la geomembrana debido a la presión del material de relleno.

Si el terreno del fondo de la balsa resultara muy pedregoso y con aristas cortantes, resultaría necesaria la distribución de una capa de arena o la instalación de otro geotextil, para evitar rupturas de la geomembrana.

Los espesores, pesos y características de la geomembranas y los geotextiles, se decidirán conjuntamente con el fabricante en base al peso y las características del material de relleno. A título indicativo, se utilizará un geotextil con densidad superficial no inferior a 500 g/m² y resistencia a la presión >3500 N/m².

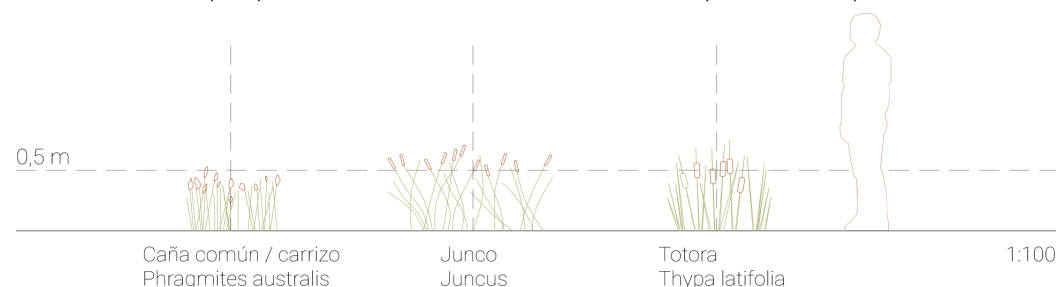
o Material de relleno

El material para el lecho filtrante es grava de río lavada y de forma redondeada. La granulometría será de 16-32 mm, para evitar atascos en el tiempo y garantizar así una duración del lecho filtrante de aproximadamente 15 años como mínimo. Al principio de la balsa se colocarán piedras de río redondeadas de diámetro entre 6 y 10 cm, en una longitud de 3 m, para favorecer la distribución del agua residual sobre todo el ancho de la balsa. Para sujetar este material e aislarlo del resto de la grava filtrante, se utilizará una red metálica de acero galvanizado o inoxidable. En la parte final de la balsa, donde se recoge el agua depurada, se colocarán piedras de las mismas características de las de la zona inicial de distribución (diámetro entre 6 y 10 cm), en una longitud de 2 m. De igual forma que en la zona inicial de la balsa, las piedras se sujetarán con una malla metálica. En la parte extrema final, se dejará una zona libre de piedras, para la instalación de la tubería de recogida del agua depurada y evitar así la posibilidad de atasco de la tubería y facilitar su limpieza y mantenimiento. De esta forma se podrá también visualizar el agua de salida y comprobar su estado y nivel.

o Zona de entrada

El objetivo de la zona de entrada, es la distribución uniforme del agua para depurar a través del área transversal de entrada del lecho filtrante. Su función es también la de acumular buena parte de los sólidos suspendidos no biodegradables, ralentizando así el atascamiento y alargando la duración del lecho filtrante. Esto se consigue, como hemos mencionado anteriormente, rellenando la zona inicial con piedras de diámetro elevado, separadas por una red metálica. Para el reparto del agua residual sobre las piedras de la entrada, se utilizará una tubería de instalación superficial y transversal, de diámetro 160 mm, con orificios o toberas de diámetros diferenciados (a partir de 10 mm y aumentando hasta 50 mm), distribuidos sobre toda su longitud. La tubería tendrá que poder desmontarse con facilidad para su limpieza en caso de atasco.

o Vegetación



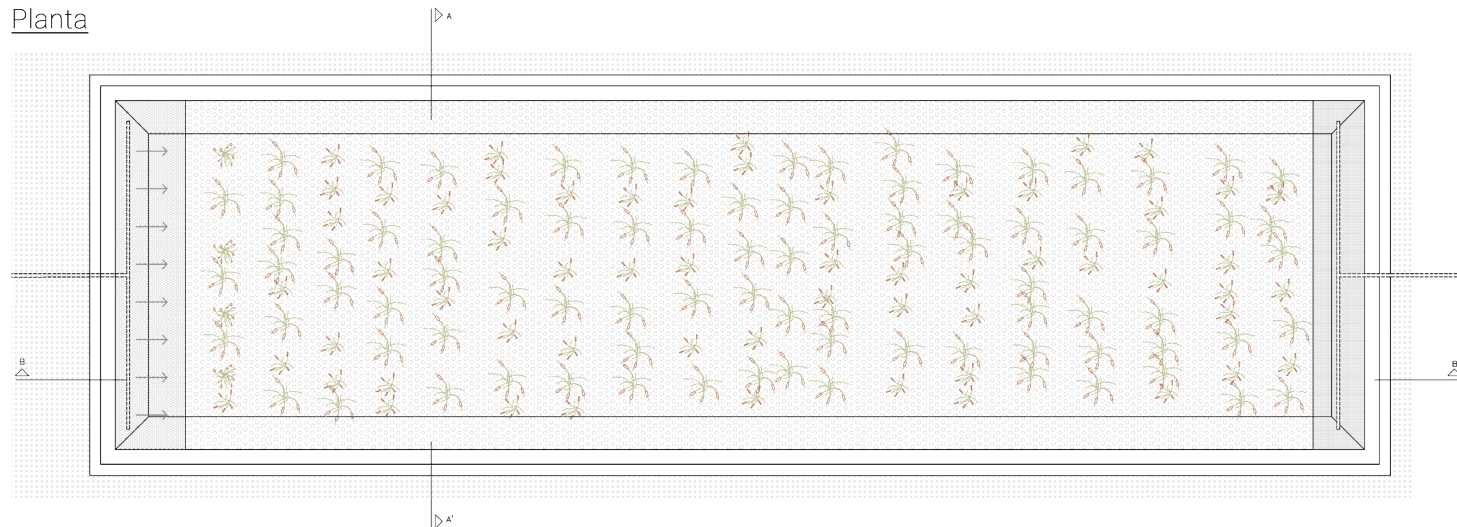
o Zona de salida

La zona de salida es muy similar a la de entrada. Las únicas diferencias consisten en su longitud, que en el caso de la de salida es de 2 m y en que la zona final de salida tendrá la parte terminal sin piedras, para permitir que la tubería de recogida sea fácilmente accesible en caso de atasco de los orificios. Su instalación será en el fondo de la parte final de la balsa. La tubería transversal de drenaje-salida tendrá un diámetro de 160 mm y estará provista de orificios sobre toda su longitud, para facilitar la recogida del agua depurada sobre todo el ancho de la balsa.

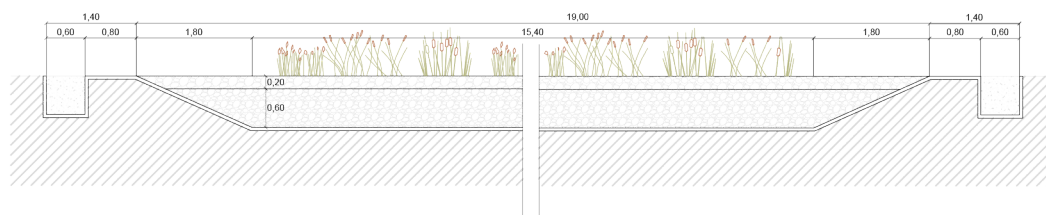
o Sistema de regulación del nivel

La regulación del nivel del agua en la balsa, puede ser realizada por mediación de una tubería telescópica formada por varias uniones de manguitos desmontables entre si. Esta simple y económica solución, permite poder regular el nivel en el interior de la balsa desde 5 cm por arriba de la superficie del lecho (para la fase de puesta en marcha y evitar la muerte de las plantas por falta de agua, así como para eliminar periódicamente la vegetación no deseada que puede formarse sobre la superficie del lecho), hasta su completo vaciado.

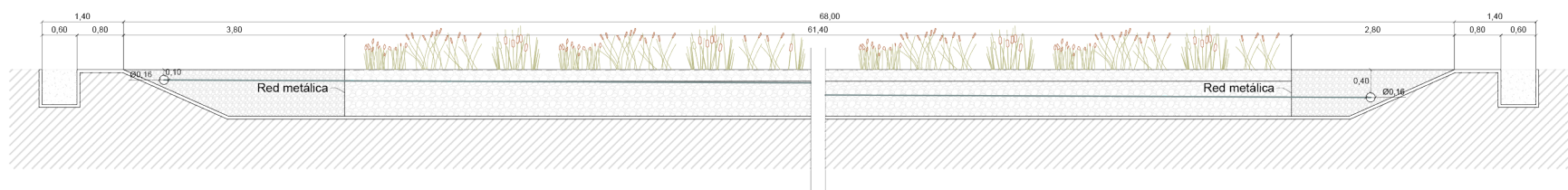
Planta



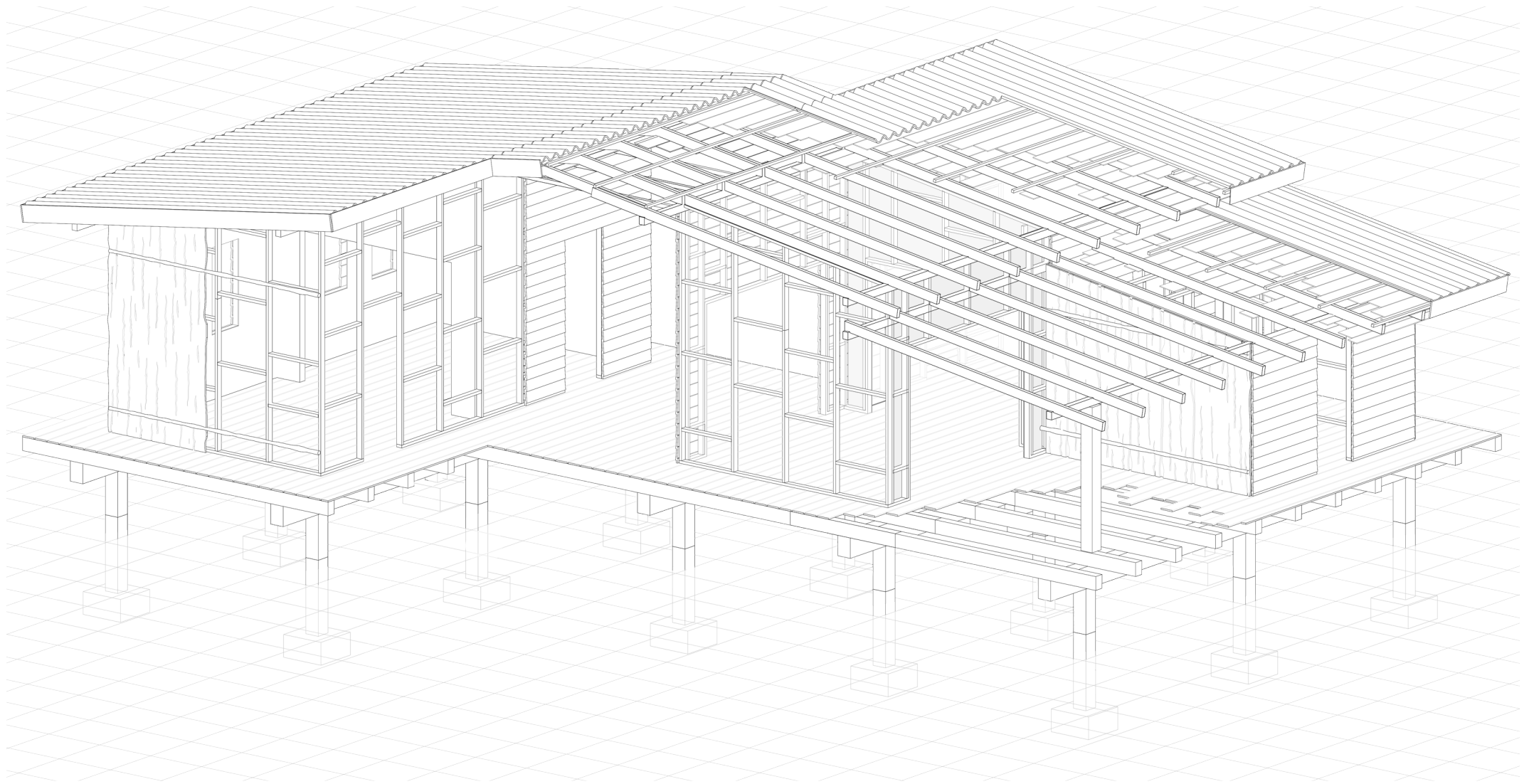
Sección A-A'



Sección B-B'



1.3. DEFINICIÓN CONSTRUCTIVA VIVIENDA



2. SISTEMA DE SUSTENTACIÓN

2.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

El sistema estructural elegido para el proyecto será una estructura completamente realizada en madera aserrada de cedro (madera más común para construir en la zona), los sistemas estarán divididos en cubiertas, estructuras porticadas con pilares y vigas (construcciones comunitarias) y estructuras con el sistema Balloon frame (viviendas).

- o Cubiertas
- o Sistema porticado de vigas y pilares (construcciones comunitarias)
- o Sistema Balloon frame (viviendas)

2.2. MEMORIA DE CÁLCULO

Debido a la inexistencia de normativa aplicada en la zona, se propondrá un cálculo siguiendo la normativa española CTE DB SE-M.

o Acciones

CUBIERTA

CUADRO DE ACCIONES DB-SE-AE

Tipo de carga	Elemento		Coefficiente de seguridad	Carga total
Permanentes	Peso propio del forjado	1 kN/m ²	1.35	1,35 kN/m ²
	Sobrecarga de cubierta	no se aplica		
Variables	Sobrecarga de uso	1 kN/m ²	1.5	1,5 kN/m ²
Accidentales	Sismo - no se aplica			
				Total: 2,85 kN/m ²

FORJADO

CUADRO DE ACCIONES DB-SE-AE

Tipo de carga	Elemento		Coefficiente de seguridad	Carga total
Permanentes	Peso propio del forjado	1 kN/m ²	1.35	1,35 kN/m ²
	Peso propio del pavimento	1 kN/m ²	1.35	1,35 kN/m ²
	Peso propio de tabiquería	1 kN/m ²	1.35	1,35 kN/m ²
Variables	Sobrecarga de uso	2 kN/m ²	1.5	3,00 kN/m ²
Accidentales	Sismo - no se aplica			
				Total: 6,51 kN/m ²

o Valores de cálculo

- Madera aserrada

		Especies coníferas y chopo				
		C14	C16	C18	C22	C24
Propiedades resistentes (N/mm ²)						
Flexión	f _{m,k}	14	16	18	22	24
Tracción paralela	f _{t0,k}	8	10	11	13	14
Tracción perpendicular	f _{t90,k}	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
Compresión paralela	f _{c0,k}	16	17	18	20	21
Compresión perpendicular	f _{c90,k}	2,0	2,2	2,2	2,4	2,5
Cortante	f _{v,k}	1,7	1,8	2,0	2,4	2,5
Propiedades de rigidez (KN/mm ²)						
Mod. Elast. paralelo medio	E _{0,medio}	7	8	9	10	11
Mod. Elast. paralelo caract.	E _{0,k}	4,7	5,4	6,0	6,7	7,4
Mod. Elast. Perpend. medio	E _{90,medio}	0,23	0,27	0,30	0,33	0,37
Mod. cortante medio	G	0,44	0,50	0,56	0,63	0,69
Densidad						
Densidad característica	ρ _k	290	310	320	340	350
Densidad media	ρ _{media}	350	370	380	410	420

La madera de cedro que se utilizará para la estructura será de clase resistente C18.

- Factores de corrección de la resistencia

Madera maciza:

Factor de altura kh:

En piezas de madera aserrada de sección rectangular, si el canto en flexión o la mayor dimensión de la sección en tracción paralela es menor que 150 mm, los valores característicos f_{m,k} y f_{t0,k} pueden multiplicarse por el factor kh.

MADERA ASERRADA	
h ≥ 150 mm	k _h = 1
h < 150 mm	k _h = $\left(\frac{150}{h}\right)^{0,2} \geq 1,3$

siendo:

h canto en flexión o mayor dimensión de la sección en tracción, [mm].

- Factores que afectan al comportamiento estructural de la madera

Clase de duración	Duración aproximada acumulada de la acción en valor característico	Acción
Permanente	más de 10 años	Permanente, peso propio
Larga	de 6 meses a 10 años	Apeos o estructuras provisionales no itinerantes
Media	de una semana a 6 meses	sobrecarga de uso; nieve en localidades de >1000 m
Corta	menos de una semana	viento; nieve en localidades de < 1000 m
Instantánea	algunos segundos	sismo

En este caso la clase de servicio será la 3, debido a que en la zona se dan humedades mayores al 85% y algunas zonas de la estructura estarán abiertas a la intemperie.

El valor de cálculo, X_d, de una propiedad del material (resistencia) se define como:

$$X_d = k_{mod} \frac{X_k}{\gamma_M}$$

siendo:

X_d: valor característico de la propiedad del material

γ_M: coeficiente parcial de seguridad para la propiedad del material, que se obtiene de la siguiente tabla

k_{mod}: factor de modificación

Estados límites últimos	γ _M
- Combinaciones fundamentales	1,30 MA
- Combinaciones accidentales	1,25 ML
- Combinaciones excepcionales	1,0
Estados límites de servicio	1,0

k_{mod}: factor de modificación, que se obtiene de la siguiente tabla

Clase de duración de la carga	Clase de servicio		
	1	2	3
Permanente			
Peso propio, tabiquería	0,60		0,50
Larga duración			
Apeos, andamios	0,70		0,55
Media duración			
Sobrecarga de uso*	0,80		0,65
Corta duración			
Nieve**, viento	0,90		0,70
Instantánea			
Sismo	1,10		0,90

o Comprobaciones

- VIGAS CUBIERTA (Zona comunitaria)

Descripción del elemento

Se realizarán las comprobaciones a la viga 1 de la construcción comunitaria.

La viga estará apoyada en pilares y a su vez soportará la carga de la cubierta.

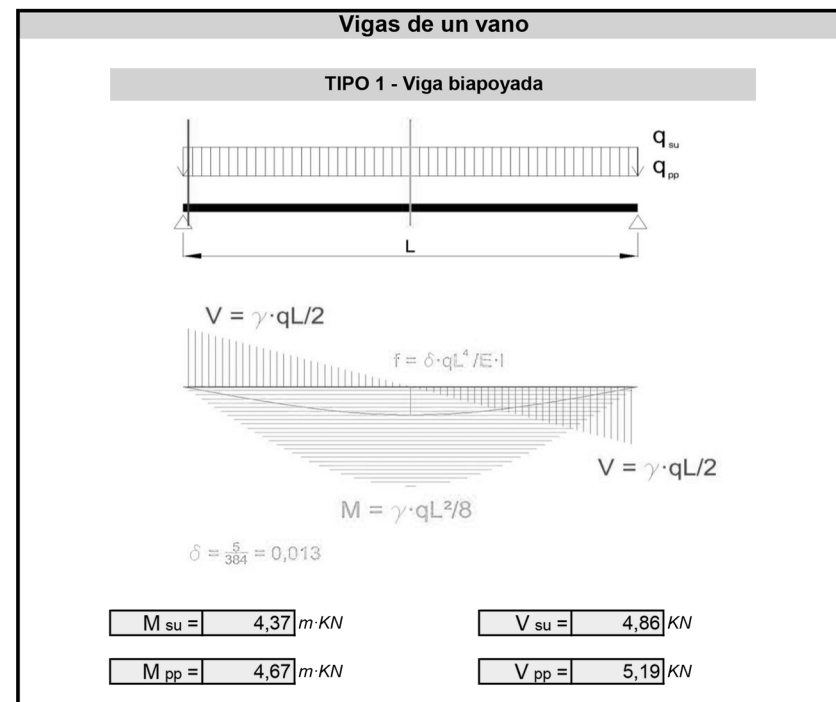
Cargas lineales sobre la viga

$q_{su} = 2,70 \text{ KN/ml}$

$q_{pp} = 2,70 \text{ KN/ml}$ $q_{ppv} = 2,88 \text{ KN/ml, sumando el pp de la viga}$

$L = 3,60 \text{ m, longitud de cálculo de la viga}$

VIGA 1 - Biapoyada



Comprobación estructural de vigas de madera maciza
Flexión simple y compuesta

Clase de madera:	C18	CONÍFERA
$f_{m,k} = 18,0 \text{ N/mm}^2$	<i>Resistencia característica a flexión</i>	<p>1 - PROFUNDIDAD DE CARBONIZACIÓN 2 - SECCIÓN EFICAZ</p>
$f_{v,k} = 3,4 \text{ N/mm}^2$	<i>Resistencia característica a cortante</i>	
$E_m = 9,0 \text{ KN/mm}^2$	<i>Módulo elasticidad medio</i>	
$\rho_m = 3,8 \text{ KN/m}^3$	<i>Densidad media</i>	
Resist. al fuego :	R-30	
$D_{ef} = 31,0 \text{ mm}$	<i>Profundidad de carbonización</i>	
Caras expuestas:	Inferior y laterales	
Clase de servicio:	CS 3	
	<i>Exterior no protegido</i>	

Propiedades de la sección		
$B = 22 \text{ cm}$	$I = 19.521 \text{ cm}^4$	<i>Momento de inercia (de la sección completa)</i>
$H = 22 \text{ cm}$	$W = 1.775 \text{ cm}^3$	<i>Momento resistente (de la sección completa)</i>
$\text{Area} = 484,0 \text{ cm}^2$		
$\text{Peso} = 0,18 \text{ KN/ml}$		
$B_{ef} = 15,8 \text{ cm}$	$I_{ef} = 8.889 \text{ cm}^4$	<i>Momento de inercia (de la sección eficaz)</i>
$H_{ef} = 18,9 \text{ cm}$	$W_{ef} = 941 \text{ cm}^3$	<i>Momento resistente (de la sección eficaz)</i>
$A_{ef} = 298,6 \text{ cm}^2$		

Cargas y coeficientes		
Cargas permanentes		Sobrecargas de uso
$M_{pp}^* = 4,67 \text{ m} \cdot \text{KN}$	$M_{su}^* = 4,37 \text{ m} \cdot \text{KN}$	<i>Momento flector mayorado</i>
$V_{pp}^* = 5,19 \text{ m} \cdot \text{KN}$	$V_{su}^* = 4,86 \text{ m} \cdot \text{KN}$	<i>Cortante mayorado</i>
$\gamma_{pp} = 1,00$	$\gamma_{su} = 1,00$	<i>Coef. Mayoración cargas</i>
$k_{cr} = 1,00$	<i>Factor de corrección por influencia de fendas en esfuerzo cortante</i>	
$k_{fi} = 1,25$	<i>Factor de modificación en situación de incendio</i>	
$K_{mod} = 1,00$	<i>Factor de modificación según ambiente y tipo de carga</i>	
$K_h = 1,00$	<i>Coef. Que depende del tamaño relativo de la sección</i>	
$Y_m = 1,00$	<i>Coef. Parcial seguridad para cálculo en situación de incendio</i>	

Estado límite último flexión

$f_{m,d} = 22,5$ N/mm ²	>	$\sigma_d = 9,6$ N/mm ²
Capacidad resistente máxima a flexión del material		Tensión aplicada en la sección eficaz
	43%	

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_{fi} \cdot \frac{f_{mk}}{Y_m} > \sigma_d = \left(\frac{M_{pp}^* + M_{su}^*}{w_{ef}} \right)$$

Estado límite último cortante

$f_{v,d} = 4,3$ N/mm ²	>	$\tau_d = 0,5$ N/mm ²
Capacidad resistente máxima a cortante del material		Cortante aplicada en la sección eficaz
	12%	

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot k_{fi} \cdot \frac{f_{vk}}{Y_m} > \tau_d = \left(1,5 \cdot \frac{V_{pp}^* + V_{su}^*}{k_{cr} \cdot A_{ef}} \right)$$

Condición de cumplimiento

$$f_{m,d} > \sigma_d$$

$$f_{v,d} > \tau_d$$

CUMPLE

Comprobación de flecha

$\delta' = 0,01302$	$\delta = \delta' \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I}$
---------------------	--

Por tanto la formulación de la flecha total de una viga de madera será:

$$\delta_{tot} = \delta_{pp} \cdot (1 + k_{def}) + \delta_{su} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def})$$

Dónde: $K_{def} = 1,00$ es el factor de fluencia para CS 3

Dónde: $\psi_2 = 0,30$ para cargas de corta duración

$\delta_{pp} = 3,59$ mm	Flecha instantánea debida a carga permanente
$\delta_{su} = 3,36$ mm	Flechaintantánea debida a sobrecarga de uso

Triple Condición de cumplimiento

Para garantizar integridad de elementos constructivos, la flecha debida a la fluencia, más la motivada por la carga variable no ha de ser superior a:

$K_{def} \cdot \delta_{pp} + (1 + \psi_2 \cdot K_{def}) \cdot \delta_{su}$	<	L/300 Resto de casos (cubiertas)
$7,96 \text{ mm} = L/452$	<	$L/300 = 12,00 \text{ mm}$

Para asegurar el confort de los usuarios la flecha debida a cargas de corta duración deberá ser inferior a L/350

δ_{su}	<	L / 350
$3,36 \text{ mm} = L/1071$	<	$L/350 = 10,29 \text{ mm}$

La apariencia de la obra será adecuada cuando la flecha no supere L/300 con cualquier combinación de carga

$(1 + K_{def}) \cdot \delta_{pp} + (1 + \psi_2 \cdot K_{def}) \cdot \delta_{su} \cdot \psi_2$	<	L / 300
$8,49 \text{ mm} = L/424$	<	$L/300 = 12,00 \text{ mm}$

CUMPLE

- VIGUETAS CUBIERTA (todas las cubiertas)

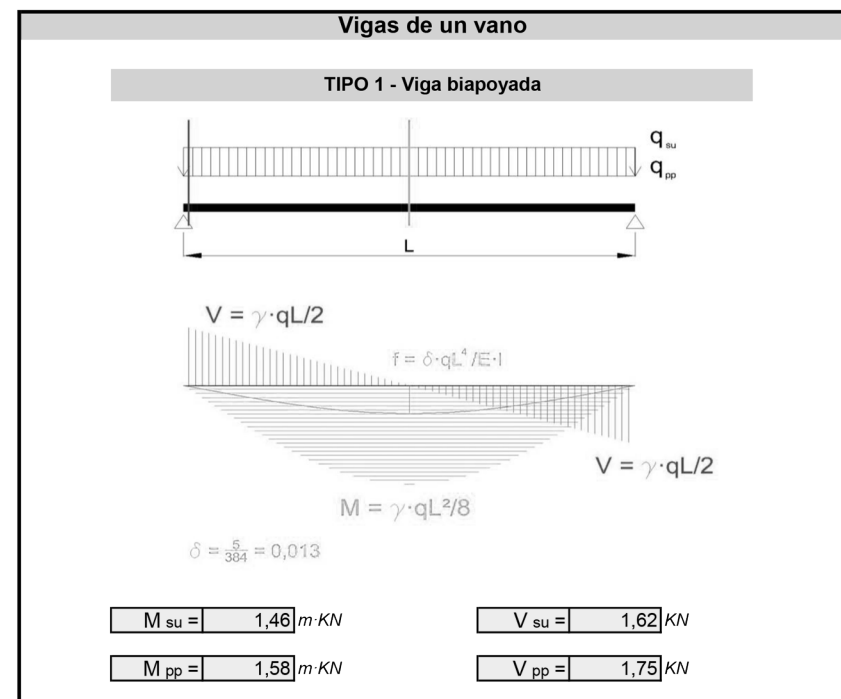
Descripción del elemento

Viguetas con seccion 12 cm x 16 cm con una separacion de 90 cm
Viguetas de forjado de cubierta biapoyadas de 3,6 m de luz.

Cargas lineales sobre la viga y longitud de viga

$q_{su} = 0,90$ KN/ml	
$q_{pp} = 0,90$ KN/ml	$q_{ppv} = 0,97$ KN/ml, sumando el pp de la viga
$L = 3,60$ m, longitud de cálculo de la viga	

VIGA 1 - Biapoyada



Comprobación estructural de vigas de madera maciza Flexión simple y compuesta

Clase de madera:	C18	CONÍFERA
$f_{m,k} = 18,0$ N/mm ²	Resistencia característica a flexión	
$f_{v,k} = 3,4$ N/mm ²	Resistencia característica a cortante	
$E_m = 9,0$ KN/mm ²	Módulo elasticidad medio	
$\rho_m = 3,8$ KN/m ³	Densidad media	
Resist. al fuego:	Sin comprobación	
$D_{ef} = 0,0$ mm	Profundidad de carbonización	
Caras expuestas:	Inferior y laterales	
Clase de servicio:	CS 3	Exterior no protegido

Propiedades de la sección		
$B = 12$ cm	$I = 4.096$ cm ⁴	Momento de inercia (de la sección completa)
$H = 16$ cm	$W = 512$ cm ³	Momento resistente (de la sección completa)
Area = 192,0 cm ²		
Peso = 0,07 KN/ml		
$B_{ef} = 12,0$ cm	$I_{ef} = 4.096$ cm ⁴	Momento de inercia (de la sección eficaz)
$H_{ef} = 16,0$ cm	$W_{ef} = 512$ cm ³	Momento resistente (de la sección eficaz)
$A_{ef} = 192,0$ cm ²		

Cargas y coeficientes		
Cargas permanentes	Sobrecargas de uso	
$M_{pp}^* = 2,13$ m·KN	$M_{su}^* = 2,19$ m·KN	Momento flector mayorado
$V_{pp}^* = 2,36$ m·KN	$V_{su}^* = 2,43$ m·KN	Cortante mayorado
$\gamma_{pp} = 1,35$	$\gamma_{su} = 1,50$	Coef. Mayoración cargas
$k_{cr} = 0,67$		Factor de corrección por influencia de fendas en esfuerzo cortante
$k_{fi} = 1,00$		Factor de modificación en situación de incendio
$K_{mod} = 0,65$		Factor de modificación según ambiente y tipo de carga
$K_h = 1,00$		Coef. Que depende del tamaño relativo de la sección
$Y_m = 1,30$		Coef. Parcial seguridad para cálculo con madera maciza

Estado límite último flexión		
$f_{m,d} = 9,0$ N/mm ²	>	$\sigma_d = 8,4$ N/mm ²
Capacidad resistente máxima a flexión del material	94%	Tensión aplicada en la sección eficaz
$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot \frac{k_{fi} \cdot f_{mk}}{Y_m} > \sigma_d = \left(\frac{N_{pp}^* + N_{su}^*}{A_{ef}} + \frac{M_{pp}^* + M_{su}^*}{W_{ef}} \right)$		

Estado límite último cortante		
$f_{v,d} = 1,7$ N/mm ²	>	$\tau_d = 0,6$ N/mm ²
Capacidad resistente máxima a cortante del material	33%	Cortante aplicada en la sección eficaz

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot k_{fi} \cdot \frac{f_{vk}}{Y_m} > \tau_d = \left(1,5 \cdot \frac{V_{pp}^* + V_{su}^*}{k_{cr} \cdot A_{ef}} \right)$$

Condición de cumplimiento		
$f_{m,d} > \sigma_d$		
$f_{v,d} > \tau_d$		
CUMPLE		

Comprobación de flecha

$\delta' = 0,01302$	$\delta = \delta' \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I}$
---------------------	--

Por tanto la formulación de la flecha total de una viga de madera será:

$$\delta_{tot} = \delta_{pp} \cdot (1 + k_{def}) + \delta_{su} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def})$$

Dónde: $K_{def} = 1,00$	es el factor de fluencia para CS 3
Dónde: $\psi_2 = 0,30$	para cargas de corta duración

$\delta_{pp} = 5,01$ mm	Flecha instantánea debida a carga permanente
$\delta_{su} = 4,58$ mm	Flechaintantánea debida a sobrecarga de uso

Triple Condición de cumplimiento		
Para garantizar integridad de elementos constructivos, la flecha debida a la fluencia, más la motivada por la carga variable no ha de ser superior a:		
$K_{def} \cdot \delta_{pp} + (1 + \psi_2 \cdot K_{def}) \cdot \delta_{su} < L/300$	Resto de casos (cubiertas)	
$10,96 \text{ mm} = L/328$	<	$L/300 = 12,00 \text{ mm}$
Para asegurar el confort de los usuarios la flecha debida a cargas de corta duración deberá ser inferior a L/350		
$\delta_{su} < L/350$		
$4,58 \text{ mm} = L/787$	<	$L/350 = 10,29 \text{ mm}$
La apariencia de la obra será adecuada cuando la flecha no supere L/300 con cualquier combinación de carga		
$(1 + K_{def}) \cdot \delta_{pp} + (1 + \psi_2 \cdot K_{def}) \cdot \delta_{su} \cdot \psi_2 < L/300$		
$11,80 \text{ mm} = L/305$	<	$L/300 = 12,00 \text{ mm}$
CUMPLE		

- PILARES (Zona comunitaria)

Descripción del elemento

Pilares de madera de sección cuadrada, que soportan el peso de la cubierta. El pilar más defavorable mide 4,22 m de altura. (P6)

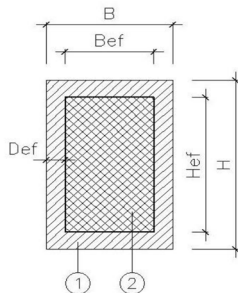
Cargas sobre el pilar y longitud

Q _{su} =	9,72	KN	β =	0,70
Q _{pp} =	9,72	KN		
L =	5,00	m, longitud de cálculo del pilar		

Comprobación estructural de pilares de madera maciza

Compresión simple y compuesta

Clase de madera:	C18	CONIFERA
f _{c,0,k} =	18,0	N/mm ² Resistencia característica a compresión
E _{0,k} =	6,0	KN/mm ² Módulo elasticidad característico
ρ _m =	3,2	KN/m ³ Densidad característica
Resist. al fuego :	R-30	
D _{ef} =	31,0	mm Profundidad de carbonización
Caras expuestas:	2H + 2B	
Clase de servicio:	CS 3	Exterior no protegido



1 - PROFUNDIDAD DE CARBONIZACIÓN
2 - SECCIÓN EFICAZ

Propiedades de la sección		
H =	22	cm
B =	22	cm
Area =	484,0	cm ²
I =	19.521	cm ⁴ Momento de inercia (de la sección completa)
W =	1.775	cm ³ Momento resistente (de la sección completa)
H _{ef} =	15,8	cm
B _{ef} =	15,8	cm
Area _{ef} =	249,6	cm ²
I _{ef} =	5.193	cm ⁴ Momento de inercia (de la sección eficaz)
W _{ef} =	657	cm ³ Momento resistente (de la sección eficaz)

Cargas y coeficientes						
Cargas permanentes		Sobrecargas de uso				
N _{pp} * =	9,72	KN	N _{su} * =	9,72	KN	Axil mayorado
M _{pp} * =	0,00	m·KN	M _{su} * =	0,00	m·KN	Momento flector mayorado
Y _{pp} =	1,00		Y _{su} =	1,00		Coef. Mayoración
k _{fi} =	1,25	Factor de modificación en situación de incendio				
K _{mod} =	1,00	Factor de modificación según ambiente y tipo de carga				
K _h =	1,00	Coef. Que depende del tamaño relativo de la sección				
Y _m =	1,00	Coef. Parcial seguridad para cálculo en situación de incendio				
β _v =	0,70	Coef de pandeo que depende de los apoyos del pilar				
β _c =	0,20	Coef de pandeo que depende del material				

Inestabilidad de soportes

Esbellez mecánica	$\lambda = \frac{\beta_v \cdot L}{\sqrt{I_{ef} / A_{ef}}}$	$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$
λ =	76,74	
Esbellez relativa	λ _{rel} =	1,34 > 0,30 Hay que comprobar pandeo

K _v =	1,50	$k_v = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3)) + \lambda_{rel}^2$
X _c =	0,460	$X_c = \frac{1}{k_v + \sqrt{k_v^2 - \lambda_{rel}^2}}$

Estado límite último compresión

f _{c,0,d} =	10,3	N/mm ²	>	σ _{c,0,d} =	0,8	N/mm ²
Capacidad resistente máxima a compresión del material			8%	Tensión aplicada en la sección eficaz		
$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot X_c \cdot \frac{k_{fi} \cdot f_{c,0,k}}{Y_m} > \sigma_d = \left(\frac{N_{pp}^* + N_{su}^*}{A_{ef}} + \frac{M_{pp}^* + M_{su}^*}{W_{ef}} \right)$						

Condición de cumplimiento

f _{c,0,d} > σ _{c,0,d}
CUMPLE

- VIGAS FORJADO (Vivienda)

Descripción del elemento

Se realizarán las comprobaciones a la viga 2 del forjado de vivienda. La viga estará apoyada en pilares y a soportará la carga de toda la vivienda. Se escoge una viga central al ser la más desfavorable.

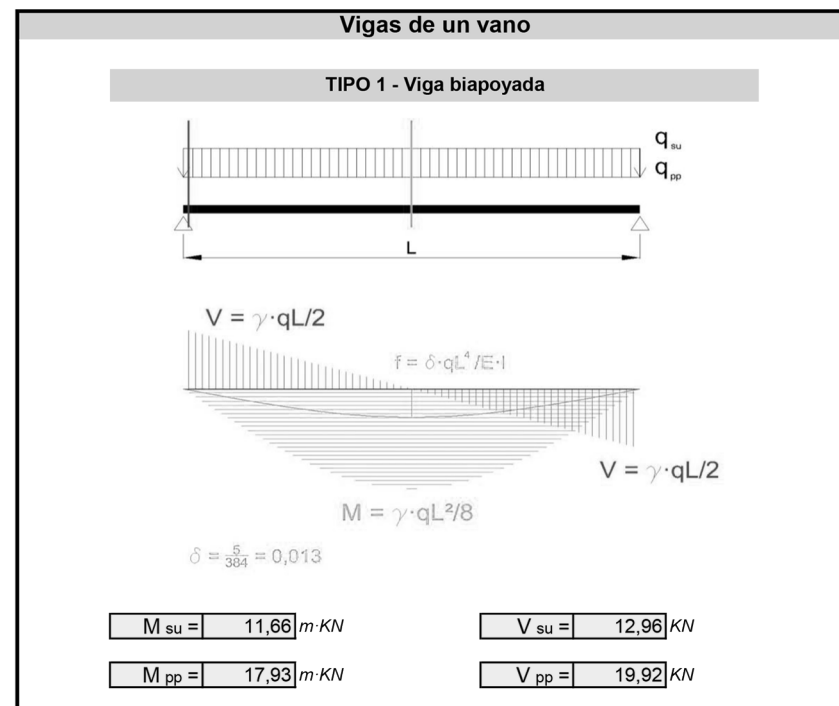
Cargas lineales sobre la viga

$$q_{su} = 7,20 \text{ KN/ml}$$

$$q_{pp} = 10,80 \text{ KN/ml} \quad q_{ppv} = 11,07 \text{ KN/ml, sumando el pp de la viga}$$

$$L = 3,60 \text{ m, longitud de cálculo de la viga}$$

VIGA 1 - Biapoyada



Comprobación estructural de vigas de madera maciza Flexión simple y compuesta

Clase de madera:	C18	CONÍFERA
$f_{m,k} = 18,0$ N/mm ²	Resistencia característica a flexión	
$f_{v,k} = 3,4$ N/mm ²	Resistencia característica a cortante	
$E_m = 9,0$ KN/mm ²	Módulo elasticidad medio	
$\rho_m = 3,8$ KN/m ³	Densidad media	
Resist. al fuego :	R-30	
$D_{ef} = 31,0$ mm	Profundidad de carbonización	
Caras expuestas:	Inferior y laterales	
Clase de servicio:	CS 3	
	Exterior no protegido	

1 - PROFUNDIDAD DE CARBONIZACIÓN
 2 - SECCIÓN EFICAZ

Propiedades de la sección

$B = 22$ cm	$I = 60,075$ cm ⁴	Momento de inercia (de la sección completa)
$H = 32$ cm	$W = 3,755$ cm ³	Momento resistente (de la sección completa)
Area = 704,0 cm ²		
Peso = 0,27 KN/ml		
$B_{ef} = 15,8$ cm	$I_{ef} = 31,781$ cm ⁴	Momento de inercia (de la sección eficaz)
$H_{ef} = 28,9$ cm	$W_{ef} = 2,199$ cm ³	Momento resistente (de la sección eficaz)
$A_{ef} = 456,6$ cm ²		

Cargas y coeficientes

Cargas permanentes	Sobrecargas de uso	
$M_{pp}^* = 17,93$ m·KN	$M_{su}^* = 11,66$ m·KN	Momento flector mayorado
$V_{pp}^* = 19,92$ m·KN	$V_{su}^* = 12,96$ m·KN	Cortante mayorado
$\gamma_{pp} = 1,00$	$\gamma_{su} = 1,00$	Coef. Mayoración cargas

$$k_{cr} = 1,00 \text{ Factor de corrección por influencia de fendas en esfuerzo cortante}$$

$k_{fi} = 1,25$	Factor de modificación en situación de incendio
$K_{mod} = 1,00$	Factor de modificación según ambiente y tipo de carga
$K_h = 1,00$	Coef. Que depende del tamaño relativo de la sección
$Y_m = 1,00$	Coef. Parcial seguridad para cálculo en situación de incendio

Estado límite último flexión

$f_{m,d} = 22,5$ N/mm ²	>	$\sigma_d = 13,5$ N/mm ²
Capacidad resistente máxima a flexión del material		Tensión aplicada en la sección eficaz
	60%	

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_{fi} \cdot \frac{f_{mk}}{Y_m} > \sigma_d = \left(\frac{M_{pp}^* + M_{su}^*}{W_{ef}} \right)$$

Estado límite último cortante

$f_{v,d} = 4,3$ N/mm ²	>	$\tau_d = 1,1$ N/mm ²
Capacidad resistente máxima a cortante del material		Cortante aplicada en la sección eficaz
	25%	

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot k_{fi} \cdot \frac{f_{vk}}{Y_m} > \tau_d = \left(1,5 \cdot \frac{V_{pp}^* + V_{su}^*}{k_{cr} \cdot A_{ef}} \right)$$

Condición de cumplimiento

$$f_{m,d} > \sigma_d$$

$$f_{v,d} > \tau_d$$

CUMPLE

Comprobación de flecha

$\delta^* = 0,01302$	$\delta = \delta^* \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I}$
----------------------	---

Por tanto la formulación de la flecha total de una viga de madera será:

$$\delta_{tot} = \delta_{pp} \cdot (1 + k_{def}) + \delta_{su} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def})$$

Dónde: $K_{def} = 1,00$ es el factor de fluencia para CS 3

Dónde: $\psi_2 = 0,30$ para cargas de corta duración

$\delta_{pp} = 4,48$ mm	Flecha instantánea debida a carga permanente
$\delta_{su} = 2,91$ mm	Flechaintantánea debida a sobrecarga de uso

Triple Condición de cumplimiento

Para garantizar integridad de elementos constructivos, la flecha debida a la fluencia, más la motivada por la carga variable no ha de ser superior a:

$K_{def} \cdot \delta_{pp} + (1 + \psi_2 \cdot K_{def}) \cdot \delta_{su}$	<	L/400 Tabiques ordinarios y pav. Con juntas. Caso Normal
$8,26 \text{ mm} = L/436$	<	$L/400 = 9,00 \text{ mm}$

Para asegurar el confort de los usuarios la flecha debida a cargas de corta duración deberá ser inferior a L/350

δ_{su}	<	L / 350
$2,91 \text{ mm} = L/1236$	<	$L/350 = 10,29 \text{ mm}$

La apariencia de la obra será adecuada cuando la flecha no supere L/300 con cualquier combinación de carga

$(1 + K_{def}) \cdot \delta_{pp} + (1 + \psi_2 \cdot K_{def}) \cdot \delta_{su} \cdot \psi_2$	<	L / 300
$10,09 \text{ mm} = L/357$	<	$L/300 = 12,00 \text{ mm}$

CUMPLE

- VIGUETAS FORJADO (Vivienda)

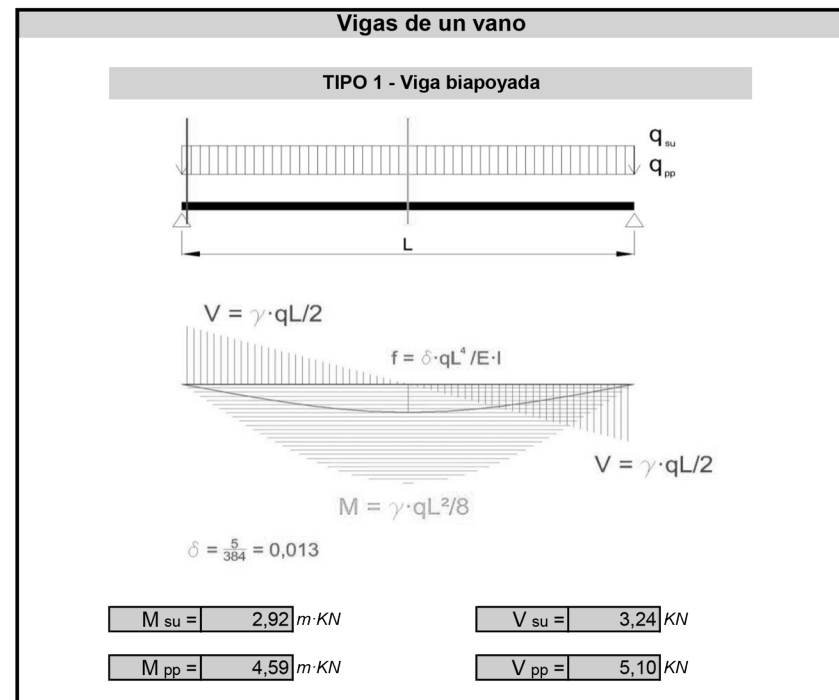
Descripción del elemento

Viguetas con seccion 12 cm x 16 cm con una separacion de 90 cm
Viguetas de forjado de cubierta biapoyadas de 3,6 m de luz.

Cargas lineales sobre la viga y longitud de viga

$q_{su} = 1,80$ KN/ml	
$q_{pp} = 2,70$ KN/ml	$q_{ppv} = 2,83$ KN/ml, sumando el pp de la viga
$L = 3,60$ m,	longitud de cálculo de la viga

VIGA 1 - Biapoyada



Comprobación estructural de vigas de madera maciza
Flexión simple y compuesta

Clase de madera:	C18	CONÍFERA
$f_{m,k} = 18,0$ N/mm ²	Resistencia característica a flexión	<p>1 - PROFUNDIDAD DE CARBONIZACIÓN 2 - SECCIÓN EFICAZ</p>
$f_{v,k} = 3,4$ N/mm ²	Resistencia característica a cortante	
$E_m = 9,0$ KN/mm ²	Módulo elasticidad medio	
$\rho_m = 3,8$ KN/m ³	Densidad media	
Resist. al fuego :	R-30	
$D_{ef} = 31,0$ mm	Profundidad de carbonización	
Caras expuestas:	Inferior y laterales	
Clase de servicio:	CS 3	Exterior no protegido

Propiedades de la sección		
$B = 16$ cm	$I = 14.197$ cm ⁴	Momento de inercia (de la sección completa)
$H = 22$ cm	$W = 1.291$ cm ³	Momento resistente (de la sección completa)
Area = 352,0 cm ²		
Peso = 0,13 KN/ml		
$B_{ef} = 9,8$ cm	$I_{ef} = 5.514$ cm ⁴	Momento de inercia (de la sección eficaz)
$H_{ef} = 18,9$ cm	$W_{ef} = 583$ cm ³	Momento resistente (de la sección eficaz)
$A_{ef} = 185,2$ cm ²		

Cargas y coeficientes			
Cargas permanentes		Sobrecargas de uso	
$M_{pp}^* = 4,59$ m·KN		$M_{su}^* = 2,92$ m·KN	Momento flector mayorado
$V_{pp}^* = 5,10$ m·KN		$V_{su}^* = 3,24$ m·KN	Cortante mayorado
$\gamma_{pp} = 1,00$		$\gamma_{su} = 1,00$	Coef. Mayoración cargas
$k_{cr} = 1,00$	Factor de corrección por influencia de fendas en esfuerzo cortante		
$k_{fi} = 1,25$	Factor de modificación en situación de incendio		
$K_{mod} = 1,00$	Factor de modificación según ambiente y tipo de carga		
$K_h = 1,00$	Coef. Que depende del tamaño relativo de la sección		
$Y_m = 1,00$	Coef. Parcial seguridad para cálculo en situación de incendio		

Estado límite último flexión		
$f_{m,d} =$ N/mm ²	>	$\sigma_d = 12,9$ N/mm ²
Capacidad resistente máxima a flexión del material		Tensión aplicada en la sección eficaz
	57%	
$f_{m,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot \frac{k_{fi} \cdot f_{mk}}{Y_m} > \sigma_d = \left(\frac{M_{pp}^* + M_{su}^*}{W_{ef}} \right)$		

Estado límite último cortante		
$f_{v,d} =$ N/mm ²	>	$\tau_d = 0,7$ N/mm ²
Capacidad resistente máxima a cortante del material		Cortante aplicada en la sección eficaz
	16%	

$$f_{vd} = k_{mod} \cdot k_{fi} \cdot \frac{f_{vk}}{Y_m} > \tau_d = \left(1,5 \cdot \frac{V_{pp}^* + V_{su}^*}{k_{cr} \cdot A_{ef}} \right)$$

Condición de cumplimiento		
$f_{m,d} > \sigma_d$		
$f_{v,d} > \tau_d$		
CUMPLE		

Comprobación de flecha

$\delta' = 0,01302$	$\delta = \delta' \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I}$
---------------------	--

Por tanto la formulación de la flecha total de una viga de madera será:

$$\delta_{tot} = \delta_{pp} \cdot (1 + k_{def}) + \delta_{su} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def})$$

Dónde: $K_{def} = 1,00$	es el factor de fluencia para CS 3
Dónde: $\psi_2 = 0,30$	para cargas de corta duración

$\delta_{pp} = 4,85$ mm	Flecha instantánea debida a carga permanente
$\delta_{su} = 3,08$ mm	Flechaintantánea debida a sobrecarga de uso

Triple Condición de cumplimiento		
Para garantizar integridad de elementos constructivos, la flecha debida a la fluencia, más la motivada por la carga variable no ha de ser superior a:		
$K_{def} \cdot \delta_{pp} + (1 + \psi_2 \cdot K_{def}) \cdot \delta_{su} <$	$L/400$	Tabiques ordinarios y pav. Con juntas. Caso Normal
$8,86 \text{ mm} = L/407 <$	$L/400 =$	$9,00 \text{ mm}$
Para asegurar el confort de los usuarios la flecha debida a cargas de corta duración deberá ser inferior a L/350		
$\delta_{su} <$	$L/350$	
$3,08 \text{ mm} = L/1169 <$	$L/350 =$	$10,29 \text{ mm}$
La apariencia de la obra será adecuada cuando la flecha no supere L/300 con cualquier combinación de carga		
$(1 + K_{def}) \cdot \delta_{pp} + (1 + \psi_2 \cdot K_{def}) \cdot \delta_{su} \cdot \psi_2 <$	$L/300$	
$10,90 \text{ mm} = L/330 <$	$L/300 =$	$12,00 \text{ mm}$
CUMPLE		

- PILARES (Vivienda)

Descripción del elemento

Pilares de madera de sección cuadrada, que soportan el peso del forjado de la vivienda. El pilar más defavorable mide 1,8 m de altura y se encuentra en el centro de la vivienda. (P6)

Cargas sobre el pilar y longitud

Q _{su} =	25,90	KN	β =	0,70
Q _{pp} =	38,80	KN		
L =	1,80	m, longitud de cálculo del pilar		

Comprobación estructural de pilares de madera maciza

Compresión simple y compuesta

Clase de madera:	C18	CONÍFERA
f _{c,0,k} =	18,0	N/mm ² Resistencia característica a compresión
E _{0,k} =	6,0	KN/mm ² Módulo elasticidad característico
ρ _m =	3,2	KN/m ³ Densidad característica
Resist. al fuego :	R-30	
D _{ef} =	31,0	mm Profundidad de carbonización
Caras expuestas:	2H + 2B	
Clase de servicio:	CS 3	Exterior no protegido

1 - PROFUNDIDAD DE CARBONIZACIÓN
2 - SECCIÓN EFICAZ

Propiedades de la sección		
H =	22	cm
B =	22	cm
Area =	484,0	cm ²
I =	19.521	cm ⁴ Momento de inercia (de la sección completa)
W =	1.775	cm ³ Momento resistente (de la sección completa)
H _{ef} =	15,8	cm
B _{ef} =	15,8	cm
Area _{ef} =	249,6	cm ²
I _{ef} =	5.193	cm ⁴ Momento de inercia (de la sección eficaz)
W _{ef} =	657	cm ³ Momento resistente (de la sección eficaz)

Cargas y coeficientes						
Cargas permanentes		Sobrecargas de uso				
N _{pp} * =	38,80	KN	N _{su} * =	25,90	KN	Axil mayorado
M _{pp} * =	0,00	m·KN	M _{su} * =	0,00	m·KN	Momento flector mayorado
Y _{pp} =	1,00		Y _{su} =	1,00		Coef. Mayoración
k _{fi} =	1,25	Factor de modificación en situación de incendio				
K _{mod} =	1,00	Factor de modificación según ambiente y tipo de carga				
K _h =	1,00	Coef. Que depende del tamaño relativo de la sección				
Y _m =	1,00	Coef. Parcial seguridad para cálculo en situación de incendio				
β _v =	0,70	Coef de pandeo que depende de los apoyos del pilar				
β _c =	0,20	Coef de pandeo que depende del material				

Inestabilidad de soportes		
Esbeltéz mecánica	$\lambda = \frac{\beta_v \cdot L}{\sqrt{I_{ef} / A_{ef}}}$	$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$
λ =	27,63	
Esbeltéz relativa	λ _{rel} =	0,48 > 0,30 Hay que comprobar pandeo
K _v =	0,63	$k_v = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3)) + \lambda_{rel}^2$
X _c =	0,955	$X_c = \frac{1}{k_v + \sqrt{k_v^2 - \lambda_{rel}^2}}$

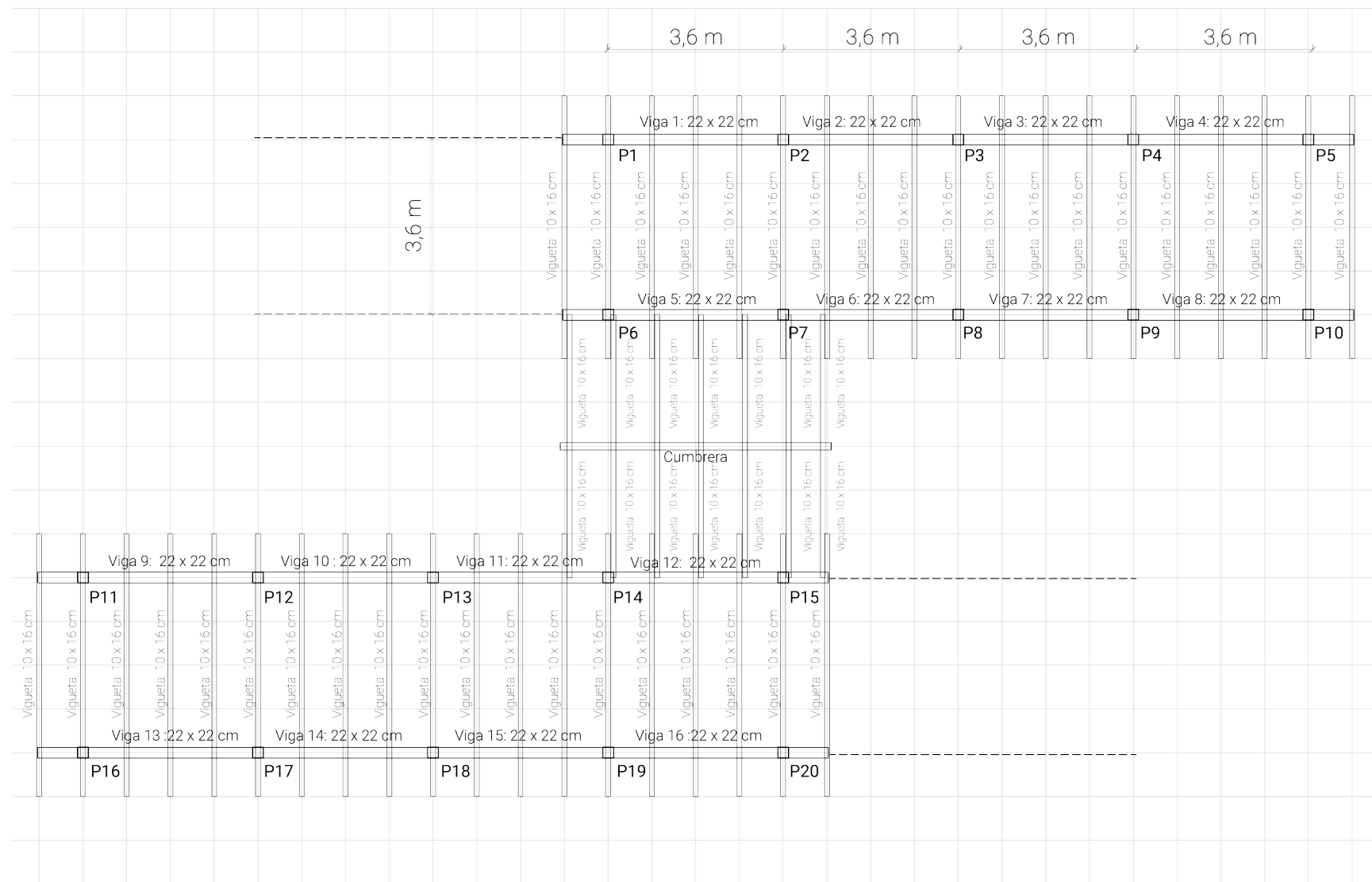
Estado límite último compresión		
f _{c,0,d} =	21,5	N/mm ² Capacidad resistente máxima a compresión del material
σ _{c,0,d} =	2,6	N/mm ² Tensión aplicada en la sección eficaz
	12%	

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot X_c \cdot \frac{k_{fi} \cdot f_{c,0,k}}{Y_m} > \sigma_d = \left(\frac{N_{pp}^* + N_{su}^*}{A_{ef}} + \frac{M_{pp}^* + M_{su}^*}{W_{ef}} \right)$$

Condición de cumplimiento	
f _{c,0,d} > σ _{c,0,d}	
CUMPLE	

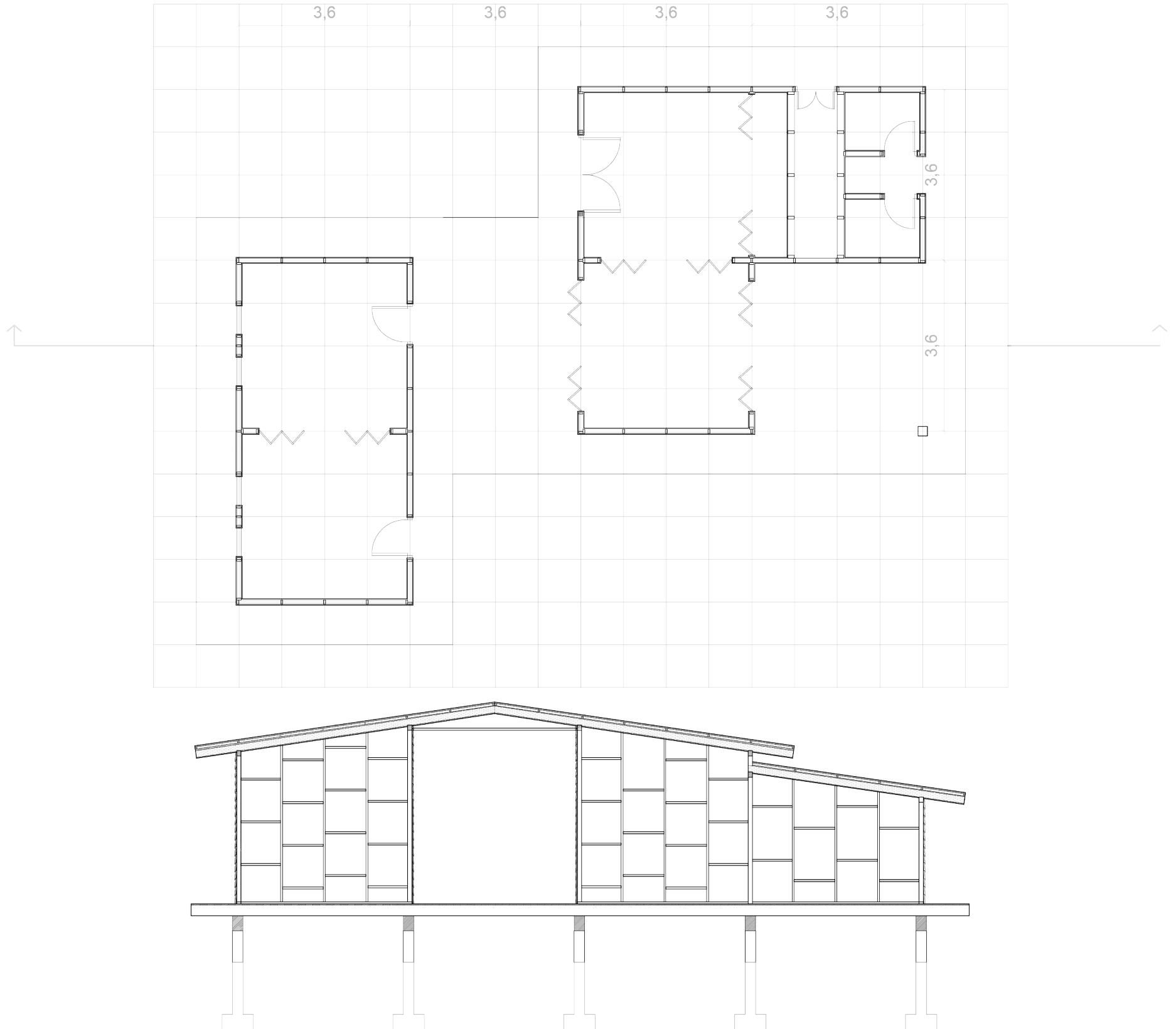
o Planta estructural módulos comunitarios

Planta constructiva

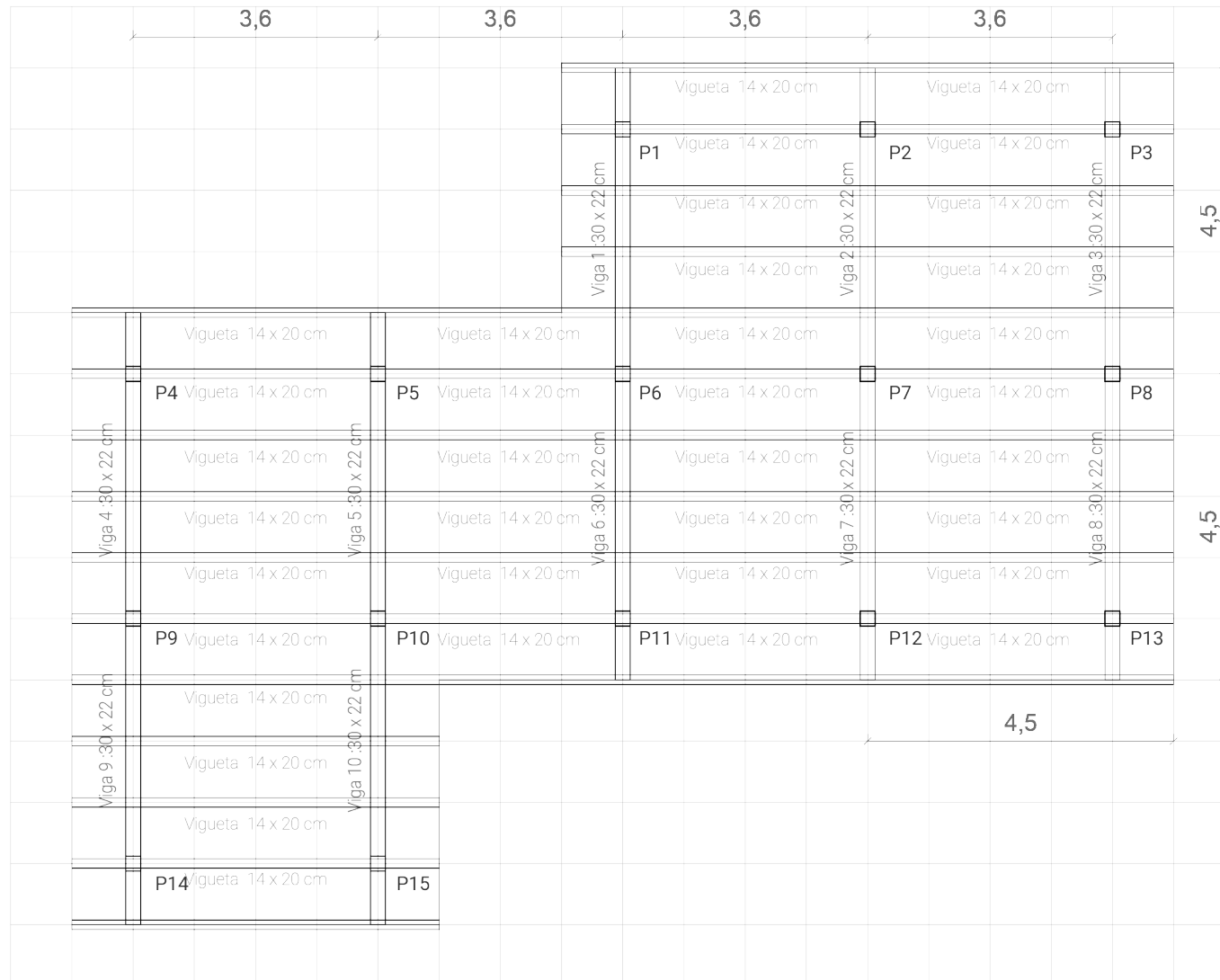


o Planta estructural vivienda base + 1

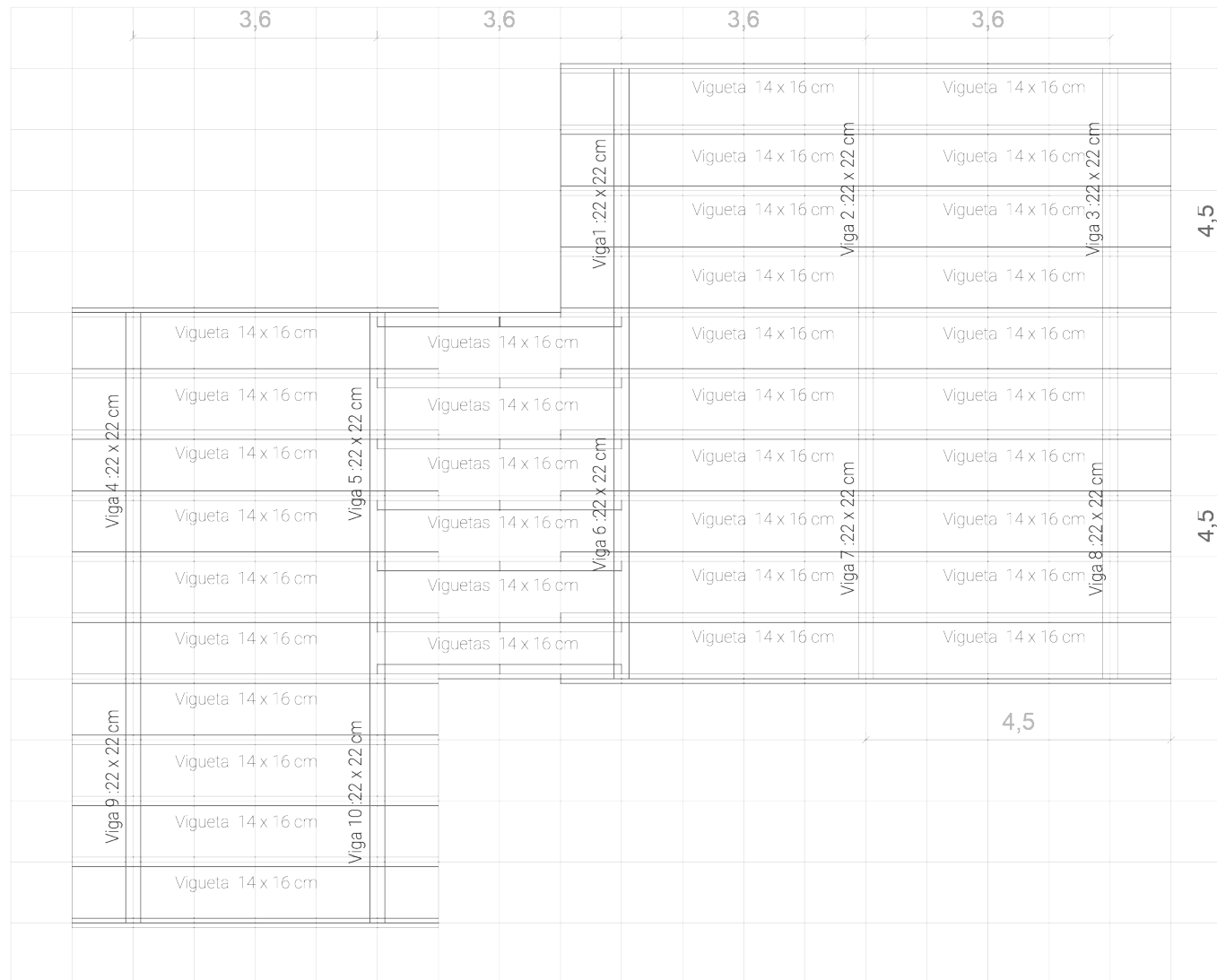
Planta constructiva



o Planta estructural de forjado vivienda base + 1



o Planta estructural de cubiertavivienda base + 1



3. INSTALACIONES Y SERVICIOS

3.1. ESCALA TERRITORIAL

- o Red de saneamiento

La red de saneamiento está diseñada con una previsión de un crecimiento estimado del 5% a 20 años. A continuación se calculan los caudales para dicha población y se dimensionan las correspondientes secciones para las tuberías. Al no disponer de normativa propia se utilizará la normativa española.

DATOS GENERALES DE DISEÑO

Periodo de diseño(n)	20	años	
Población actual (Pa)	700		
Tasa de crecimiento	5	%	
Población Final (Pf)	1857		$Pf = Pa(1 + \text{tasa crecimiento})^n$
Dotación	120.00	l/hab/día	
Factor de retorno (C)	0.75		
Coefficiente de infiltración (Qi)	0.0008	l/s/m	Para hormigón
Caudal por conexiones erradas (Qe)	10	%	
Caudales concentrados (Qc)	1.50	l/s	
Longitud del sistema (L)	5003,5	m	
Profundidad nivel freático	1.00	m	
Material de la tubería	Hormigón		
Factor Harmon = K	3,67		$K=1+(14/(4+\sqrt{Pf/1000}))$ ≤ 4
Coefficiente de flujo máximo K (Harmon)			
Caudal medio (Qmed)	1,93	l/s	
Caudal máximo horario (Qmaxh)	7,1	l/s	
Caudal por infiltración	4	l/s	
Caudal por conexiones erradas Qe	0,7	l/s	
Caudal máximo de diseño (Qd)	11,8	l/s	

CÁLCULO DE CAUDALES

Caudal Medio Diario (Qm)

$$Q_m = \frac{D_{alc} \times P_f \times C}{86400} = \frac{120 \times 1857 \times 0.75}{86400} = 1,93 \text{ l/s}$$

Caudal Máximo Horario (Qmax):

$$Q_{max} = Q_m \times K = 1,93 \times 3,67 = 7,1 \text{ l/s}$$

Caudal por infiltración (Qi) :

$$Q_i = \text{Coeficiente de infiltración (Qi)} \times \text{Longitud (L)} = 0,0008 \times 5003,5 = 4 \text{ l/s}$$

Caudal por conexiones erradas (Qe) :

$$Q_e = 10\% \times Q_{max} = 7,1 \times 0.1 = 0,7 \text{ l/s}$$

Caudal máximo de diseño (Qd):

$$Q_d = Q_{max} + Q_i + Q_e = 7,1 + 4 + 0,7 = 11,8 \text{ l/s}$$

CÁLCULO SECCIONES

El cálculo de las secciones de los colectores es un cálculo aproximado y en ningún caso será el definitivo, se utilizará para poder tener unas medidas de referencia.

Existen velocidades mínimas/máximas (pendientes mínimas/máximas o diámetros mínimos) que restringen las opciones de diseño.

Criterios	Sistema separativo		Sistema unitario
	Conducto A. Negras	Conducto A. Pluviales	
h/D	D ≤ 500 mm	0,5	0,8 (0,9)
	D > 500 mm	0,7	máximo
V _{máx} (m/s)	3,0	5,0	5,0
V _{mín} (m/s)	0,3 (0,6)	1,0	0,6 (0,9)
D _{mín} (mm)	300		
Prof. mín (m)	2,0		

Diámetro de la conducción (mm)	Pendientes recomendadas		
	Mínima	Máxima	Óptima
Acometidas	2:100	7:100	3:100
D200-D300	1:1000	7:100	2:100 / 7:1000
D300-D600	1:1000	4:100	1:100 / 5:1000
D600-D1000	1:1000	2:100	5:1000 / 2:1000
D1000-D2000	1:10000	1:100	3:1000 / 2:1000

Para realizar un cálculo aproximado se utilizará una velocidad media comprendida entre la mínima requerida y la máxima y una pendiente óptima para diámetros comprendidos entre 300 y 600 mm.

$$V = 1 \text{ m/s}$$

$$Q_d = 11,8 \text{ l/s}$$

$$Q_d = 0,0118 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo en función del caudal, con:

$$Q = VA$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

A = Área de la sección circular (m²)

$$0,0118 \text{ (m}^3/\text{s)} = 1 \text{ (m/s)} \cdot A \text{ (m}^2\text{)}$$

$$A = 0.0118 \text{ m}^2$$

$$R = \sqrt{A/\pi}$$

$$R = 0.061 \text{ m} \quad D = 0.122 \text{ m} = 122 \text{ mm}$$

MATERIAL	DIÁMETRO NOMINAL MÍNIMO	
NO PLÁSTICO	Red Alcantarillado	300
	Acometida Plurifamiliar	250
	Acometida Unifamiliar	200
	Acometida Inbormal	200
PLÁSTICO	Red Alcantarillado	400
	Acometida Plurifamiliar	315
	Acometida Unifamiliar	250
	Acometida Inbormal	250

Como el diámetro mínimo debe ser 300 mm, los colectores se dimensionan con un diámetro de 300mm y el colector principal de la carretera con un diámetro de 400mm.



TRAMO	DIÁMETRO	PENDIENTE	LONGITUD
Tramo 1	0,40 m	1% (mínima)	58,6 m
Tramo 2	0,40 m	1% (mínima)	50 m
Tramo 3	0,40 m	1% (mínima)	63,2 m
Tramo 4	0,40 m	1% (mínima)	42,3 m
Tramo 5	0,40 m	1% (mínima)	43,5 m
Tramo 6	0,40 m	1% (mínima)	50 m
Tramo 7	0,40 m	1% (mínima)	52,2 m
Tramo 8	0,40 m	1% (mínima)	57,6 m
Tramo 9	0,40 m	1% (mínima)	50 m
Tramo 10	0,40 m	1% (mínima)	43,6 m
Tramo 11	0,40 m	1% (mínima)	48 m
Tramo 12	0,40 m	1% (mínima)	50 m
Tramo 13	0,40 m	1% (mínima)	50 m
Tramo 14	0,40 m	1% (mínima)	50 m
Tramo 15	0,40 m	1% (mínima)	50 m
Tramo 16	0,40 m	1% (mínima)	50 m
Tramo 17	0,40 m	1% (mínima)	50 m
Tramo 18	0,40 m	1% (mínima)	50 m
Tramo 19	0,30 m	28 %	49,5 m
Tramo 20	0,30 m	16 %	37,6 m
Tramo 21	0,30 m	5 %	49,8 m
Tramo 22	0,30 m	16 %	49,7 m
Tramo 23	0,30 m	28 %	42 m
Tramo 24	0,30 m	24 %	49 m
Tramo 25	0,30 m	8 %	50 m
Tramo 26	0,30 m	3 %	50 m
Tramo 27	0,30 m	5%	37,6 m
Tramo 28	0,30 m	4%	49,8 m
Tramo 29	0,30 m	4%	49,7 m
Tramo 30	0,30 m	6%	43 m
Tramo 31	0,30 m	5%	47 m
Tramo 32	0,30 m	3%	50 m
Tramo 33	0,30 m	11%	51 m
Tramo 34	0,30 m	12%	50 m
Tramo 35	0,30 m	9%	62 m
Tramo 36	0,30 m	4%	49,5 m
Tramo 37	0,30 m	4%	42 m
Tramo 38	0,30 m	26%	38 m
Tramo 39	0,30 m	19%	41 m
Tramo 40	0,30 m	8%	50 m
Tramo 41	0,30 m	2%	50 m
Tramo 42	0,30 m	5%	38 m
Tramo 43	0,30 m	5%	50 m
Tramo 44	0,30 m	4%	50 m
Tramo 45	0,30 m	4%	49,5 m
Tramo 46	0,30 m	12%	37,6 m
Tramo 47	0,30 m	5%	49,8 m
Tramo 48	0,30 m	12%	49,7 m
Tramo 49	0,30 m	14%	42 m
Tramo 50	0,30 m	12%	49 m
Tramo 51	0,30 m	25%	50 m
Tramo 52	0,30 m	15%	50 m
Tramo 53	0,30 m	5%	37,6 m
Tramo 54	0,30 m	25%	49,8 m

Tramo 55	0,30 m	12%	49,7 m
Tramo 56	0,30 m	7%	52 m
Tramo 57	0,30 m	20%	47 m
Tramo 58	0,30 m	28%	50 m
Tramo 59	0,30 m	18%	51 m
Tramo 60	0,30 m	24%	50 m
Tramo 61	0,30 m	10%	62 m
Tramo 62	0,30 m	14%	49,7 m
Tramo 63	0,30 m	18%	42 m
Tramo 64	0,30 m	20%	47 m
Tramo 65	0,30 m	25%	51 m
Tramo 66	0,30 m	28%	50 m
Tramo 67	0,30 m	14%	50 m
Tramo 68	0,30 m	12%	50 m
Tramo 69	0,30 m	14%	50 m
Tramo 70	0,30 m	12%	50 m
Tramo 71	0,30 m	8%	49,5 m
Tramo 72	0,30 m	30%	37,6 m
Tramo 73	0,30 m	18%	49,8 m
Tramo 74	0,30 m	16%	49,7 m
Tramo 75	0,30 m	8%	42 m
Tramo 76	0,30 m	5%	49 m
Tramo 77	0,30 m	8%	50 m
Tramo 78	0,30 m	4%	50 m
Tramo 79	0,30 m	5%	37,6 m
Tramo 80	0,30 m	8%	49,8 m
Tramo 81	0,30 m	8%	49,7 m
Tramo 82	0,30 m	5%	43 m
Tramo 83	0,30 m	8%	47 m
Tramo 84	0,30 m	6%	50 m
Tramo 85	0,30 m	4%	51 m
Tramo 86	0,30 m	5%	50 m
Tramo 87	0,30 m	12%	62 m
Tramo 88	0,30 m	15%	49,7 m
Tramo 89	0,30 m	18%	42 m
Tramo 90	0,30 m	10%	47 m
Tramo 91	0,30 m	8%	51 m
Tramo 92	0,30 m	5%	50 m
Tramo 93	0,30 m	4%	50 m
Tramo 94	0,30 m	4%	50 m
Tramo 95	0,30 m	4%	50 m
Tramo 96	0,30 m	4%	50 m
Tramo 97	0,30 m	5%	49,5 m
Tramo 98	0,30 m	3%	37,6 m
Tramo 99	0,30 m	3%	49,8 m
Tramo 100	0,30 m	4%	49,7 m
Tramo 101	0,30 m	4%	42 m
Tramo 102	0,30 m	3%	49 m
Tramo 103	0,30 m	3%	50 m
Tramo 104	0,30 m	3%	50 m
Tramo 105	0,30 m	3%	37,6 m
Tramo 106	0,30 m	3%	49,8 m
Tramo 107	0,30 m	3%	49,7 m
Tramo 108	0,30 m	3%	43 m
Tramo 109	0,30 m	3%	47 m
Tramo 110	0,30 m	3%	50 m

o Sistema de depuración

Método de Reed y colaboradores

$$S = L \times A = \frac{Q \times \ln(C_i / C_e)}{KT \times h \times \phi_s}$$

S: superficie necesaria del humedal (m²)

L: longitud del humedal (m)

A: anchura del humedal (m)

Q: caudal de alimentación (m³/d), que en este caso será 112,5 m³/d

C_i: concentración del contaminante en el influente (mg/l). Debe tenerse en cuenta el rendimiento alcanzado en la etapa de tratamiento primario.

C_e: concentración del contaminante en el efluente (mg/l)

KT: constante de reacción (d⁻¹)

h: profundidad de la lámina de agua (m). En Humedales de Flujo Superficial es del orden de 0,3-0,4 m, y en Humedales de Flujo Subsuperficial Horizontal oscila entre 0,4 y 0,6 m.

φ_s: porosidad del sustrato filtrante (en tanto por 1).

En Humedales de Flujo Superficial fluctúa entre 0,65–0,75, dependiendo del grado de desarrollo de la vegetación implantada.

Estimamos una dotación de aguas residuales de 125 l/habitante.día:

Concentración de DBO₅ en el influente (C_i):

$$60 \text{ g/habitante.día} / 125 \text{ l/habitante.día} = 0,480 \text{ g/l} = 480 \text{ mg/l}$$

Al no tener datos fiables se propone una hipótesis de contaminación alta.

Concentración de DBO₅ en el efluente (C_e):

Tomando como ejemplo las tablas de rendimientos ya citadas, se estima un rendimiento del 90%, lo que conlleva una reducción del 90% de los contaminantes, por lo que la concentración del DBO₅ en el efluente será de 48 mg/l.

En Humedales de Flujo Subsuperficial Horizontal, la porosidad en función del tamaño del sustrato se obtiene mediante tablas.

Porosidad de distintos sustratos

Tipo de medio	Tamaño efectivo d ₁₀ * (mm)	Porosidad (ps)
Arena media	1	0,30
Arena gruesa	2	0,32
Arena pedregosa	8	0,35
Grava mediana	32	0,40
Grava gruesa	128	0,45

El terreno de la zona será de arena pedregosa, con un tamaño efectivo de 8mm y una porosidad de 0,35.

La dependencia de la constante de reacción KT con la temperatura, viene dada por la expresión:

$$KT = KR \cdot \theta_R (T_w - T_r)$$

Siendo:

KR: constante de reacción a la temperatura de referencia (d⁻¹)

T_w: temperatura del agua considerada en el diseño (°C). Se suele emplear la temperatura media para el mes más frío. En este caso 18 °C.

T_r: temperatura (°C) de referencia a la que se ha calculado el coeficiente θ_R, que suele ser 20 °C

θ_R: coeficiente de temperatura (adimensional)

Valores de KR y θ R, para cada tipo de contaminante

Contaminante a eliminar		DBO ₅	NH ₄ ⁺ nitrificación	NO ₃ ⁻ desnitrificación
Humedales Artificiales de Flujo Superficial	K _R (d ⁻¹)	0,678	0,2187	1
	θ_R	1,06	1,048	1,15
Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial Horizontal	K _R (d ⁻¹)	1,104	0,01854 + 0,3922(hr) ^{2,6077}	1
	θ_R	1,06	1,048	1,15

hr: profundidad del lecho ocupado por la rizosfera (m)

Por lo tanto:

$$KT = KR \cdot \theta_R (T_w - T_r)$$

$$KT = 1,104 \cdot 1,06 (18 - 20) = 0,98$$

Influencia de la temperatura en el diseño de Humedales Artificiales Horizontales

Temperatura (°C)	Valor de Kt	Superficie (m ²)	(m ² /h.e.)
4	0,43	2.005	4,3
10	0,62	1.390	3,0
15	0,82	1.051	2,3
20	1,10	780	1,7

$$S = L \times A = \frac{Q \times \ln(C_i / C_e)}{K_T \times h \times \phi_s}$$

$$S = L \times A = \frac{112,5 \times \ln(480 / 48)}{0,98 \times 0,6 \times 0,35}$$

$$S = L \times A = 259,04 / 0,2 = 1295,2 \text{ m}^2$$

Relación longitud/ancho

El dimensionamiento hidráulico sirve para calcular la longitud y anchura del humedal, una vez determinad su superficie. Este dimensionamiento se lleva a cabo aplicando la Ley de Darcy, que describe el régimen de flujo en un medio poroso mediante la expresión:

$$Q = k_s \times A_s \times s$$

Siendo:

Q: caudal de alimentación (m³/d). En este caso 112,5 m³/d.

k_s: conductividad hidráulica del medio filtrante en una sección perpendicular al flujo (m³/m² .d ó m/d). Se determina mediante Tablas.

A_s: sección del Humedal Artificial perpendicular a la dirección del flujo (m²).

s: pendiente del fondo del humedal (m/m), su valor suele ser de 0,01(1%).

Porosidad y Conductividad hidráulica de distintos sustratos

Tipo de medio	Tamaño efectivo d10* (mm)	Porosidad (ps)	Conductividad hidráulica (m/d)
Arena media	1	0,30	492
Arena gruesa	2	0,32	984
Arena pedregosa	8	0,35	4 920
Grava mediana	32	0,40	9 840
Grava gruesa	128	0,45	98.400

Dado que con el transcurso del tiempo la conductividad hidráulica del sustrato irá disminuyendo (crecimiento de la biopelícula, retención de partículas, etc.), se recomienda adoptar un factor de seguridad de 5. Es decir, se aplicará el valor de conductividad hidráulica, correspondiente al tamaño del árido empleado como sustrato en el humedal, dividido por 5.

Relación longitud/ancho

A partir de la ecuación anterior se determina el área transversal del humedal:

$$Q = ks \times As \times s$$

$$As = \frac{Q}{ks \times s}$$

$$As = \frac{112,5}{(4.920/5) \times 0.01} = 11,43 \text{ m}$$

A partir del área transversal, se determina la anchura del humedal mediante la expresión:

$$W = \frac{As}{H}$$

$$W = \frac{11,43}{0.6} = 19,05 \text{ m} = 19 \text{ m}$$

Siendo:

W: anchura del humedal (m)

h: profundidad del humedal (m)

Finalmente, la longitud del humedal se determina en base a la superficie y anchura calculadas, mediante la expresión:

$$L = \frac{S}{W}$$

$$L = \frac{1295,2}{19,05} = 67,97 \text{ m} = 68 \text{ m}$$

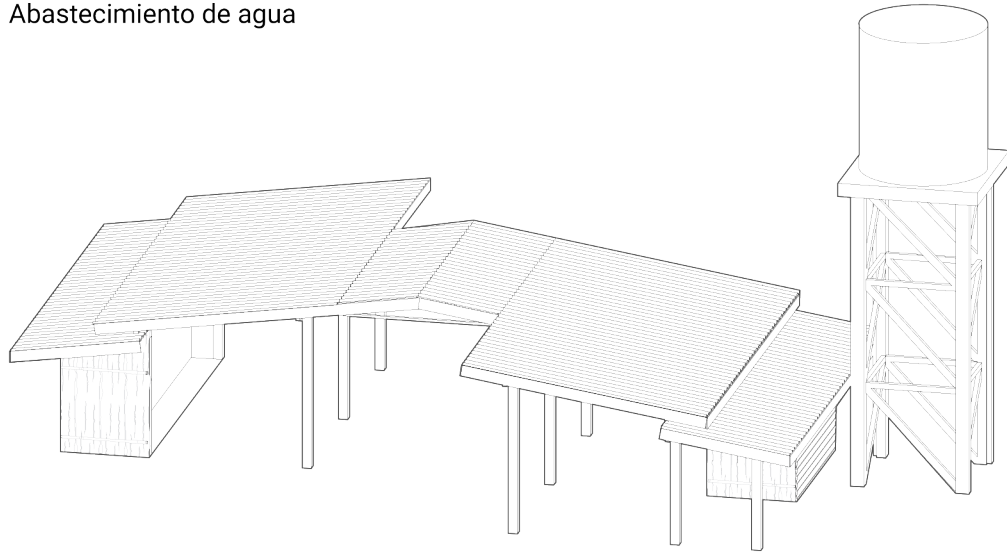
Siendo:

L : longitud del humedal (m)

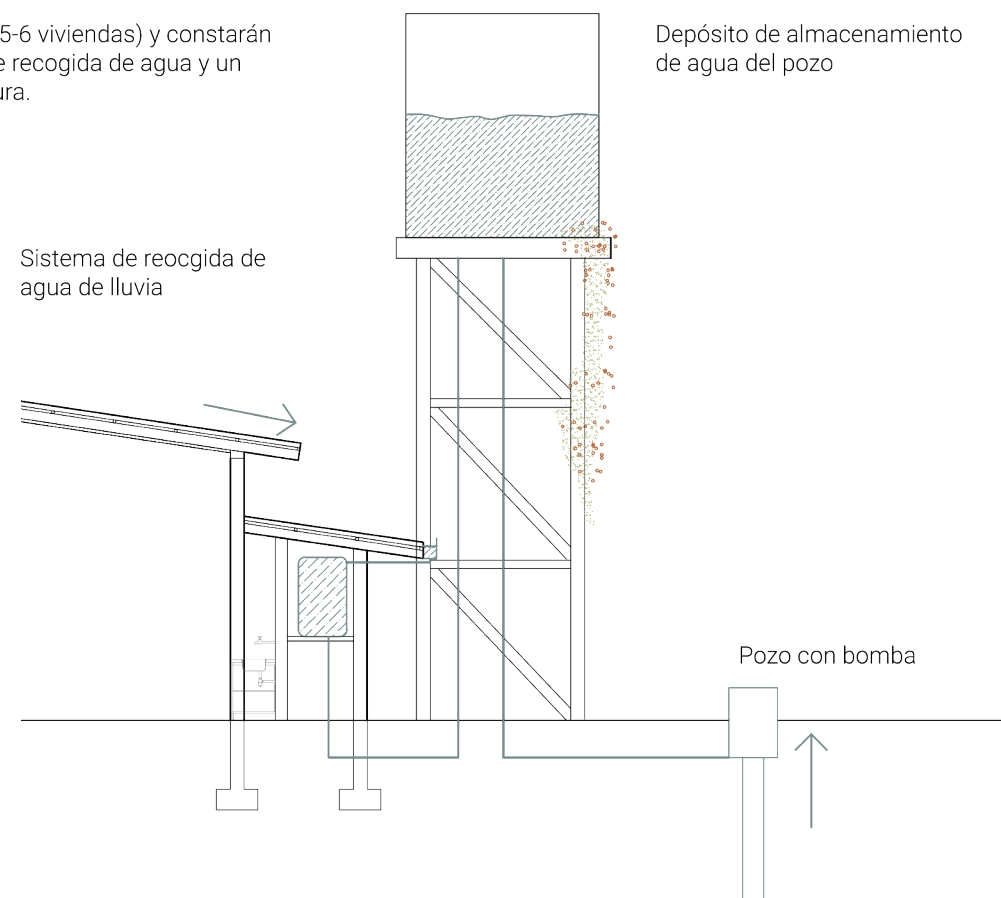
3.2. INSTALACIONES COMUNITARIAS

o Abastecimiento de agua

Abastecimiento de agua



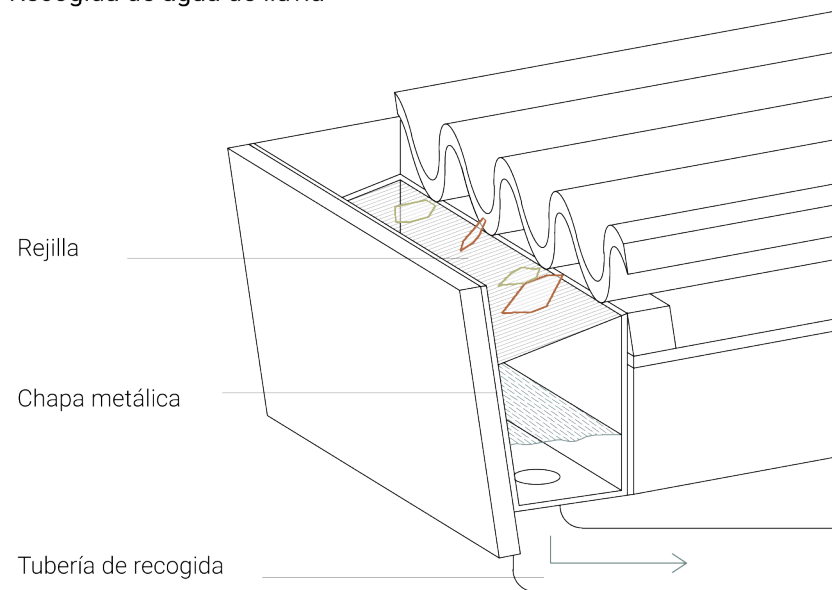
Las zonas comunitarias aparecerán cada cierto grupo de viviendas (5-6 viviendas) y constarán de un espacio comunitario de sombra, instalaciones comunitarias de recogida de agua y un pozo comunitario con un tanque de almacenamiento de agua en altura.



3.3. INSTALACIONES DE VIVIENDA

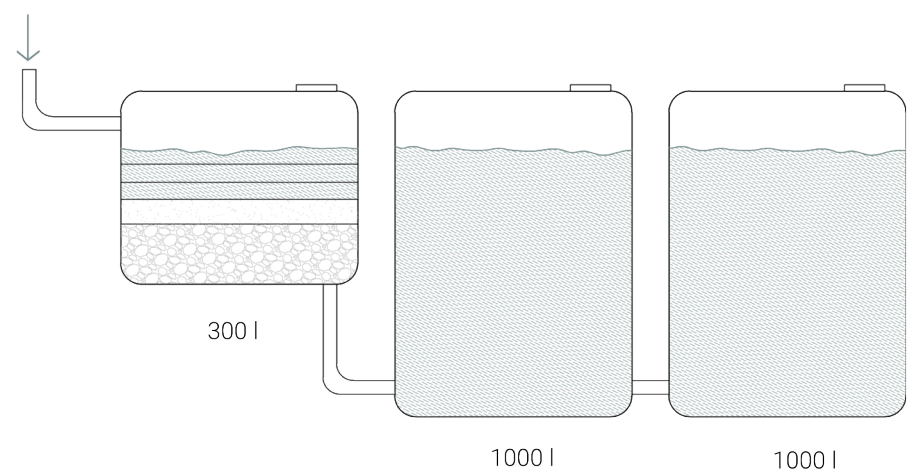
o Sistema de recogida de agua de lluvia

Recogida de agua de lluvia

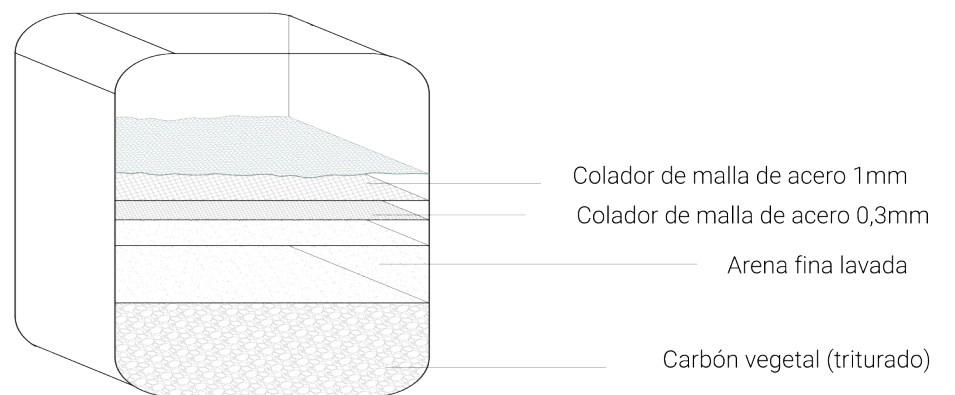


Para la recogida de agua se creará un conducto que tenga una rejilla que evite que las hojas y objetos no deseados entren en el sistema de depurado y almacenamiento de agua.

Tratamiento de agua de lluvia



El agua de lluvia recogida será tratada a través de un filtro de arena y carbón natural antes de ser almacenado en los tanques de agua. En dichos tanques se agregará una solución de cloro para potabilizar el agua.



Marta Martín Sánchez