

**Diseño de vivienda modular para zonas rurales**

**Edward Santiago Romero Osorio**

**Trabajo de grado para optar por el título de Arquitecto**

**Director**

**Edwin Ríos Vargas**

**Arquitecto**

**Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**División de Ingenierías y Arquitectura**

**Facultad de Arquitectura**

**2024**

## Contenido

Introducción .....	11
1    Diseño de vivienda modular para zonas rurales .....	12
1.1    Planteamiento del problema .....	12
1.2    Justificación .....	12
1.3    Objetivos .....	13
1.3.1    Objetivo general .....	13
1.3.2    Objetivos específicos .....	13
2    Marco referencial .....	14
2.1    Marco teórico .....	14
2.1.1    Concepto de marco teórico .....	14
3    Marco legal .....	15
3.1    Normativa nacional .....	15
3.2    Leyes orgánicas u ordinarias .....	15
4    Método de investigación .....	16
5    Metodología .....	19
5.1    Fase 1 .....	19
5.1.1    Análisis de usuario .....	19
5.2    Fase 2 .....	24
5.2.1    Características negativas generales a tener en cuenta .....	24
5.2.2    Referentes .....	25
5.3    Fase 3 .....	35
5.3.1    Estrategias para utilizar .....	35

5.4	Fase 4.....	41
5.4.1	Proceso de creación de módulos.....	41
5.4.2	Propuesta de tipos de cerramiento.....	43
5.4.3	Proceso de acoplamiento de módulos y cerramientos.....	45
5.4.4	Proceso de armado de cubiertas.....	46
5.4.5	Sistema de cimentación.....	48
5.4.6	Ejemplos de configuraciones espaciales y opciones de crecimiento de los módulos	50
5.5	Fase 5.....	51
5.5.1	Localización.....	51
5.5.2	Vivienda modular progresiva en fase 1.....	53
5.5.3	Vivienda modular progresiva en fase 2.....	54
5.5.4	Vivienda modular progresiva en fase 3.....	56
5.5.5	Resultado final.....	58
6	Conclusiones.....	58
	Referencias.....	59

### Tabla de figuras

<b>Figura 1.</b>	Diagrama fase 1 .....	16
<b>Figura 2.</b>	Diagrama fase 2 .....	17
<b>Figura 3.</b>	Diagrama fase 3 .....	17
<b>Figura 4.</b>	Diagrama fase 4 .....	18
<b>Figura 5.</b>	Diagrama fase 5 .....	18
<b>Figura 6.</b>	Casa rural tradicional andina .....	21
<b>Figura 7.</b>	Fachada vivienda rural tradicional .....	22
<b>Figura 8.</b>	Tipos de planta vivienda rural zona andina .....	24
<b>Figura 9.</b>	Imaginario de iku habitat .....	26
<b>Figura 10.</b>	Planta arquitectónica iku habitat.....	27
<b>Figura 11.</b>	Planta arquitectónica iku hábitat.....	27
<b>Figura 1.</b>	Planta arquitectonica iku habitat.....	28
<b>Figura 12.</b>	Isométrico casa color caribe .....	28
<b>Figura 13.</b>	Corte fugado de la vivienda.....	29
<b>Figura 14.</b>	Ejemplo replicabilidad del modulo.....	30
<b>Figura 15.</b>	Ejemplo replicabilidad del modulo.....	30
<b>Figura 16.</b>	Ejemplo replicabilidad del modulo.....	31
<b>Figura 17.</b>	Diagrama bioclimático .....	31
<b>Figura 18.</b>	Proceso de crecimiento del módulo.....	32
<b>Figura 19.</b>	Fase 1 del prototipo .....	33
<b>Figura 20.</b>	Fase 1 del prototipo .....	33
<b>Figura 21.</b>	Imaginario de vivienda prototipo .....	34

<b>Figura 22.</b> Ejemplo prototipo construido .....	34
<b>Figura 23.</b> Modulos base .....	42
<b>Figura 24.</b> Ejemplo acople prefabricado .....	42
<b>Figura 25.</b> Ejemplo de acople prefabricado .....	43
<b>Figura 26.</b> Ejemplo de acople prefabricado .....	43
<b>Figura 27.</b> Propuesta de tipos de cerramiento .....	44
<b>Figura 28.</b> Ejemplo de acoplamiento de muros.....	44
<b>Figura 29.</b> Esquema ejemplo de acoplamiento de módulos.....	45
<b>Figura 30.</b> Modulo individual con cubierta.....	46
<b>Figura 31.</b> Detalle de cubierta .....	46
<b>Figura 32.</b> Despiece de cubierta y ejemplo de acoplamiento a módulos .....	47
<b>Figura 33.</b> Despiece de cubierta y acoplamiento de módulos de 3mx3m con módulos de 1.5mx3m. ....	47
<b>Figura 34.</b> Ejemplo de conjunto de módulos con cubierta.....	48
<b>Figura 35.</b> Zapata hibrida metálica .....	49
<b>Figura 36.</b> Ejemplo de zapata en vivienda real .....	49
<b>Figura 37.</b> Ejemplo de sistema de cimentación.....	50
<b>Figura 38.</b> Ejemplo de configuraciones modulares.....	50
<b>Figura 39.</b> Imagen referencia de localización del lote .....	52
<b>Figura 40.</b> Esquema funcional fase 1 .....	53
<b>Figura 41.</b> Planta arquitectónica vivienda en fase 1.....	53
<b>Figura 42.</b> Isométrico vivienda fase 1 .....	54
<b>Figura 43.</b> Esquema funcional fase 2 .....	54

<b>Figura 44.</b>	Planta arquitectónica vivienda en fase 2.....	55
<b>Figura 45.</b>	Isométrico vivienda fase 2.....	56
<b>Figura 46.</b>	Esquema funcional fase 3.....	56
<b>Figura 47.</b>	Planta arquitectónica vivienda en fase 3.....	57
<b>Figura 48.</b>	Isométrico vivienda fase 3.....	58

**Lista de apéndices externo)**

**Apéndice A.** Memorias

**Apéndice B.** Plano localización

**Apéndice C.** Plantas arquitectónicas

**Apéndice D.** Plantas de Cubiertas

**Apéndice E.** Fachada y cortes

**Apéndice F.** Detalles

**Apéndice G.** Plano estructural, plano de redes sanitarias e hidráulicas.

*Nota:* (ver archivo externo)

### **Resumen**

El proyecto plantea una vivienda modular con capacidad de crecimiento progresivo, para las personas que desean adquirir una vivienda en una zona rural. Diseño que busca la facilidad y rapidez de construcción al usuario, aportando un proyecto de vivienda adaptativa a los diferentes tipos de usuario y tipos de terrenos. Ofreciéndole al usuario confort, seguridad y la posibilidad de apropiarse en la construcción de su vivienda.

*Palabras clave:* arquitectura modular, adaptabilidad, vivienda progresiva, habitabilidad.

**Abstract**

The project proposes a modular home with the capacity for progressive growth, for people who wish to purchase a home in a rural area. Design that seeks ease and speed of construction for the user, providing an adaptive housing project for different types of users and types of land. Offering the user comfort, security and the possibility of taking ownership in the construction of their home.

Keywords: modular architecture, adaptability, progressive housing, habitability.

## Glosario

*Arquitectura modular:* la Arquitectura modular se refiere al diseño de sistemas compuestos por elementos separados que pueden conectarse preservando relaciones proporcionales y dimensionales. La belleza de la arquitectura modular se basa en la posibilidad de reemplazar o agregar cualquier componente sin afectar al resto del sistema. (Sorrentino y Molina, 2007, p. 264)

*Habitabilidad:* la habitabilidad significa que debe cumplir con ciertos estándares con relación a las condiciones acústicas, térmicas y de salubridad, esto es, sonidos, temperatura y sanidad, o de otro modo, protección contra ruidos, comodidad ambiental e higiene. Sin habitabilidad no hay calidad de vida o, mejor dicho, la habitabilidad constituye una condicionante para el desarrollo de calidad de vida dentro del espacio urbano. (Olmos y Haydeé, 2008, pág. 52).

*Territorio rural:* un territorio es una unidad espacial compuesta por un tejido social propio, que se encuentra asentada en una base de recursos naturales particular, que presenta ciertas formas de producción, consumo e intercambio, y que está regida por instituciones y formas de organización. (Cordero, et ál., 2003, p. 5).

*Vivienda progresiva:* La vivienda progresiva es flexible y permite adaptarse, de una forma planificada, a condiciones reales. De hecho la vivienda progresiva lleva al sector formal algunos principios adoptados por el sector informal, En general, la vivienda progresiva comienza con menos espacios, pero más grandes, contraponiéndose al criterio de abaratar costos por disminución de áreas en los espacios y contraponiéndose a las soluciones completas de vivienda, generalmente de tipo multifamiliar, que exigen una mayor demanda de subsidio y capital, aumentando sus costos y logrando ser inaccesibles a la población para las cuales han sido destinadas y reduciendo más aún el número de viviendas a construir. (Roche, et ál., 1998, p. 103)

### **Introducción**

El presente trabajo de grado está enfocado en ofrecerle a las personas que desean adquirir una vivienda para una zona rural, Se presenta un diseño de vivienda modular con la capacidad de crecimiento progresivo, capaz de adaptarse a diferentes tipos de terrenos y climas. Este proyecto busca ofrecerle al usuario una vivienda fácil y rápida de construir con que cumpla las necesidades básicas de una persona, ofreciéndole confort y seguridad, pero también con la oportunidad de hacerla crecer progresivamente en el tiempo y le ofrece al usuario la posibilidad de proponer la organización de espacios según los requerimientos de este.

## **1 Diseño de vivienda modular para zonas rurales**

### **1.1 Planteamiento del problema**

Hoy en día para los habitantes de Colombia tener acceso a una vivienda propia o la posibilidad de extender sus bienes raíces a una zona rural se ve afectada debido al incremento de precios en materiales, transporte y mano de obra. En muchos casos la poca accesibilidad a las zonas rurales debido a la deficiencia en el estado de las vías, lo que hace difícil el transporte de materiales de construcción que es donde muchas veces se ve incrementado considerablemente el precio y el tiempo de construcción de una vivienda rural.

### **1.2 Justificación**

Actualmente no hay muchos modelos indicativos con respecto al diseño o construcción de vivienda rural de forma consciente, debido a la diversidad de viviendas y la antigüedad de las mismas, viviendas que no tienen un diseño previo que se adecue a las necesidades del usuario, fenómenos físicos y sociales del entorno, esto se debe a la necesidad de estas personas de tener una vivienda como dé lugar y que en este proceso muchas veces no recibieron apoyo de ningún tipo.

Con este proyecto se busca un diseño de vivienda rural y de crecimiento progresivo, con el cual se le ofrece al usuario soluciones en cuanto a funcionalidad, confort, habitabilidad, desarrollo económico. Ofreciendo una apropiación del usuario a su vivienda y a su tierra, esto se llevará a cabo teniendo en cuenta mediante una planificación arquitectónica, apoyada en nuevas tecnologías de construcción que ofrezcan al usuario facilidad y rapidez en la construcción de la vivienda con

materiales de bajo impacto ambiental que respondan a las determinantes climáticas del lugar y que faciliten el transporte de los mismo al lugar de construcción.

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1 Objetivo general***

Diseñar una vivienda modular y de crecimiento progresivo, capaz de adaptarse a su entorno, a las necesidades y requerimientos del usuario. Ofreciéndole espacios versátiles, cómodos y seguros sin generar un impacto económico negativo.

#### ***1.3.2 Objetivos específicos***

Analizar tipologías de vivienda rural en la región andina y el tipo de usuario objetivo.

Identificar los problemas más relevantes que conlleva la construcción y el habitar una vivienda rural.

Establecer los principios de diseño bioclimático y nuevas tecnologías de construcción a utilizar para dar solución a las problemáticas.

Realizar la propuesta de diseño teniendo en cuentas las conclusiones y estrategias escogidas en los objetivos 1, 2 y 3.

## 2 Marco referencial

### 2.1 Marco teórico

La vivienda modular tiene interacción directa con el entorno y requiere una revisión conceptual para su posterior análisis y desarrollo.

#### 2.1.1 Concepto de marco teórico

*Sistemas pasivos en la vivienda:* Celis (2014), explica que la principal característica de los sistemas pasivos es que pueden controlar variables climáticas en el interior de las edificaciones. El autor comenta que estos sistemas se basan en un uso racional de materiales y formas arquitectónicas. De esa manera, se administra la radiación solar, por ejemplo, con materiales que incidan en la inercia térmica, mediante sistemas de control o amortiguación de calor.

*Arquitectura modular:* Molina y Serrentino (2007), La Arquitectura modular se refiere al diseño de sistemas compuestos por elementos separados que pueden conectarse preservando relaciones proporcionales y dimensionales. La belleza de la arquitectura modular se basa en la posibilidad de reemplazar o agregar cualquier componente sin afectar al resto del sistema.

### **3 Marco legal**

El marco legal y normativo que se muestra a continuación permite conocer y aplicar los lineamientos normativos y de planeación existentes para proyectos relacionados con el sector vivienda, dentro de estos se encuentran:

#### **3.1 Normativa nacional**

Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2014-2018: se establece en el pilar Crecimiento Sostenible y Competitividad que uno de los objetivos centrales del gobierno es mejorar las condiciones actuales de mercado y así impulsar el desarrollo económico y la competitividad del país. El Plan Nacional de Desarrollo nos permite garantizar las condiciones de vivienda adecuadas y la protección de los derechos básicos.

#### **3.2 Leyes orgánicas u ordinarias**

*Ley 388 de 1997*: el objetivo de esta normativa radica que la utilización del suelo por parte de sus propietarios se ajuste a la función social de la propiedad y permita hacer efectivos los derechos constitucionales a la vivienda y a los servicios públicos. Esta ley nos recalca las competencias de orden nacional y territorial que deben prevalecer cuando se desarrollan proyectos relacionados con el sector de vivienda.

Asimismo, en el ámbito de la construcción y diseño de viviendas se profundizó en las siguientes normas:

*Norma técnica colombiana (NTC) 5832*: la norma NTC 5832 establece los requisitos técnicos que deben cumplirse durante la fabricación y construcción de estructuras metálicas ligeras, incluyendo las dimensiones, la calidad de los materiales, los procedimientos de soldadura

y los métodos de inspección. Además, esta normativa establece las pruebas y ensayos que deben realizarse para garantizar la calidad de las estructuras metálicas ligeras.

*Ordenamiento Social de la Propiedad Rural – OSPR*: es una política pública integral que está dirigida a resolver problemas relacionados con la tenencia de las tierras rurales que históricamente han generado conflictos y que han impedido que la tierra se pueda aprovechar de manera ordenada, adecuada, sostenible y atendiendo los procesos sociales que la rodean. Propone a los administradores locales y a sus equipos de trabajo unas orientaciones a partir de las cuales se pueden tomar decisiones sobre uso del suelo y el impacto de este a los habitantes que lo ocupan, así como las expectativas o derechos que tienen sobre él.

#### 4 Método de investigación

Para el desarrollo del presente proyecto y partiendo de cada objetivo planteado se propone una metodología que está constituida por 5 fases principales:

La primera fase consiste en el análisis del desarrollo de la vivienda rural a nivel general y más específicamente de la zona andina. Esto se hace con el propósito de comprender la funcionalidad de este tipo de vivienda y su desarrollo.

**Figura 1.** Diagrama fase 1



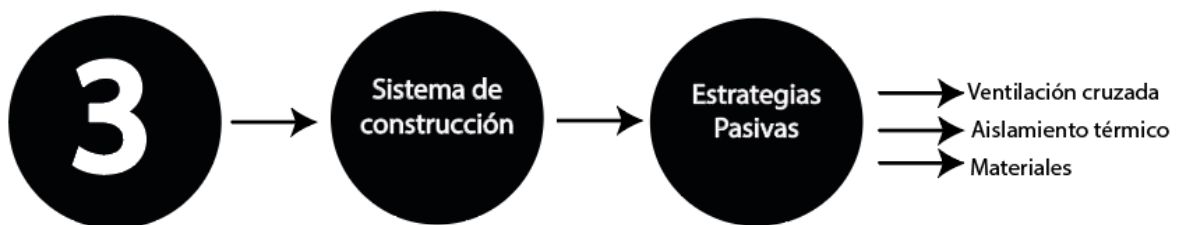
La segunda fase consiste en identificar las diferentes falencias que pueden llegar a tener cada una de ellas con el fin de poder darle una solución a estas.

**Figura 2.** *Diagrama fase 2*



La tercera fase consiste en definir las diferentes estrategias para darle solución a las problemáticas identificadas en la fase 2. Así como el sistema de construcción, las estrategias pasivas basándose en los principios de la bioclimática y los materiales a usar según el modelo de vivienda.

**Figura 3.** *Diagrama fase 3*



En la cuarta fase se inicia la creación de los módulos individuales, estableciendo sus medidas, materiales, tipo de cerramientos, tipo de cubiertas, sistema de cimentación y acoples estructurales.

**Figura 4.** Diagrama fase 4

En la quinta fase ya con los modelos de módulos establecidos se procede a hacer el diseño de ejemplo de un proyecto de vivienda progresiva implantado en un lote en específico que en este caso será en la zona de Lebrija, Santander.

**Figura 5.** Diagrama fase 5

## 5 Metodología

### 5.1 Fase 1

#### 5.1.1 Análisis de usuario

En las zonas rurales de Colombia habitan dos tipos de personas. La primera es el sector campesino, aquella que se dedica a la producción agrícola que en otras palabras utiliza su tierra como la herramienta utilizada para generar su sustento diario. La segunda es aquella persona que tiene una segunda vivienda a las afueras de la ciudad más conocida como 'casa de campo' o 'vivienda campestre' que es utilizada generalmente para actividades de ocio familiares.

Este proyecto está dirigido a estos dos tipos de usuario a aquella persona campesina que desea empezar la construcción de su propia vivienda de manera progresiva y a esa persona citadina que busca alejarse un fin de semana del caos de la ciudad y desea adquirir su vivienda campestre de forma práctica y sin generarle un impacto económico negativo.

**5.1.1.1 Modo de vida rural.** Las personas que habitan las viviendas de las zonas rurales necesitan una vivienda que pueda responder a su entorno inmediato, que no pierda la conexión con el exterior que sea adaptable a una vida de producción agrícola y que también pueda ser un lugar de descanso y ocio para una familia citadina.

Aspectos para tener en cuenta: considerar el trabajo agrícola como profesión permite a los campesinos adjudicarse un conjunto de características y percibirse como trabajadores del campo, conocedores de las formas de trabajo agrícola, productores de alimento para ellos y otros. También el desarrollar otro tipo de actividades relacionadas, como criar animales. Su compromiso de seguir

perpetuando las actividades agrícolas deriva no sólo del sentimiento de pertenencia como campesinos, se debe en gran medida a la libertad de la cual gozan respecto a la práctica de dicha actividad como medio de subsistencia, en comparación con otras profesiones u oficios.

La importancia que la familia tiene para el campesino es inobjetable. El campesino determina su vida en relación con la presencia de ésta. Las funciones desempeñadas por cada uno de sus miembros son indispensables y reconocidas por él mismo.

Hay que garantizar un espacio en medio de la naturaleza dotado con las comodidades que ofrece una vivienda común de ciudad, que ofrezca un espacio seguro, pero sin perder la esencia de lo que es una vivienda rural y su importante relación con el entorno.

**5.1.1.2 ¿Qué es una vivienda rural?** Una vivienda rural es aquella que se ubica en una zona campestre, normalmente, lejos de las zonas urbanas y rodeadas de naturaleza.

Son zonas y asentamientos de poca población o comunidades dispersas. Hace referencia al campo, y, en la mayoría de los casos, a las labores propias de la agricultura y la ganadería o también ese espacio en medio de la naturaleza dotado con lo mejor de la ciudad; muchas veces ubicado en una distancia relativamente corta para poder trasladarse de las labores diarias y regresar rápidamente a disfrutar en familia de un entorno natural propio con todas las bondades de la modernidad.

**5.1.1.3 Arquitectura tradicional andina.** Para la arquitectura inca la “kancha” fue la unidad arquitectónica más representativa; estaba conformada por un cierre rectangular de tres o más unidades habitacionales, también rectangulares, ubicadas simétricamente alrededor de un patio central. La agrupación de varias canchas formaba manzanas. De igual manera, el “baño inca”, destinado al descanso y como un evento ritual, se construía lejos de las viviendas. Las “colcas” eran construcciones localizadas alrededor de los asentamientos poblacionales que cumplían la función de almacenar los productos de las siembras y las cosechas. “Las ‘kallankas’ o galpones con varias puertas y ventanas de forma rectangular, aproximadamente de 70 metros de largo se destinaban para actividades de carácter estatal, cubiertas por techos a dos aguas, también utilizadas para ceremonias y hospedaje, al igual ‘los tambos existieran en épocas anteriores a lo largo de las rutas de peregrinaje a las huacas y en los mismos santuarios para albergar a los fieles ” (Rostworowski, 2001).

**Figura 6.** *Casa rural tradicional andina*



Tomada de (flickr,2016)

La tipología de vivienda como unidad arquitectónica mantiene la filosofía de la cancha, hace alegoría a una plaza central formada por un patio rectangular y alrededor de este se proyectan áreas de habitabilidad arquitectónica como habitaciones, bodegas, cocina. Las casas de habitación, en su mayoría, proyectan el baño distante de la vivienda, como un espacio independiente; para ellos, el concepto de “baño espiritual” aún se practica, es un baño de hierbas para espantar los malos espíritus y curar el cuerpo. En cada hogar, el concepto de “colcas” se conserva como una zona adicional para el almacenamiento de las cosechas agrícolas, donde recolectan los productos para que maduren o se comercialicen. Los techos a dos aguas, las edificaciones rectangulares, una puerta para cada habitación hacia un espacio abierto característico de las kallankas son particularidades arquitectónicas de las viviendas.

**Figura 7.** *Fachada vivienda rural tradicional*



Tomado de ([urnadecristal.gov.co](http://urnadecristal.gov.co),2018)

La característica más constante de la vivienda rural habitada por comunidades indígenas en cuanto a su distribución espacial es la forma rectangular y en uno de sus lados la apertura del corredor que cumple la función de vestíbulo. En cuanto a la cubierta, esta se caracteriza por ser de dos o cuatro aguas; la fachada, por lo general, es de color blanco y posee zócalos, puertas y ventanas pintadas de varios colores.

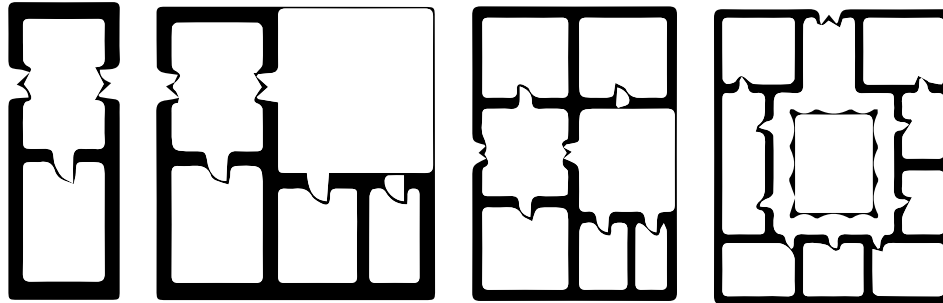
Desde los puntos de vista espacial y productivo, la vivienda rural es el foco de actividades de su entorno, conformado por la parcela o shagra, donde se cultivan productos para el consumo básico y los excedentes, al ser comercializados, contribuyen a la subsistencia de las familias nucleadas y extensivas que la habitan.

Para describir la caracterización tecnológica de la vivienda rural se citan a Alberto Saldarriaga y Lorenzo Fonseca: Predominan las viviendas de un piso, tecnológicamente en muros en adobe cubiertas en teja de barro y aún existen en cubiertas en paja muros en tapia o en bahareque y la transformación se da principalmente en el uso del ladrillo tolete en los muros. A nivel organizativo, la tipología preferida es la de corredor en uno de los lados del rectángulo, cerrado en la mayoría de los ejemplos (Fonseca y Saldarriaga, 1992, p. 218)

Tipología de la vivienda rural del altiplano andino. La vivienda rural es una mezcla de los vestigios del hábitat indígena prehispánico y de la implantación de la cultura europea de la arquitectura del sur de la península ibérica, que utilizó nuevos materiales de construcción como el ladrillo y la teja cocida, que se integraron a los materiales ancestrales y establecieron una simbiosis en la tipología arquitectónica de los pueblos mestizos que habitan los territorios andinos desde hace más de quinientos años. En general, la tipología de la vivienda rural en el altiplano andino presenta una diversidad de formas de emplazamiento en los lotes y de formas en planta en I, L, C, U, O con una constante en las galerías que generalmente están ubicadas en la fachada principal y

orientadas hacia el occidente, con el fin de recibir los rayos del sol de la tarde y mantener la temperatura en la noche, igualmente, una parte de este espacio se utiliza para el almacenamiento de los productos agrícolas.

**Figura 8.** *Tipos de planta vivienda rural zona andina*



Nota. Ejemplo de tipos de distribución en planta de una vivienda rural tradicional de la zona andina. Adaptado de (Caracterización y tipificación de la vivienda rural en la cuenca media del río Guátara, Nariño, 2016)

## 5.2 Fase 2

### 5.2.1 Características negativas generales a tener en cuenta

- Deficiencias en cubierta.
- Carencia o deficiencia de saneamiento básico, incluyendo aparatos e instalaciones hidráulicas y sanitarias de la vivienda, así como la solución de manejo de excretas y/o aguas residuales domésticas.
- Pisos en tierra, arena o materiales inapropiados.
- Existencia de hacinamiento crítico, cuando en el hogar habitan más de tres personas por habitación.
- Carencia o deficiencia de lugar adecuado para la preparación de

alimentos (cocina).

- Muros deteriorados o en materiales inadecuados.
- Dificultad en el transporte de materiales a la hora de construir.

Teniendo en cuenta estas 6 características negativas encontradas a nivel general en las viviendas rurales se tendrán en cuenta para la toma de decisiones y estrategias al momento de iniciar con el proceso de diseño para procurar darle solución a cada una de ellas en este proyecto.

### **5.2.2 Referentes**

**5.2.2.1 Iku Hábitat.** Iku Hábitat es un sistema de construcción modular presentado en la Feria del Diseño de 2019, cuyo objetivo se basa en agilizar los procesos mediante componentes prefabricados que han sido ensamblados mediante tornillos

*Idea general:* se estructura a través de una circulación perimetral que permite relacionar todos

Los espacios interiores con el paisaje, está circulación como intersticio entre el interior y el exterior es fundamental para entender la relación con el territorio. Busca agilizar los procesos de construcción a través de componentes diseñados y prefabricados ensamblados con tornillos.

**Figura 9.** *Imaginario de iku habitat*

Tomado de (Archdaily, 2019)

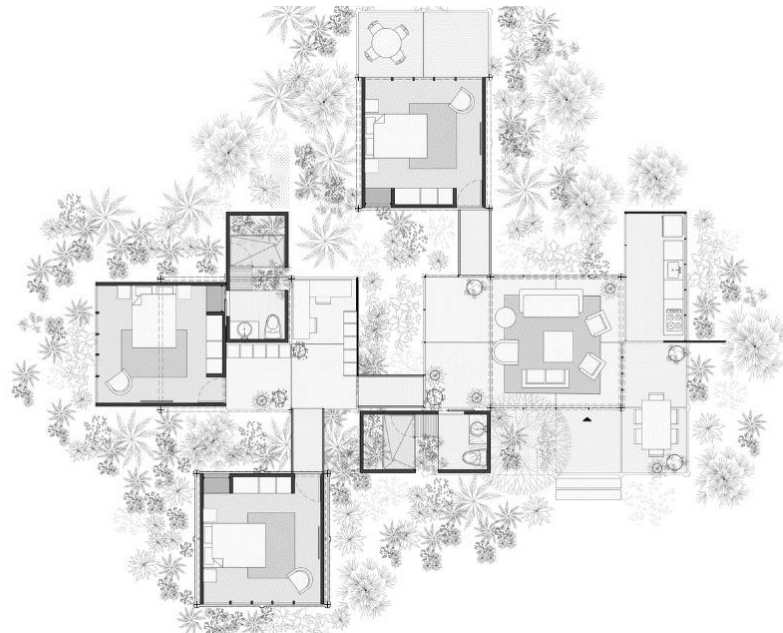
Propuesta de valor: Gracias al sistema modular y el sistema de ensambles con tornillería desarrollado por los autores, la vivienda puede ser construida en etapas y la facultad de mover la construcción en caso de requerirlo. Asimismo, el proyecto ofrece asesorías para implementar sistemas de captación y recirculación de aguas lluvias y grises y energía solar.

**Figura 10.** *Planta arquitectónica iku habitat*



*Nota.* Planta arquitectónica de la fase 1 de crecimiento. Tomado de (Archdaily, 2019).

**Figura 11.** *Planta arquitectónica iku hábitat*



*Nota.* Planta arquitectónica fase 2 de crecimiento. Tomado de (Archdaily, 2019).

**Figura 1.** *Planta arquitectonica iku habitat*



*Nota.* Planta arquitectónica fase 3 de crecimiento. Tomado de (Archdaily, 2019).

### 5.2.2.2 Casa color caribe

Nombre: casa color caribe

Arquitectos: equipo casa color caribe

Ubicación: Cartagena, Bolívar, Colombia

**Figura 12.** *Isométrico casa color caribe*



Tomado de (Archdaily, 2017).

Nuestra propuesta nace de una reflexión sobre la ciudad de hoy en Colombia, el espacio de encuentro de millones que abandonan la ruralidad día a día en busca de oportunidades en el medio urbano, una explosión demográfica que está determinando el modo de vida del ser humano contemporáneo. Así, cada intervención en la ciudad es una pieza que define su nuevo carácter, hoy condicionado por un déficit de vivienda que enfrenta el país en las clases socioeconómicas con menores ingresos. Esto implica intervenciones rápidas para solucionar el problema de cantidad (aproximadamente un millón de viviendas), como es el caso de Ciudad Bicentenario en Cartagena, sin embargo, al dejar la vivienda en manos del mercado, las reflexiones en torno a las formas de habitar del ser humano pasan a un segundo plano (calidad) y la vivienda se transforma en un producto comercial (cantidad) que cumple márgenes de rentabilidad para quienes lo producen.

En cuanto al módulo que entregamos como vivienda individual, planteamos partir del arquetipo básico de la vivienda: La casa a dos aguas. En este caso, la volumetría se desprende de una tradición caribeña, donde la casa, levantada sobre el piso, con techos altos y aleros, es una adaptación de la vivienda ancestral y los tipos de influencia europea al clima cálido y húmedo del trópico.

**Figura 13.** *Corte fugado de la vivienda*



Tomado de (Archdaily, 2017).

*Replicabilidad del modulo***Figura 14.** *Ejemplo replicabilidad del modulo*

*Nota.* Versatilidad de contextos Ejemplo de implantación en ciénaga. Tomado de (Archdaily, 2017)

**Figura 15.** *Ejemplo replicabilidad del modulo*

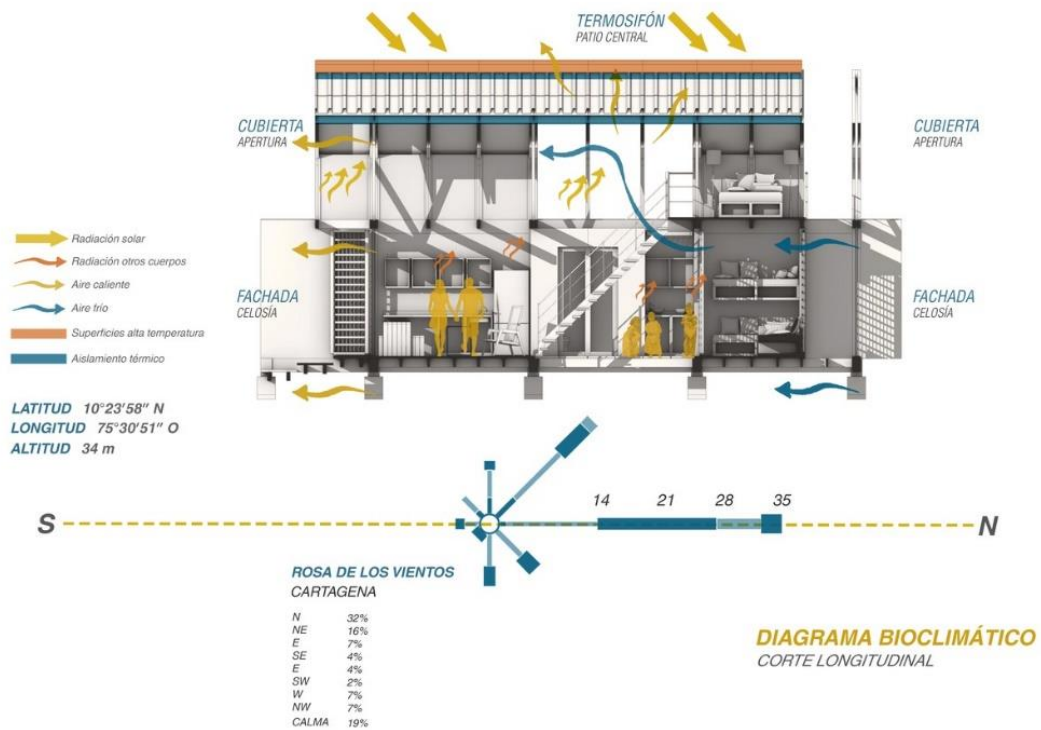
*Nota.* Versatilidad de contextos Ejemplo de implantación en Planicie. (Archdaily, 2017).

**Figura 16.** Ejemplo replicabilidad del modulo



Nota. Versatilidad de contextos Ejemplo de implantación en Planicie. (Archdaily, 2017).

**Figura 17.** Diagrama bioclimático



Nota. Diagrama bioclimático y esquema de rosa de los vientos de la vivienda. Tomado de (Archdaily, 2017)

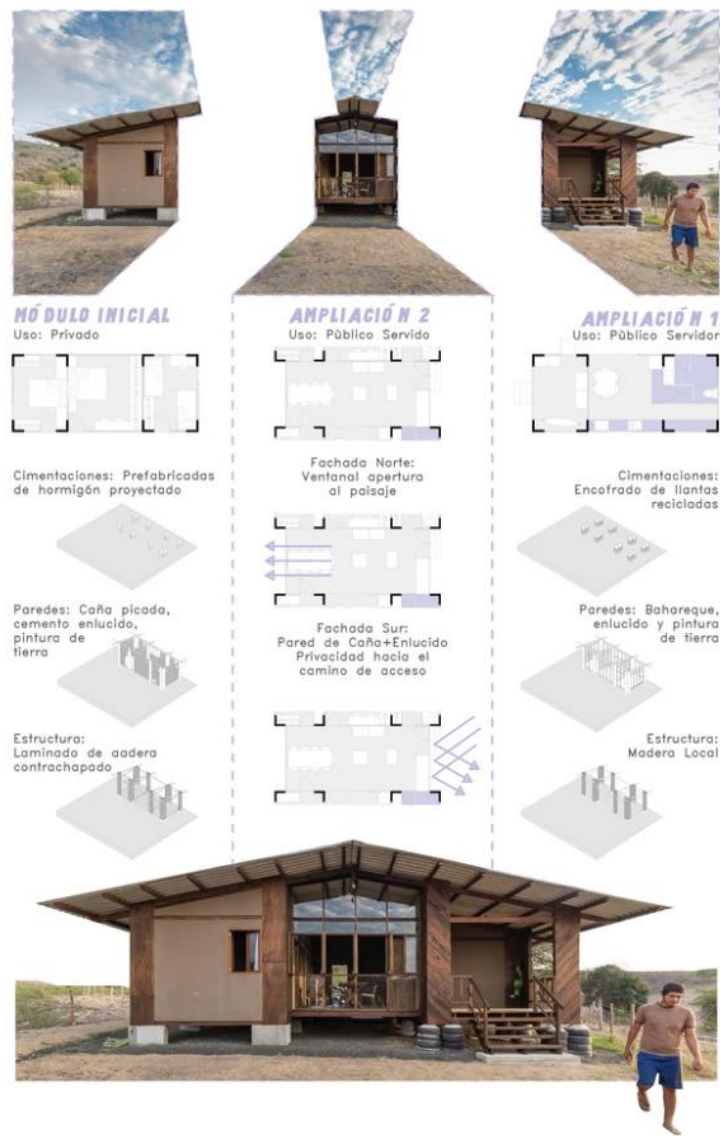
**5.2.2.3 Prototipo post-terremoto vivienda rural**

*Nombre:* prototipo post-terremoto vivienda rural

*Arquitectos:* al borde, el sindicato arquitectura

*Año:* 2017

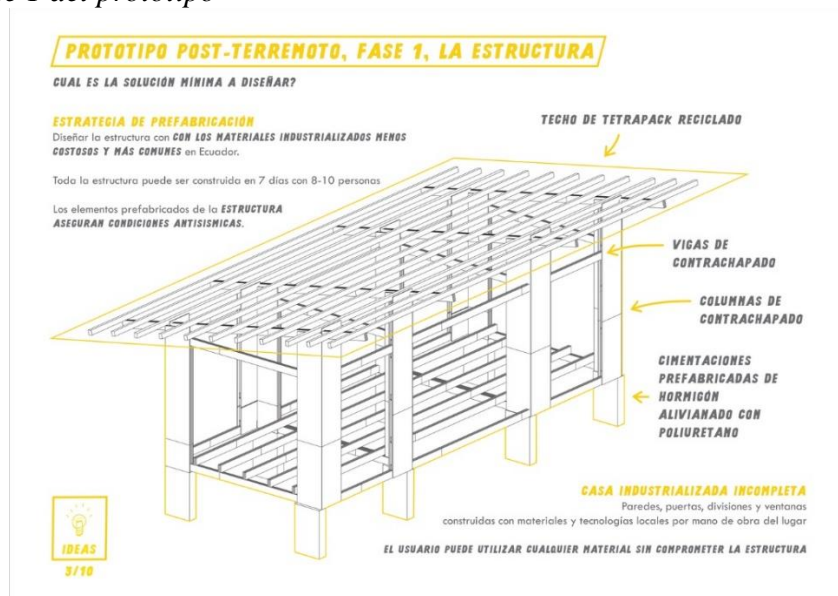
**Figura 18.** *Proceso de crecimiento del módulo*



Tomado de (Archdaily,2018)

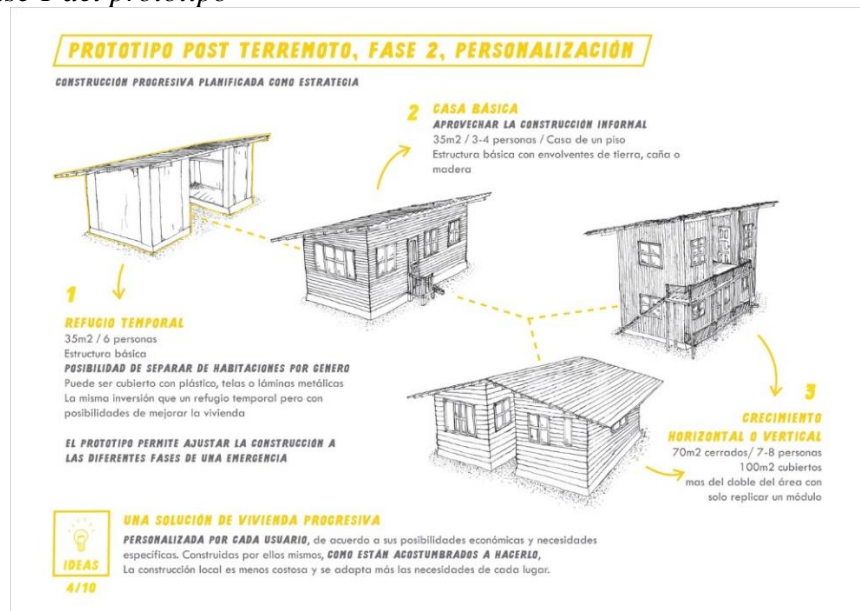
Es un prototipo progresivo, en una o dos plantas, porque cuenta con dos ampliaciones planificadas, la primera ampliación un módulo exactamente igual a la inicial y la segunda ampliación la unión entre el inicial y la primera ampliación.

Figura 19. Fase 1 del prototipo



Tomado de (Archdaily,2018).

Figura 20. Fase 1 del prototipo



Tomado de (Archdaily,2018).

Es un prototipo replicable, porque el diseño estructural permite el uso de secciones típicas de madera local aserrada en cualquier parte del país y porque su lógica constructiva se simplificó pensando en la posibilidad de que los usuarios auto-construyan las ampliaciones.

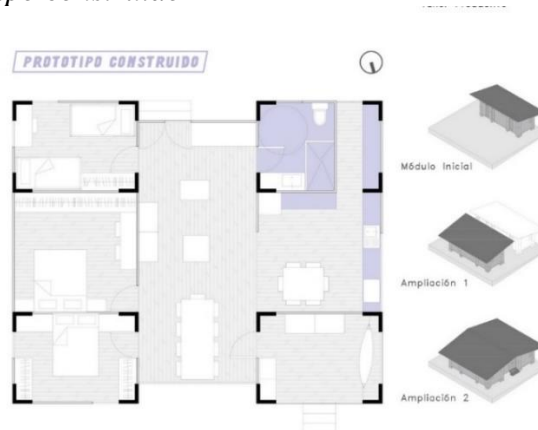
**Figura 21.** *Imaginario de vivienda prototipo*



Tomado de (Archdaily,2018).

El prototipo fue pensado como un sistema constructivo y estructural modular que permita que cada proyecto pueda adaptarse y diseñarse según las condiciones de cada lugar donde será implantado por lo que la tecnología constructiva de envolventes y fachadas varían dependiendo cada proyecto.

**Figura 22.** *Ejemplo prototipo construido*



Tomado de (Archdaily,2018)

### 5.3 Fase 3

#### 5.3.1 Estrategias para utilizar

**5.3.1.1 Selección del sistema constructivo.** El sistema seleccionado es el sistema constructivo modular.

Con este sistema se puede dar solución a muchas de las problemáticas identificadas debido a los beneficios que nos ofrece como:

*Menor tiempo de construcción*

Los proyectos de construcción modular son entre un 30% y un 50% más rápidos que los de construcción tradicional. Y es que al ejecutarse la construcción por módulos dentro de un ambiente controlado se reducen en gran medida los problemas relacionados con factores climáticos.

Además, la construcción modular permite que el proceso de ensamblaje industrializado se realice al mismo tiempo que la preparación del terreno. De esta forma, una vez listos los módulos, estos son transportados al sitio para su instalación y acabados finales.

*Más rentable y mejor control de costos.*

Reducir los tiempos de ejecución reduce también los costos. La construcción modular industrializada permite la estandarización de procesos y la producción a gran escala, lo que genera un significativo ahorro económico. Una vez definidos el proyecto, los materiales y los acabados, el precio ya no sufrirá más cambios, pues no surgen problemas como suele suceder con los métodos de la construcción tradicional.

Al ser ejecutado en menor tiempo, un edificio modular también está listo para ser usado y generar un retorno de inversión más rápido, es decir, ser más rentable. Si a ello le agregamos la eficiencia energética que permite este tipo de construcción, el ahorro se hace todavía mayor.

*Diseño personalizado y a medida.*

Además de su innovación y practicidad, uno de los principales beneficios de la construcción modular es el diseño a medida, porque permite que sea personalizada a tus gustos y requerimientos de espacio y presupuesto.

Así también se puede lograr que los módulos de construcción sean diseñados para adaptarse fácilmente a la estética de cualquier edificio ya existente.

*Materiales más duraderos.*

Puede pensarse que las construcciones modulares tienen menor calidad que las tradicionales por los diferentes tipos de materiales que se pueden emplear en la construcción de módulos prefabricados. Pero no es así, ya que los edificios modulares también pueden usar cemento, acero y madera, y están diseñados para que permanezcan intactos durante mucho tiempo y prácticamente libres de mantenimiento.

*Construcciones seguras y de alta calidad.*

Las construcciones modulares están diseñadas para cumplir con la misma normativa y estándares que rigen a las construcciones convencionales. La resistencia que posee una estructura modular permite brindar una construcción segura, mientras que el empleo de materiales de durabilidad comprobada garantiza su alto nivel de calidad.

*Eficiencia energética.*

Otro de los beneficios de la arquitectura modular es que ofrece excelentes condiciones térmicas, acústicas y antincendios. Este tipo de construcciones te permite utilizar energías

renovables e incorporar innovadores sistemas de iluminación, climatización y aislamiento eficiente para reducir el consumo de energía y lograr un ahorro energético de hasta un 70%.

*Flexibilidad de uso y adaptación.*

Una construcción modular puede modificarse fácilmente adaptándose a tus nuevas necesidades. Con el paso del tiempo, es posible aumentar o retirar módulos sin alterar la estructura principal de la construcción. Y es que, al trabajar con módulos ensamblados, estos pueden ser desmontados y reubicados o hasta renovados en función del nuevo uso que se le quiera dar. La flexibilidad de este tipo de construcciones es uno de sus beneficios clave, pues también permite reducir la demanda de materia prima y la cantidad de energía empleada en una nueva construcción.

*Mayor seguridad y productividad de la mano de obra.*

Al trabajar en un entorno de construcción interior más estable y controlado, la construcción modular reduce los riesgos de accidentes y brinda mayor seguridad a los trabajadores. Se minimizan los disturbios en obras como problemas con el equipo o los materiales y, por el contrario, aumenta la productividad de la mano de obra en la construcción.

*Reducción del impacto ambiental.*

Las construcciones modulares se diferencian de las tradicionales por ser un tipo de construcción mucho más amigable con el medio ambiente. El proceso de construcción de módulos en fábrica asegura menos desperdicios y la reutilización de estos reduce la demanda de materia prima.

Al trabajar principalmente fuera del terreno, también se reduce la contaminación del agua y el polvo, así como el impacto acústico. Sin duda, invertir en un proyecto de construcción modular garantiza la elección de un proceso de construcción sostenible de principio a fin.

### **5.3.1.2 Vivienda progresiva**

**5.3.1.2.1 ¿Qué es la vivienda progresiva?** La vivienda progresiva es aquella vivienda que puede variar su superficie útil inicial incrementándola o reduciéndola en función de las necesidades de los residentes a lo largo del tiempo.

**5.3.1.2.2 ¿Por qué vivienda “progresiva”?** Una vivienda progresiva, como su propio nombre indica, progresa. Una familia cuando tiene que cambiar de casa se ve obligada a cambiar, no a progresar. Cuando ofrecemos esta opción, estamos haciendo que la familia se pueda adaptar a la casa y a la casa a la familia, haciendo de sus vidas algo mejor. La definición de progreso lleva dentro las palabras mejora y avance. Cuando cambiamos algo tal vez no sea por mejora, sino por necesidad, en cambio cuando progresamos suele haber un avance. Una pareja a la que le sobren metros después de la independencia de sus hijos avanzará hacia un nuevo estilo de vida, y si ya están a gusto en su casa actual, ¿para qué cambiarlo? Esta estrategia defiende uno de los principios del usuario objetivo el cual es que la importancia que la familia tiene para el campesino es inobjetable.

### **5.3.1.3 Estrategia bioclimática**

Este proyecto necesita de una estrategia bioclimática ya que buscamos darle solución a la diversidad de climas que encontramos en las zonas rurales, ofreciéndole al usuario la posibilidad de implantar la vivienda en cualquier tipo de clima dándole al proyecto la capacidad de replicabilidad.

Para esta estrategia nos basaremos en algunos de los principios del concepto de casa pasiva o comúnmente llamado "Passive house".

#### ***5.3.1.3.1 Principios del passive house***

Los principales criterios por seguir en una construcción PassiveHouse son:

*Ausencia de puentes térmicos:* la transmisión de energía se da en continuidad por toda la envolvente: fachadas, cubiertas y soleras y también se da en las esquinas, ejes, juntas, etc. por ello se analiza cada detalle de la envolvente para garantizar su correcta construcción.

*Gran aislamiento térmico:* se optimiza la envolvente térmica mediante un buen aislamiento que será beneficioso tanto en invierno como en verano: las fachadas o paredes exteriores, las cubiertas y las soleras o forjados exteriores deben tener una baja transmitancia térmica.

*Hermeticidad al aire:* la envolvente es lo más hermética posible cuidando al máximo la ejecución de las juntas durante la construcción y se ensaya con el denominado Blower Door test que garantiza la correcta ejecución de la envolvente hermética y eficiente.

*Ventanas y puertas de altas prestaciones:* los huecos (carpinterías y vidrios) son el "punto débil" de la envolvente, por lo que se debe poner mucha atención en sus características en el proyecto, en su correcta colocación durante la obra, así como en sus protecciones solares.

Una vez estos cinco criterios se cumplen, se analizan dos criterios más:

#### ***5.3.1.3.2 Passivehouse protecciones solares***

*Protecciones solares:* se analizan las protecciones solares en función de la situación del edificio, seleccionando las más adecuadas ya sean fijas o móviles, incorporando persianas, estores, porches.

### 5.3.1.4 Selección de materiales principales

**5.3.1.4.1 Metal.** La selección de este material es debido a los beneficios que nos ofrece ya que van de acuerdo con los objetivos del proyecto y debido a sus características nos ayuda con la solución a las problemáticas identificadas.

#### *Características*

*Resistencia y durabilidad:* las estructuras metálicas de acero, en particular, ofrecen una gran capacidad de carga y notable resistencia ante fuerzas externas, tales como vientos o sismos.

Contar con una buena estructura metálica brinda excelente fortaleza estructural, y permite construir edificios y naves industriales de mayor tamaño y capacidad de carga.

*Flexibilidad en el diseño:* otra de sus ventajas es la versatilidad con la que pueden ajustarse a diseños arquitectónicos. Los entramados de acero se pueden adaptar a muchas formas y tamaños. Esto es muy práctico para el sector inmobiliario y comercial, que busca crear estructuras atractivas y personalizadas.

*Rapidez en la construcción:* otro punto destacado de las estructuras metálicas es su eficiencia en el tiempo de construcción. A diferencia de otros materiales, como el concreto, las estructuras metálicas se fabrican en talleres y se ensamblan en el sitio de la obra. Este proceso de prefabricación y montaje rápido reduce significativamente los plazos de construcción, lo que se traduce en ahorro de tiempo y costos.

*Sostenibilidad y reciclabilidad:* las estructuras metálicas son una opción sostenible en la construcción. El acero es un material reciclable, lo que significa que se puede reutilizar sin perder sus propiedades. Esto reduce el impacto ambiental y fomenta la economía circular. Además, las estructuras metálicas requieren menos mantenimiento, en comparación con otros materiales.

*Inversión duradera:* una gran ventaja de las estructuras metálicas la gran durabilidad y el bajo mantenimiento de las estructuras metálicas reducen los costos de operación y prolongan la vida útil de la construcción.

**5.3.1.4.2 Madera.** El Segundo material principal es la madera es otro material que se adecua a los objetivos del proyecto y que también nos brinda una relación mas directa con el entorno rural debido a sus beneficios medio ambientales.

- Gran flexibilidad y bajo peso. Es un material óptimo para resistir sis-mos y reducir el volumen de los cimientos
- Alta capacidad aislante. Es capaz de aislar el calor hasta seis veces más que el ladrillo, 15 veces más que el hormigón y 400 veces más que el acero
- Resistencia al fuego. En piezas de gran volumen tiene alta resistencia frente al fuego y tarda más tiempo en derrumbarse que las estructuras de acero
- Velocidad de construcción y disminución de costes. Al ofrecer la posibilidad de trabajar en faenas secas, aumenta la velocidad de construcción y disminuye los costos

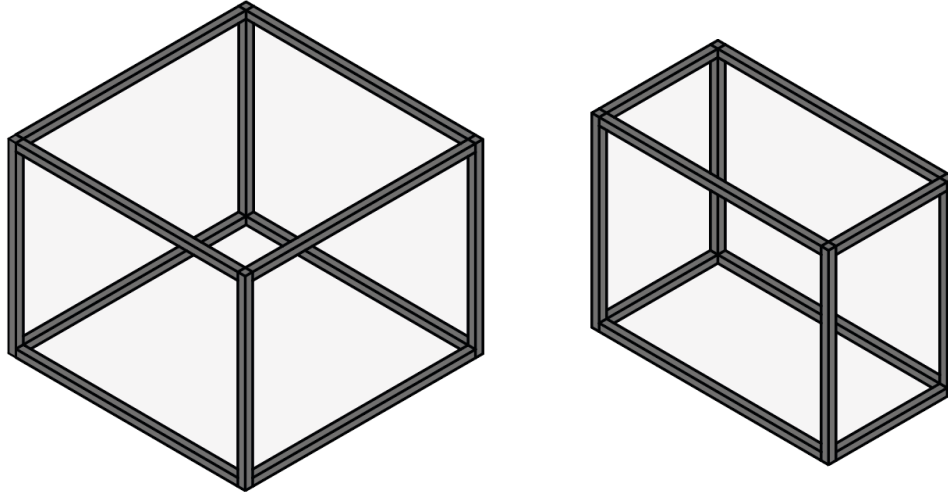
## **5.4 Fase 4**

### **5.4.1 Proceso de creación de módulos**

Para la creación de los módulos base se tomó en cuenta dos de los problemas encontrados en la investigación y es el transporte de materiales y el desperdicio de materiales, por eso se establecieron unas medidas específicas para así evitar el desperdicio y facilitar su transporte a las zonas de difícil acceso.

Se establecen dos módulos base uno de 3m x 3m x 2.5m y otro de 3m x 1.5m x 2.5m.

**Figura 23.** *Modulos base*



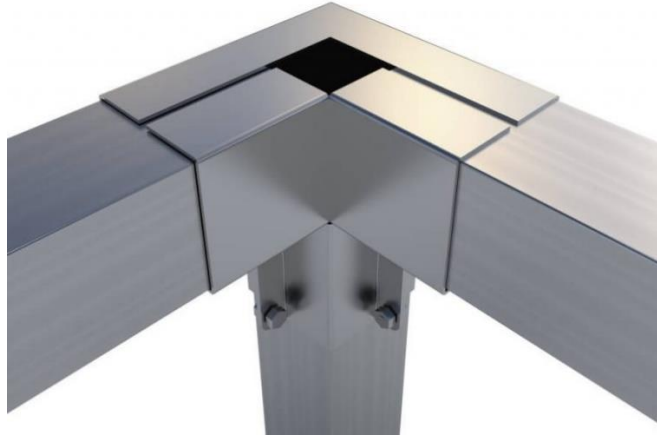
Los perfiles metálicos de los módulos serán ensamblados mediante sistemas de acoples prefabricados para perfilería estructural de 10cm x 10cm.

**Figura 24.** *Ejemplo acople prefabricado*



*Nota.* Pieza de Unión Doble T – Salida Recta – 10x10cm. Tomado de (starmodul.com, 2023).

**Figura 25.** *Ejemplo de acople prefabricado*



Nota. Pieza de Unión Escuadra / Medida del Tubo: 10,00 cm x 10,00 cm Tomado de (starmodul.com, 2023)

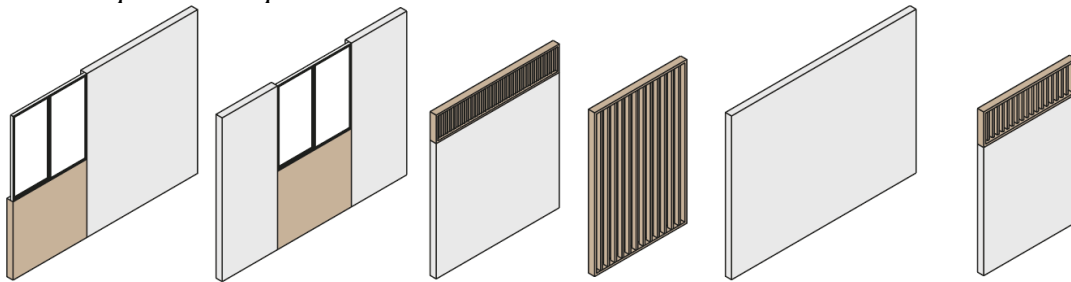
**Figura 26.** *Ejemplo de acople prefabricado*



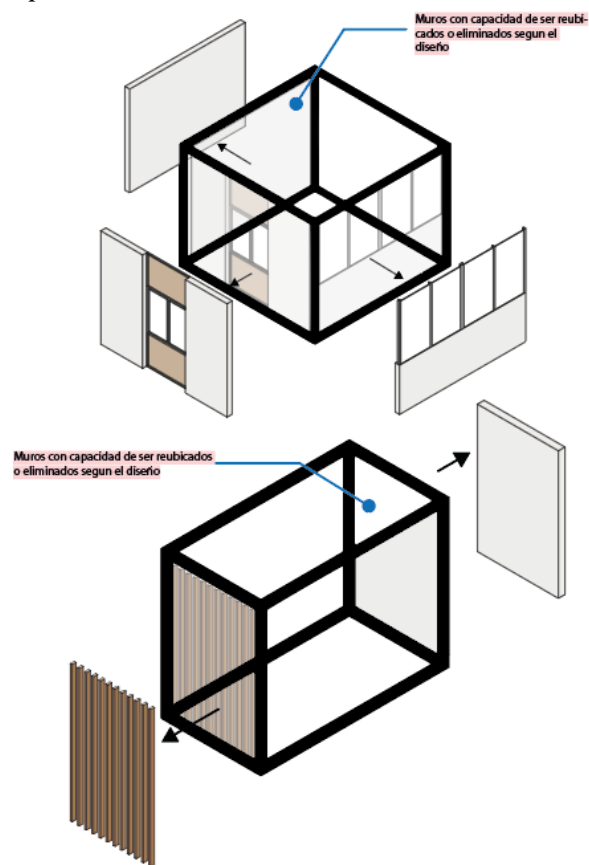
Nota. Pieza de Unión Tipo T – Salida Recta / Medida del Tubo: 10,00 cm x 10,00 cm

#### **5.4.2 Propuesta de tipos de cerramiento**

Para establecer la propuesta de cerramiento se tomaron en cuenta dos aspectos el uso de materiales de fácil y rápida instalación y que los tipos de muros permitan la ventilación cruzada entre los espacios.

**Figura 27.** *Propuesta de tipos de cerramiento*

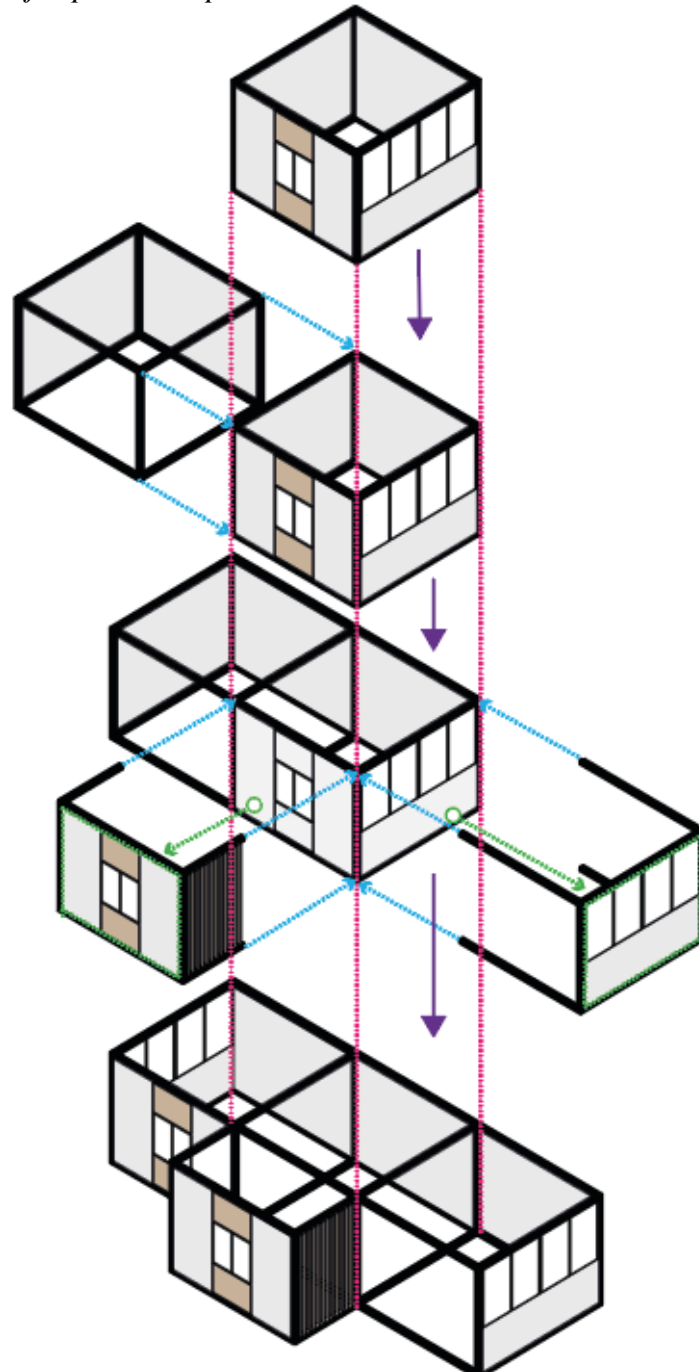
Los tipos de muros son propuestas recomendadas, pero el sistema ofrece la posibilidad de variar en los materiales de estos dependiendo de los requerimientos del usuario. Promoviendo así la apropiación del usuario con el diseño de su vivienda y respetando la arquitectura vernácula que se destaca en las viviendas rurales.

**Figura 28.** *Ejemplo de acoplamiento de muros*

### 5.4.3 Proceso de acoplamiento de módulos y cerramientos

Los módulos poseen la característica de acoplarse de diferentes maneras esto dependerá de la configuración preestablecida y de los requerimientos del usuario.

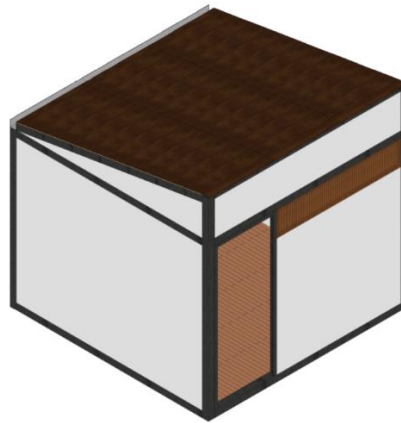
**Figura 29.** Esquema ejemplo de acoplamiento de módulos



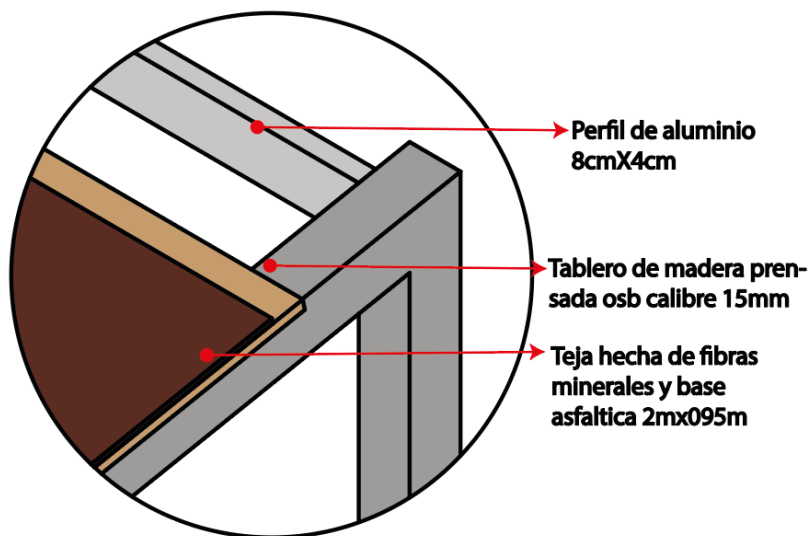
#### 5.4.4 Proceso de armado de cubiertas

Las cubiertas de los módulos están pensadas para irse armando por cada módulo individual, están formadas por dos ángulos base de perfilería metálica de 10cmx10cm y omegas de amarre de 8cmx4cm los cuales son la base en donde ira sobrepuesto un tablero de madera comprimida osb, para posteriormente ser recubierta con tejas asfálticas con fibras minerales que ofrecen propiedades termoacústicas y permiten ser instaladas por hiladas evitando así el desperdicio.

**Figura 30.** *Modulo individual con cubierta*

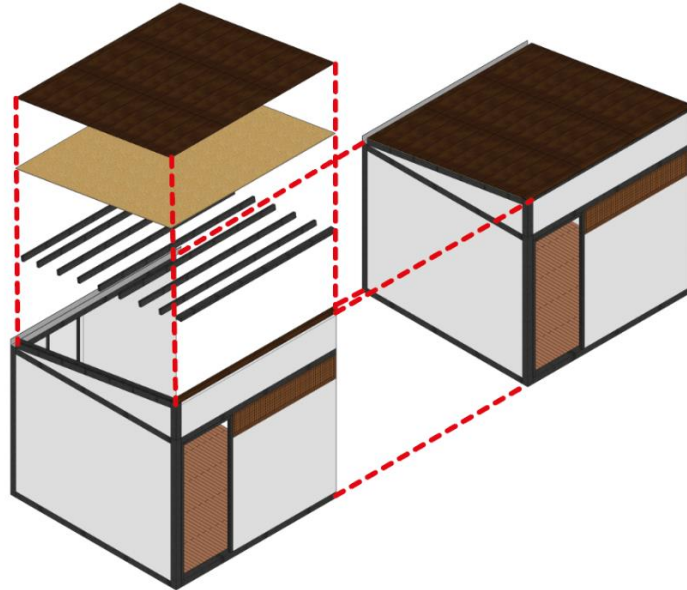


**Figura 31.** *Detalle de cubierta*

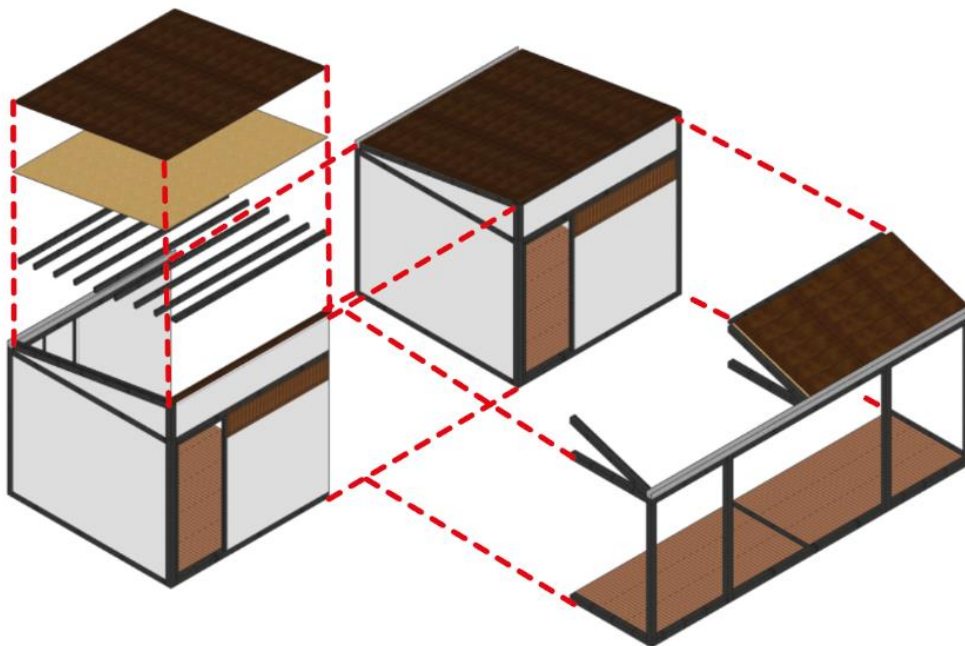


Las cubiertas manejan una cubierta del 20 % debido a que la ficha técnica de las tejas asfálticas recomienda una pendiente mínima del 18 %.

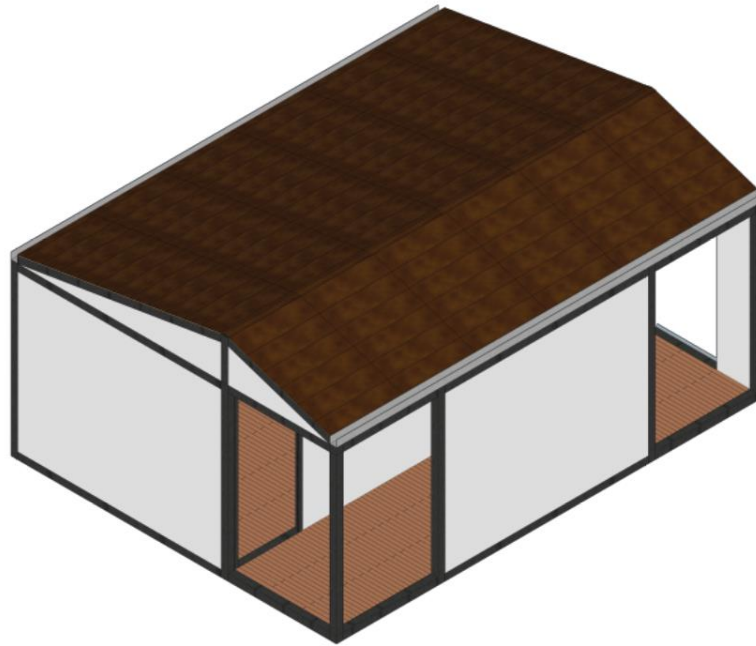
**Figura 32.** Despiece de cubierta y ejemplo de acoplamiento a módulos



**Figura 33.** Despiece de cubierta y acoplamiento de módulos de 3mx3m con módulos de 1.5mx3m.



**Figura 34.** *Ejemplo de conjunto de módulos con cubierta*



#### **5.4.5 Sistema de cimentación**

El sistema de cimentación seleccionado se denomina surefoot, es un sistema de zapatas de acero en seco, es un sistema bastante limpio y ecológico ya que produce una mínima perturbación del sitio de implantación.

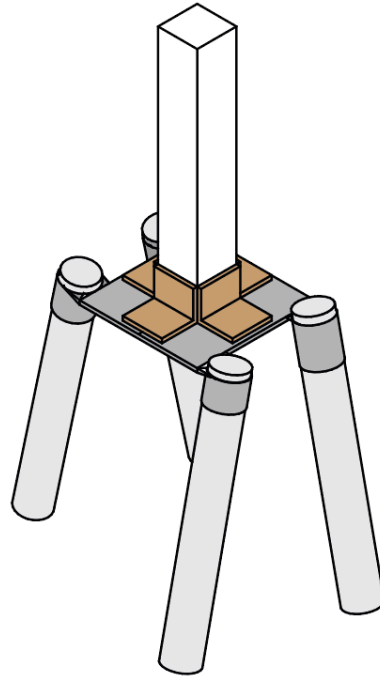
Puede soportar hasta 75 kn y tiene un tiempo medio de instalación de 10 a 15 minutos. Surefoot proporciona capacidad de carga instantánea y se puede construir sobre él una vez que se hayan instalado todos los micropilotes y se haya asentado el encepado del pilote.

Reduce significativamente el tiempo de trabajo, asegurando mayores márgenes de beneficio.

Ideal para obras de construcción con acceso limitado, se puede utilizar en todo tipo de suelos y es perfecto para su uso en obras de construcción remotas y de difícil acceso.

Las zapatas Surefoot pueden ser totalmente reciclables, ya que la tapa del pilote tiene el potencial de reutilizarse.

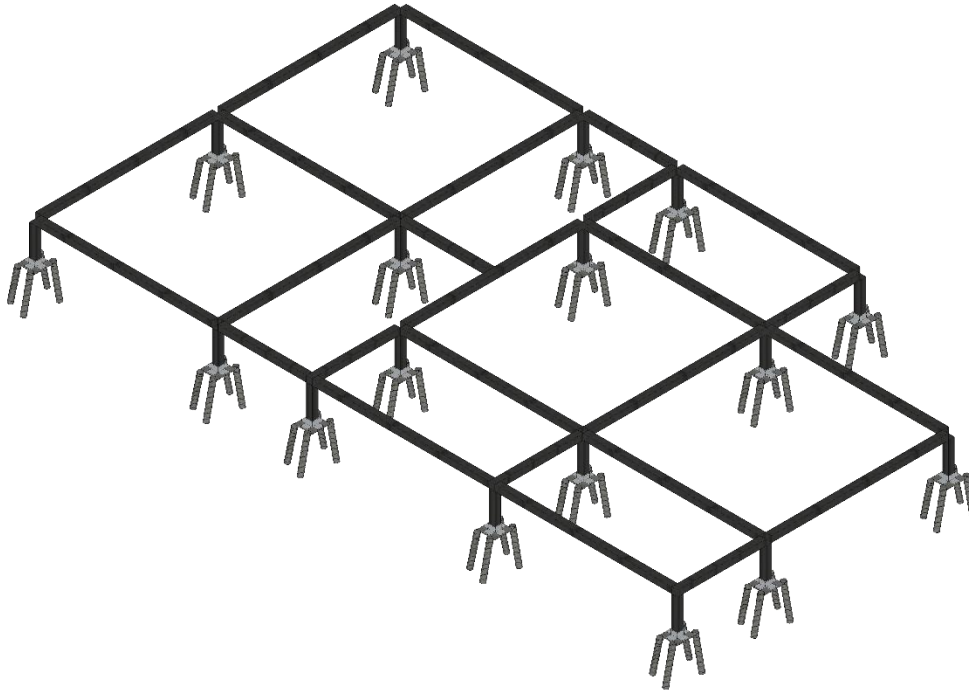
**Figura 35.** *Zapata híbrida metálica*



**Figura 36.** *Ejemplo de zapata en vivienda real*

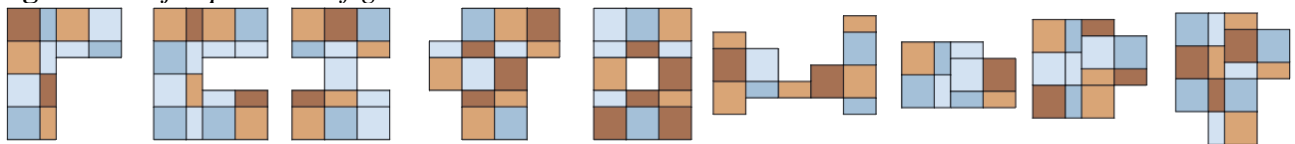


Tomado de ([surefootfootings.com.au](http://surefootfootings.com.au), 2024)

**Figura 37.** *Ejemplo de sistema de cimentación*

#### 5.4.6 Ejemplos de configuraciones espaciales y opciones de crecimiento de los módulos

El sistema modular permite diferentes maneras de adecuar los espacios y múltiples opciones de diseño, estas estarán fijadas dependiendo de los requerimientos del usuario.

**Figura 38.** *Ejemplo de configuraciones modulares*

## 5.5 Fase 5

### 5.5.1 Localización

*Lebrija, Santander.*

Lebrija es un municipio del departamento de Santander (Colombia). Se ubica a 15 Kilómetros de Bucaramanga, capital del departamento, a menos de 3 km del Aeropuerto Internacional Palonegro y se encuentra ubicada a menos de 500 km de la capital del país. Llamada la Capital piñera de Colombia, por ser este producto agrícola el más importante en la economía de este municipio

*Características de la zona escogida.*

Zona andina septentrional. Periodo seco (enero a marzo)- periodo húmedo (abril, mayo, junio, octubre, noviembre y diciembre) – transición julio, agosto y septiembre.

La temperatura del municipio es característica del clima tropical; varía de templada a cálida.

La subdivisión más elemental del clima en el Municipio son los pisos térmicos cuya distribución es la siguiente: piso térmico cálido con una temperatura promedio de 24.5 °C y alturas entre 150 - 1.000 msnm, y térmico templado.

Principales limitantes: Pendientes fuertes, erosión moderada, poca profundidad efectiva, niveles tóxicos en aluminio de cambio y baja fertilidad.

Usos recomendados: En suelos profundos y moderadamente profundos para cultivos permanentes con carácter de semi-bosque como: café, cacao y frutales y densos como: la caña para la producción de panela con siembras en contorno evitando el uso del azadón; o en ganadería con pastos pangola, angletón, elefante con rotación de potreros para evitar el sobrepastoreo. Otra

aptitud es la conservación de la vegetación natural en suelos poco profundos; se requieren prácticas de fertilización y encallamiento.

**Figura 39.** *Imagen referencia de localización del lote*



### 5.5.1.1 Plano de localización

Ver apéndice 1.

5.5.2 Vivienda modular progresiva en fase 1

5.5.2.1 Esquema funcional y organización de espacios.

Figura 40. Esquema funcional fase 1

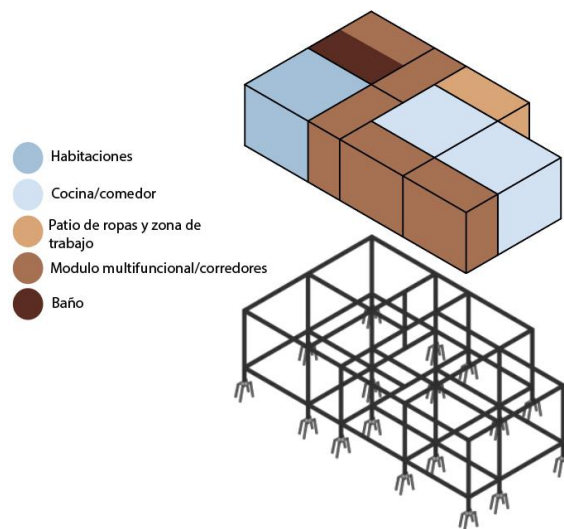
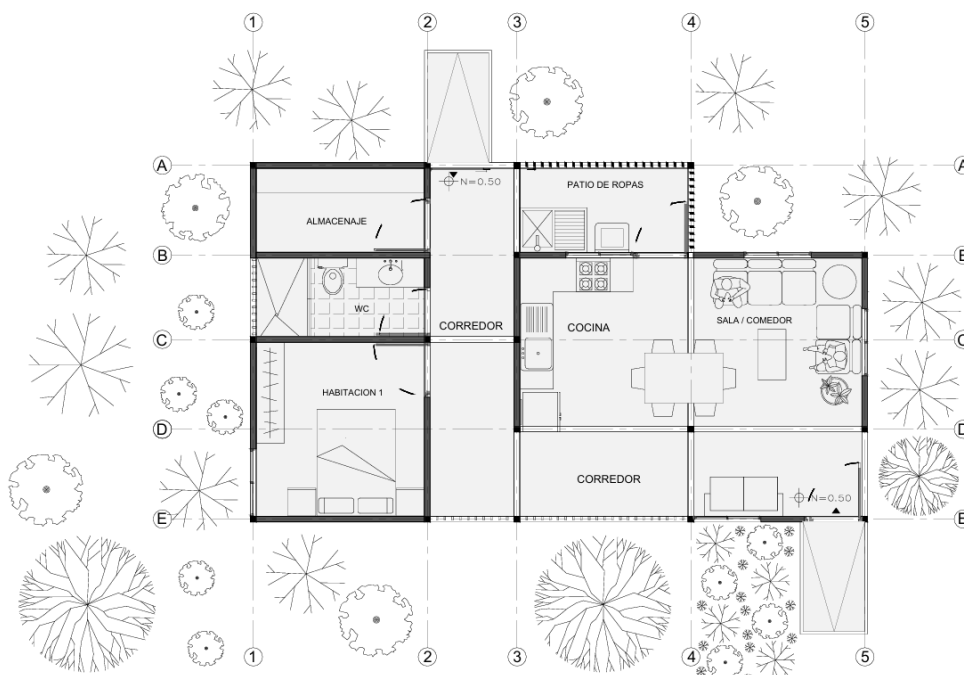
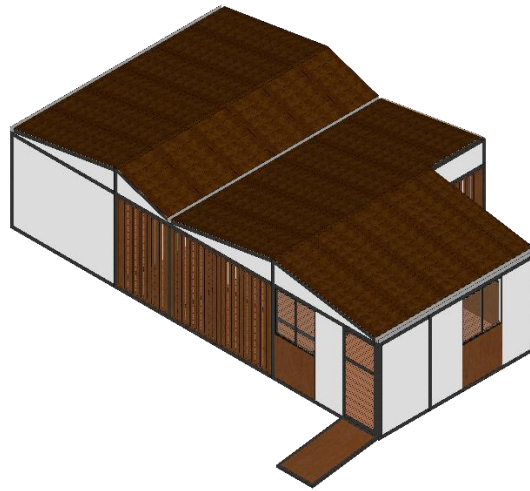


Figura 41. Planta arquitectónica vivienda en fase 1



Nota. Planta arquitectónica de la vivienda diseñada y pensada para el habitar de dos personas. Posee un área de 64 m<sup>2</sup>

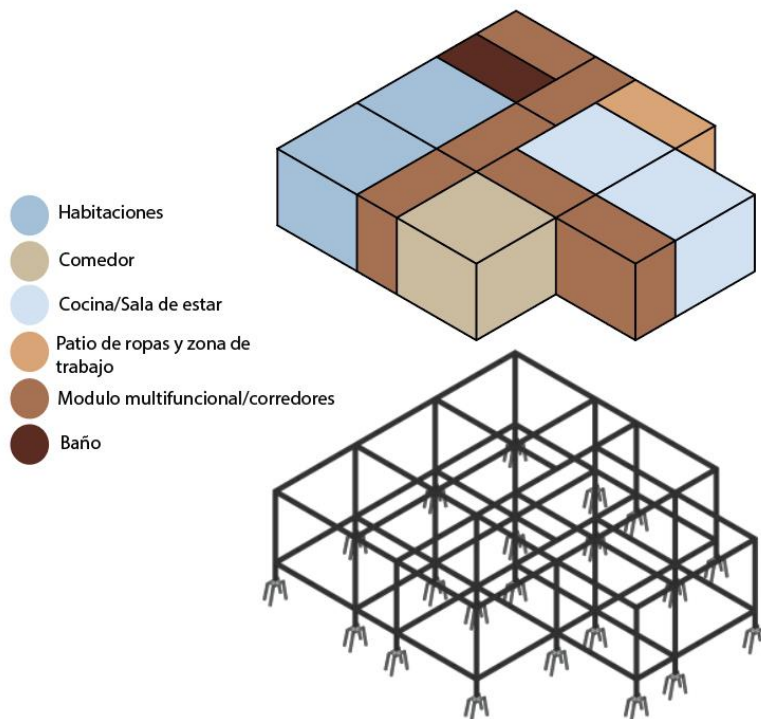
**Figura 42.** *Isométrico vivienda fase 1*

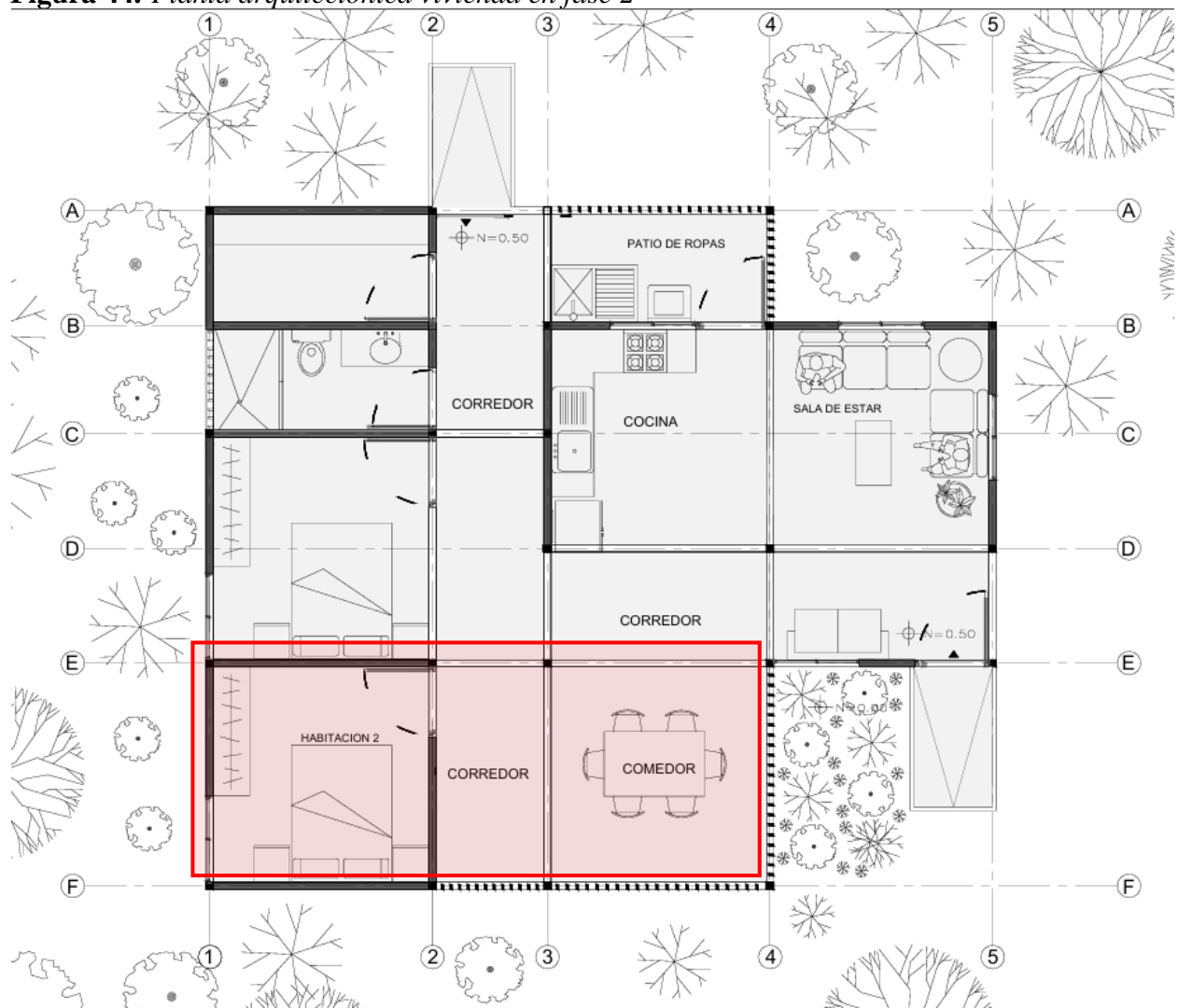


**5.5.3 Vivienda modular progresiva en fase 2**

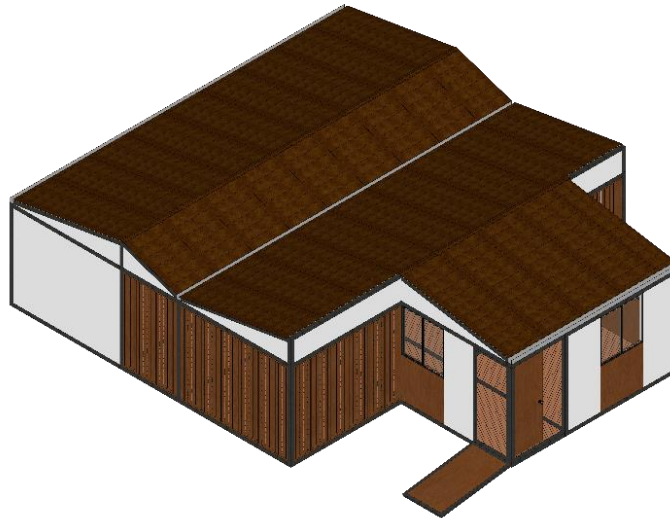
**5.5.3.1 Esquema funcional y organización de espacios**

**Figura 43.** *Esquema funcional fase 2*



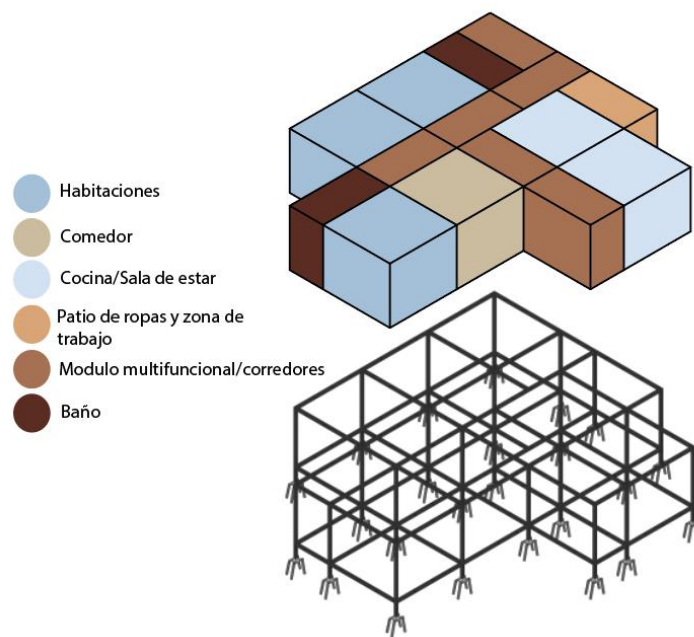
**Figura 44.** Planta arquitectónica vivienda en fase 2

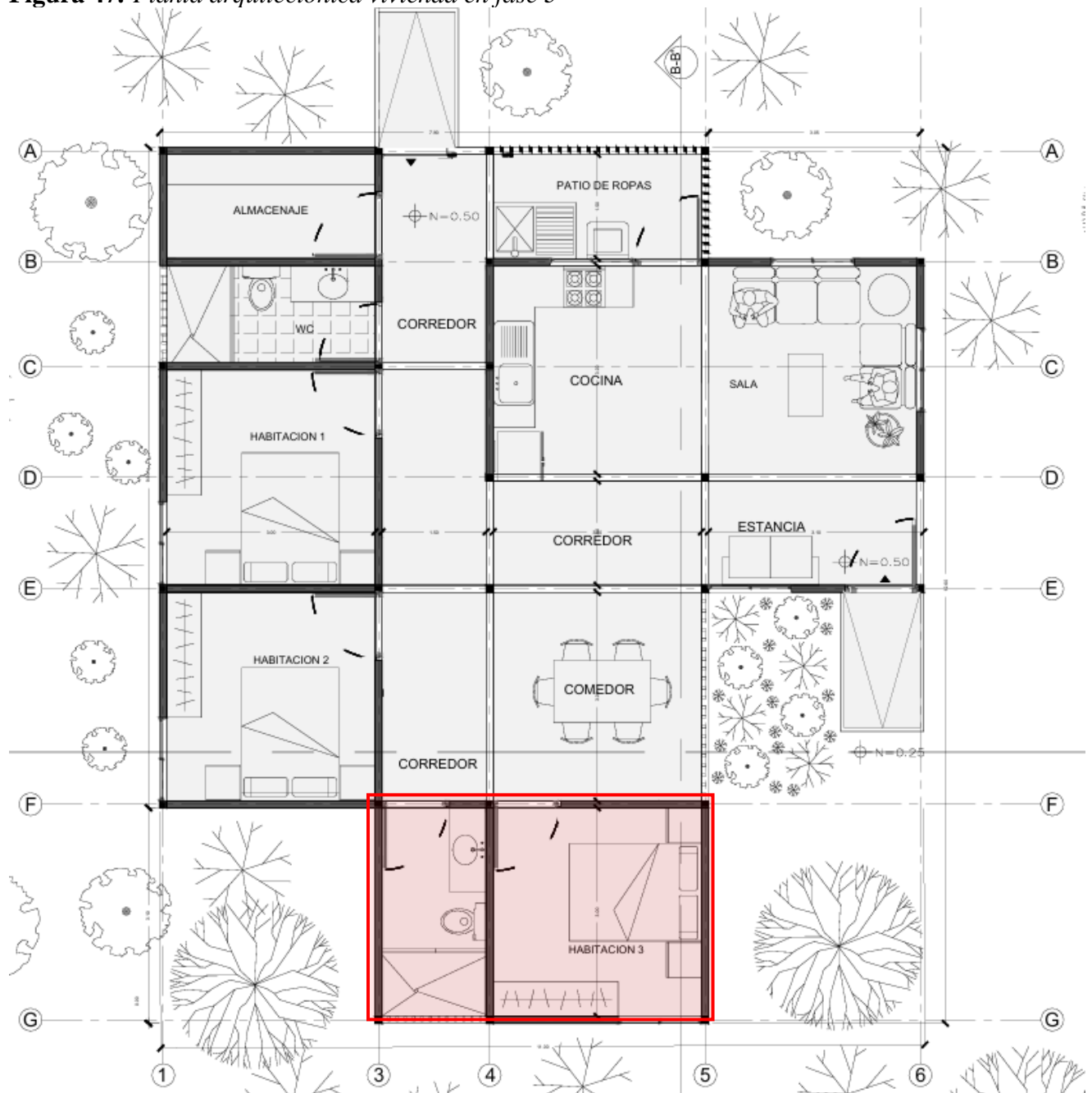
*Nota.* Planta arquitectónica de la vivienda diseñada y pensada para el habitar de 3 a 4 personas. Posee un área de 89 m<sup>2</sup>. La zona sombreada con color rojo es el área agregada en la fase 2.

**Figura 45.** *Isométrico vivienda fase 2*

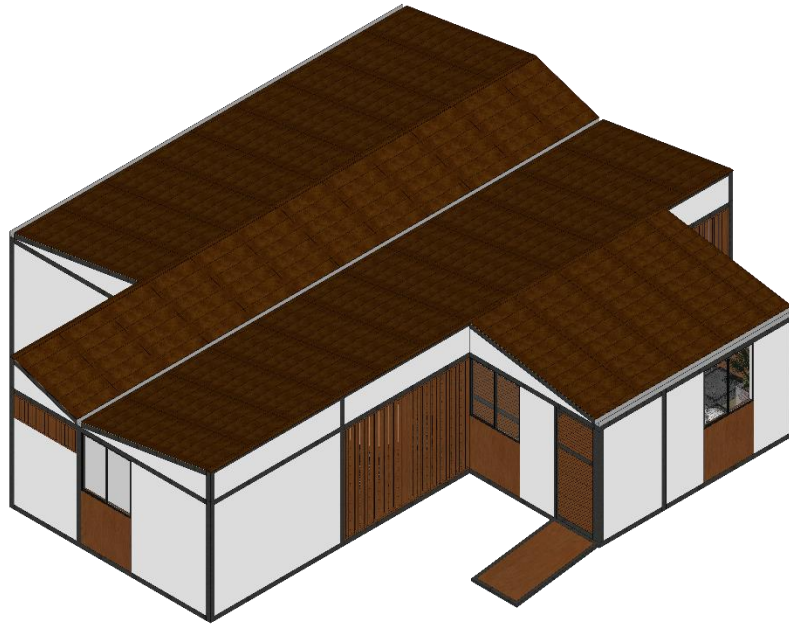
#### 5.5.4 Vivienda modular progresiva en fase 3

##### 5.5.4.1 Esquema funcional y organización de espacios

**Figura 46.** *Esquema funcional fase 3*

**Figura 47.** Planta arquitectónica vivienda en fase 3

*Nota.* Planta arquitectónica de la vivienda diseñada y pensada para el habitar de 4 a 6 personas. Posee un área de 104m<sup>2</sup>. La zona sombreada con color rojo es el área agregada en la fase 3.

**Figura 48.** *Isométrico vivienda fase 3*

### **5.5.5 Resultado final**

Ver apéndices.

## **6 Conclusiones**

En el presente trabajo de grado desarrollado dio como resultado un modelo de vivienda rural modular progresivo, capaz de adaptarse a múltiples entornos y tipos de usuario. Ofreciéndole al usuario una apropiación en el diseño y construcción de su vivienda. Se genera un modelo de vivienda que responde a las problemáticas planteadas y ofrece las soluciones a estas mediante el uso de las estrategias utilizadas y las nuevas tecnologías de construcción.

### Referencias

- Celis, D. F. (2014). Arquitectura bioclimática, conceptos básicos y panorama actual. Boletín CF+S, (14).
- Cordero, Chavarría, Echeverri y Sepúlveda. (2003). Territorios rurales, competitividad y desarrollo. Obtenido de file:///C:/Users/57315/Documents/2-8%20semestre/T%C3%A9cnicas%20de%20investigaci%C3%B3n/cuaderno-tecnico-23%20territorio%20rural.pdf
- Echevarría, M. C. (11 de Febrero de 2017). Archivo:Flor y fruto cafeto.jpg. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Archivo:Flor\\_y\\_fruto\\_cafeto.jpg](https://www.ecured.cu/Archivo:Flor_y_fruto_cafeto.jpg)
- FP Arquitectura. (2019). Obtenido de <https://www.archdaily.co/co/912225/prototipo-de-vivienda-rural-sostenible-y-productiva-en-colombia-por-fp-arquitectura>
- Olmos y Haydeé. (2008). La habitabilidad urbana como condición de calidad de vida. 52. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/948/94814774007.pdf>
- Roberto H. Serrentino, Hernán Molina. (s.f) Arquitectura modular basada en la teoría de polículos. <https://papers.cumincad.org/data/works/att/2ed6.content.pdf>
- Starmodul (s.f) consultado el 2 de marzo de 2024). <https://starmodul.com>
- Sure foot concrete free footing syste (s.f) consultado el 2 de marzo de 2024). <https://surefootfootings.com.au>