

PROTOTIPO DE VIVIENDA MODULAR IMPLEMENTANDO LA GUADUA COMO
SISTEMA CONSTRUCTIVO EN LA ZONA RURAL DE MANIZALES

LAURA ANDREA HERRERA HERNANDEZ

KAREN MAYERLY SANCHEZ PRIETO



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

ARQUITECTURA

BOGOTÁ

**PROTOTIPO DE VIVIENDA MODULAR IMPLEMENTANDO LA GUADUA COMO
SISTEMA CONSTRUCTIVO EN LA ZONA RURAL DE MANIZALES**

Laura Andrea Herrera Hernández

Karen Mayerly Sanchez Prieto

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título como arquitecto

Arquitecto Juan Pablo Paternina Paternina

Director de proyecto de grado



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Universidad La Gran Colombia

Facultad de Arquitectura

Arquitectura

Bogotá

Agradecimientos

Agradecimientos a Dios por permitirme llegar a este punto, infinitas gracias a toda mi familia por apoyarme y acompañarme en este camino, por alentarme a seguir y ser mejor cada día, gracias a mi amiga y compañera de tesis por trabajar juntas hasta el final y a todos los profesores y docentes que hicieron parte de este proyecto. Hoy especialmente se la dedico a mi abuela.

Laura Andrea Herrera Hernández

Hoy doy gracias a dios por permitirme la culminación de mi carrera, han sido muchas las personas que han contribuido para alcanzar esta meta, en primer lugar doy gracias a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional en tan arduo proceso, en segundo a mi amiga y compañera de tesis ya que trabajamos toda la carrera y demostró ser una persona dedicada, atenta y responsable, también a nuestro director de proyecto el Arq. Juan Pablo Paternina por su guía y apoyo profesional para sacar a flote nuestro proyecto, confió en nuestras capacidades y siempre estuvo al tanto de este proceso y por ultimo a cada uno de los tutores que ayudaron con sus aportes para el desarrollo del proyecto.

Karen Mayerly Sánchez Prieto

Tabla de contenido

Resumen.....	11
Abstract.....	12
Glosario.....	13
Introducción	14
1. Justificación.....	15
2. Planteamiento del problema	17
3. Objetivos.....	19
3.1. Objetivo general	19
3.2. Objetivos específicos.....	19
4. Marco teórico.....	20
5. Marco referencial.....	25
6. Marco legal	32
7. Lugar de estudio, zona rural de Manizales	35
7.1. Descripción general del lugar a trabajar.....	35
7.2. Descripción de corregimientos en Manizales.....	37
7.3. Conclusiones por corregimientos con mayor déficit habitacional	45
7.4. Punto de intervención, Vereda Alto Corinto.....	47
8. Guadua como material constructivo	52
8.1. Características, ventajas y cuidados	52

VIVIENDA RURAL EN GUADUA

	5
8.2. Partes de la guadua.....	54
8.2. Usos de la guadua.....	55
9. Vivienda rural	57
9.1. Características generales de la vivienda rural	57
9.2. Prototipo de vivienda del estado	59
10. Prototipo de vivienda rural sostenible en Manizales	61
10.1. Conceptos de diseño.....	61
10.2. Operaciones de diseño.....	64
11. Organigramas del prototipo de vivienda modular	67
12. Exploraciones espaciales del proyecto modular	69
13. Distribución y relación espacial de la vivienda	71
14. Especificaciones de la guadua como material constructivo y su costo en la construcción	77
15. Sistemas renovables dentro del prototipo	84
16. Bioclimática	87
17. Conclusiones	90
18. Bibliografía	92
19. Anexos	94

Lista de figuras

Figura 1. Áreas de guaduales naturales en Colombia	16
Figura 2. Problemática de la vivienda rural	17
Figura 3. Árbol de pensamiento - Marco teórico.....	20
Figura 4. Espacio de la vivienda rural	21
Figura 5. Árbol de pensamiento - Marco referencial.....	25
Figura 6. Características arquitectónicas	26
Figura 7. Tipologías de vivienda rural.....	27
Figura 8. Distribución espacial de la vivienda.....	28
Figura 9. Distribución espacial de la vivienda de bajo coste.....	29
Figura 10. Casa atrevida – perfil.....	30
Figura 11. Conclusiones de análisis árbol de pensamiento teórico y referencial	31
Figura 12. Árbol de pensamiento – Marco legal.....	32
Figura 13. Componentes en una estructura en guadua	34
Figura 14. Localización de Manizales	35
Figura 15. Dinámicas urbanas y rurales.....	36
Figura 16. Caracterización del usuario	36
Figura 17. Vivienda rural.....	37
Figura 18. Corregimientos de Manizales	38
Figura 19. Tipologías de vivienda en L, I y S.....	38
Figura 20. Análisis de vivienda por corregimiento.....	39
Figura 21. El remanso y sus dinámicas.....	39
Figura 22. Tipo de vivienda – El Remanso.....	40

Figura 23. Hogares según número de personas – El Remanso	40
Figura 24. Servicios públicos – El Remanso	40
Figura 25. El Panorama y sus dinámicas	41
Figura 26. Tipo de vivienda – Panorama	42
Figura 27. Hogares según número de personas – Panorama	42
Figura 28. Servicios públicos – Panorama.....	42
Figura 29. El manantial y sus dinámicas	43
Figura 30. Tipo de vivienda – El Manantial	44
Figura 31. Hogares según número de personas – El Manantial.....	44
Figura 32. Servicios públicos – El Manantial.....	44
Figura 33. Localización de la vereda	47
Figura 34. Análisis ecológico	49
Figura 35. Análisis usos del suelo.....	50
Figura 36. Análisis sistema vial.....	51
Figura 37. Características de la guadua	52
Figura 38. Cañuto y medio cañuto de la guadua.....	54
Figura 39. Partes de la guadua	55
Figura 40. Vivienda rural actual	57
Figura 41. Características de la vivienda	59
Figura 42. Esquema de vivienda rural	60
Figura 43. Módulo	61
Figura 44. División del modulo	62
Figura 45. Principios del modulo.....	62

Figura 46. Dimensión del módulo.	63
Figura 47. Espacios modulares	63
Figura 48. Adición lineal, Tipología 1.2-3	64
Figura 49 Operación de duplicación, tipología 1, 2 y 3.....	65
Figura 50. Operación de sustracción, tipología 1,2 y 3.	65
Figura 51. Operación de adición vertical, tipología 3.....	66
Figura 52. Centralidad en tipologías	66
Figura 53. Organigrama general de la vivienda.....	67
Figura 54. Relación usuario-actividades.....	68
Figura 55. Actividad de la vivienda.....	68
Figura 56. Zonificación tipología 1	69
Figura 57. Zonificación tipología 2	70
Figura 58. Zonificación tipología 3	70
Figura 59. Prototipo estándar.....	71
Figura 60. Prototipo de vivienda tipo 1	72
Figura 61. Corte longitudinal tipo 1.....	72
Figura 62. Tipología 2.....	73
Figura 63. Prototipo de vivienda tipo 2	73
Figura 64. Corte transversal tipo 2.....	74
Figura 65. Tipología 3.....	74
Figura 66. Prototipo de vivienda rural tipo 3.....	75
Figura 67. Corte longitudinal tipo 3.....	75
Figura 68. Cimentación.....	77

Figura 69. Uniones entre columnas.	78
Figura 70. Muro en bahareque	79
Figura 71. Despiece del modulo	80
Figura 72. Detalles arquitectónicos.....	81
Figura 73. Comparación de costos.....	82
Figura 74. Materiales para la construcción de una vivienda.....	83
Figura 75. Perfil de recolección aguas lluvias	84
Figura 76. Panel solar	85
Figura 77. Pozo séptico.....	86
Figura 78. Análisis bioclimático, tipología 1	88
Figura 79. Análisis bioclimático, tipología 2.....	88
Figura 80. Análisis bioclimático, tipología 3.....	89

Lista de tablas

Tabla 1. Corregimientos.....	46
Tabla 2. Costo de una vivienda en guadua	82

Resumen

Actualmente, en la zona rural de Manizales se presenta un déficit de vivienda cualitativo de 2199 hogares, según lo expone el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane, 2005), en la cual los habitantes viven en condición de pobreza, con deterioro de sus viviendas y el entorno en que se encuentra, muchas de ellas no están en óptimas condiciones para ser habitadas, ya que no cuentan con un sistema estructural adecuado.

Por consiguiente, el tema de investigación va enfocado en la realización de un proyecto de vivienda sostenible, implementando la guadua en su modulación y conformación espacial en la vivienda rural del municipio de Manizales. Es importante destacar que este es uno de los municipios de mayor producción de guadua, se aprovechará este material natural para el diseño de la vivienda rural, retomando su importancia en el campo de la arquitectura y destacando el patrimonio que tiene esta en el municipio. Teniendo en cuenta que el diseñar una vivienda sostenible, se puede generar una reducción de emisiones del CO₂, ahorro de agua, energía y disminución en el mantenimiento y el precio de una construcción, que contribuyen al desarrollo social y económico siendo así, esta investigación propone un prototipo de vivienda con espacios modulares, que se adapten a la zona rural y que además supla las necesidades básicas del habitante, reduciendo gastos económicos diarios y estableciendo mejores condiciones de vida, también al ser una vivienda sostenible se busca implementar sistemas renovables que ayuden a mitigar el deterioro del medio ambiente.

Palabras claves: vivienda rural, déficit, condiciones de vida, guadua, prototipo, modulación, sostenibilidad.

Abstract

Currently, in the rural zone of Manizales is showing a qualitative dwelling deficit of 2199 homes, according it exposes the National Administrative Department of Statistics (DANE, 2005) Which people lives in poorness condition, with spoilage in their homes and the environment what they locate, most of them are not in optimal conditions to be inhabited, now they are not counting with an appropriate structure system.

Therefore, the research theme goes focused in the making of a sustainable dwelling, implementing the guadua in the space modeling and conformation in the rural dwelling from the township of Manizales. Is important to spotlight that is one of the townships of most guadua production, it will approach this natural material for the rural dwelling design, returning its importance in the architecture area and standing out the heritage what has in the township. Making count the design of a sustainable dwelling can generate a reduction of CO2 emission, water savings, energy and maintenance diminution and the construction price, what contributes in the social and economic development being like that, this investigation purposes a dwelling prototype with modular spaces, what adapts the rural zone and besides supplies the dweller basic needs, reducing diary economic spending and establishing better life conditions, Also to be a sustainable dwelling searches renewable systems that help to ease the environment spoilage.

Keywords: Rural dwelling, life conditions, guadua, prototype, modulation, sustainability

Glosario

Calidad: modos en que la persona desarrollan su existencia, enmarcadas por particularidades individuales.

Déficit: carencia de aspectos necesarios para una buena calidad residencial, este término se relaciona con dos aspectos fundamentales: primero con la cantidad de espacios o expansión de las viviendas y el segundo a la calidad de estas.

Guadua: especie de planta de crecimiento rápido, con más de 500 especies conocidas, se caracteriza por ser el acero natural, utilizado en la construcción.

Modulación: se define módulo como una unidad constructiva, una pieza que se repiten para hacerla más sencilla, regular y económica.

Prototipo: tipo de modelo que sirve como representación o simulación del producto final y que permite verificar el diseño y confirmar que cuenta con las características planteadas.

Sostenibilidad: se entiende como aquella que satisface las necesidades de sus ocupantes, utilizando estrategias arquitectónicas con el fin de optimizar los recursos y materiales.

Vivienda: unidad que acoge a un grupo familiar, con un sistema integrado al terreno, la infraestructura y a los servicios básicos que requiere el ser humano.

Introducción

Actualmente Colombia presenta un gran deficiencia en la vivienda rural, este tipo de asentamiento se presenta desde las culturas prehispánicas que habitaron en las zonas no urbanas del país tras la llegada de los españoles, por otro lado, a causa de las guerras por parte de los grupos armados, las personas se veían obligadas a migrar por diferentes partes rurales, alojándose en el primer sitio donde se sintieran seguras.

Hoy en día, la situación económica (pobreza) y cultural de sus pobladores, no les permite tener una vivienda digna, sus viviendas incluyen problemáticas como lo son la carencia de servicios públicos, la infraestructura y los materiales con que las unidades habitacionales están construidas ponen en riesgo la vida de sus ocupantes, en donde también es importante destacar el elevado costo de los materiales de construcción que no son asequibles para ellos.

Por otra parte, la guadua desde siglos atrás ha sido un material vegetal usado por grandes arquitectos, constructores y urbanistas, que han impulsado el uso de este, ya que lamentablemente se ha dejado de utilizar y ha sido cambiado por técnicas costosas e inapropiadas, que muchas veces afectan el medio ambiente, por esta razón se quiere pretende potenciar el uso de este material en el diseño del proyecto.

Para finalizar, este proyecto se articula a la línea de investigación de Diseño y Gestión Social del Territorio, ya que la propuesta va ligada al diseño de la vivienda rural de Manizales, en la implementación y mejora de estas usando materiales de bajo costo, que sean amigables con el medio ambiente. Seguido a esto, se desarrolló una investigación descriptiva, ya que analiza características de fenómenos, elementos y posibles problemas de estudio para determinar su naturaleza, en este caso el tema es la vivienda rural con un componente adicional que es la guadua.

1. Justificación

Según el Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (RIMISP) Colombia cuenta con 11.838.032 personas, que habitan en las zonas rurales, siendo el equivalente al 26% del total de la población nacional, el 62,1% de ellos, es decir, 7.351.418 habitantes, vive en condición de pobreza con deterioro en las viviendas y en el entorno, por otra parte los servicios públicos y sociales son mínimos en esta área del país, sus viviendas no están en óptimas condiciones para ser habitadas ya que no cuentan con un sistema estructural adecuado, la zona rural no cuentan con una residencia digna, es decir su aspecto y su estructura no se encuentran en las mejores condiciones, los tradicionales y nuevos materiales que existen en la construcción, para los habitantes de bajos recursos económicos de esta zona no son asequibles, razón por la cual se ven obligados a utilizar materiales no constructivos en sus viviendas; por otro lado el no aprovechamiento de materiales resistentes de origen natural que se producen en el departamento para la construcción de sus viviendas se ha dejado a un lado debido al no conocimiento de los beneficios sostenibles que estos traen consigo.

La naturaleza brinda gran cantidad de elementos constructivos de origen natural, uno de los materiales de gran potencial para el uso de la construcción de una vivienda es la guadua, ya que es un material natural de rápida siembra y producción, en su utilización se desarrolla una tecnología limpia y eficiente, posee una viabilidad constructiva que se estipula en la norma sismo resistente del país nsr-10, Título G, que establece requisitos de diseño estructural para edificaciones en madera (guadua).

Es necesario entonces, una propuesta de vivienda que desde el diseño arquitectónico, aproveche el material (guadua) y permita generar una solución a la problemática actual de déficit

de vivienda que se presenta en la zona rural de Manizales, al implementar una vivienda sustentable trae consigo beneficios que hacen que sea amigable con el medio ambiente y mitigan el deterioro de la naturaleza; la guadua además de ser un material de bajo costo en el mercado y de fácil crecimiento biológico destacando su crecimiento en el departamento de Caldas como se evidencia en la Figura 1, también se caracteriza por la reducción de gastos al ser este natural, con el uso de este material se disminuye la contaminación (suelo, aire y agua).

Departamento	Área natural (Ha)	Área Plantada (Ha)	Total área en (Ha)
Caldas	5.875	320	6.195
Quindío	7.708	640	8.348
Risaralda	3.515	615	4.130
Tolima	2.895	1.326	4.221
Valle del Cauca	6.992	1.400	8.392
Subtotal eje cafetero	26.985	4.301	31.286
Cundinamarca	378	228	606
Antioquia	489		489
Putumayo y Caquetá	2.000		2.000
Cauca	1.500	300	1.800
Subtotal otros departamentos	4.367	528	4.895
Total país	31.352	4.829	36.181

Figura 1. Áreas de guaduales naturales en Colombia
Muestra las diferentes áreas de producción de guadua en Colombia.

2. Planteamiento del problema

Diagnóstico del problema

La zona rural de Colombia, hoy en día presenta una gran deficiencia en el ámbito de vivienda, según el DANE (2005), el déficit de vivienda rural alcanza a los 14.500 unidades en el municipio de Manizales, de las cuales 2.199 de ellas se encuentran en malas condiciones en cuanto a la cobertura de servicios públicos básicos como lo son el agua potable y la energía en la zona, las infraestructuras que presentan estas genera inseguridad y mala calidad de vida con respecto al sistema constructivo en que están fabricadas, ya que por ser una población vulnerable y no tener suficientes ingresos económicos, construyen sus viviendas con materiales poco resistentes poniendo en riesgo su vida.

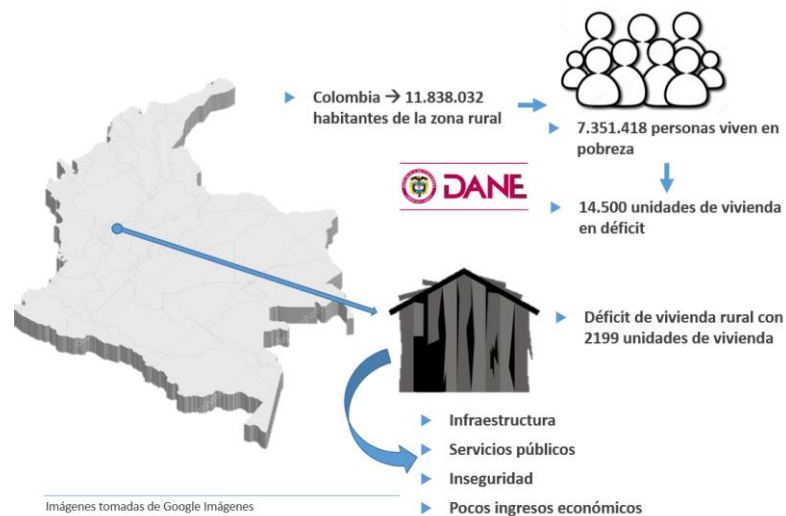


Figura 2. Problemática de la vivienda rural
Muestra a nivel nacional y local el déficit de vivienda rural en Colombia. Elaboración propia

Con referencia a esto, Londoño afirma que en la actualidad con la innovación e implementación de nuevos materiales de construcción para nuevas edificaciones, los materiales constructivos naturales ha pasado a un segundo plano perdiendo su valor artesanal y de belleza

natural para zonas rurales del país, dejando de lado características y especificaciones relevantes como lo es con la guadua: Ser una planta de rápido crecimiento, y condiciones únicas de sostenibilidad, gran versatilidad, liviandad, resistencia, flexibilidad, y facilidad de manejo, beneficios económicos, sociales y medio ambientales. (2012, pág., 24)

En Colombia está presente la Guadua Angustifolia, la cual se ha categorizado como el acero vegetal, pero dentro del país no se le ha dado el reconocimiento que merece como elemento constructivo, no se emplea en el diseño de vivienda porque desconocen el alcance estético y estructural del material, prefiriendo materiales tradicionales y otros no estructurales en la construcción de sus viviendas.

Siendo la guadua un material pionero, destacado por su belleza artesanal en el paisaje cultural de Manizales, esta investigación quiere dar a conocer la propuesta de reintegración de esté en el campo de la arquitectura, enmarcando su trascendencia en la construcción, se quiere implementar el diseño de viviendas sostenibles, es decir que estas serán diseñadas con tal fin de minimizar gastos al habitante, además que incluya sistemas sustentables con respecto al acceso de agua potable y energía, disminuyendo el impacto ambiental y rescatando los aspectos tradicionales de la vivienda rural actual.

Pregunta problema

¿Cómo el diseño de un prototipo modular, de bajo costo y de fácil ensamblaje que aproveche los materiales naturales (guadua) puede dar un nuevo lenguaje arquitectónico a la vivienda rural de Manizales?

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Diseñar un prototipo de vivienda, a partir de modulaciones espaciales implementando la guadua como elemento constructivo, con el fin de destacar la importancia de este material, mostrando un nuevo lenguaje arquitectónico en la vivienda rural de Manizales.

3.2. Objetivos específicos

- Analizar las condiciones actuales de la vivienda rural, mediante las tipologías presentes en la región, determinando las características para su habitabilidad y acceso económico.
- Integrar diferentes aspectos tradicionales de la vivienda rural, con el fin de crear confort al ocupante, destacando el patrimonio presente vivienda rural de la zona.
- Desarrollar un presupuesto de costos para la construcción en guadua de un prototipo, con el fin de evidenciar la economía que brinda este material.
- Implementar diferentes clases de uniones con la guadua ya existentes, para generar un prototipo de fácil ensamblaje, con base en la norma sismo resistente, NSR-10, título E, casas de uno y dos pisos y título G.
- Proponer un módulo adaptable a la vivienda, teniendo en cuenta la implementación bioclimática dentro de esta, con el fin de que sea sostenible y de bajo costo para el habitante.

4. Marco teórico

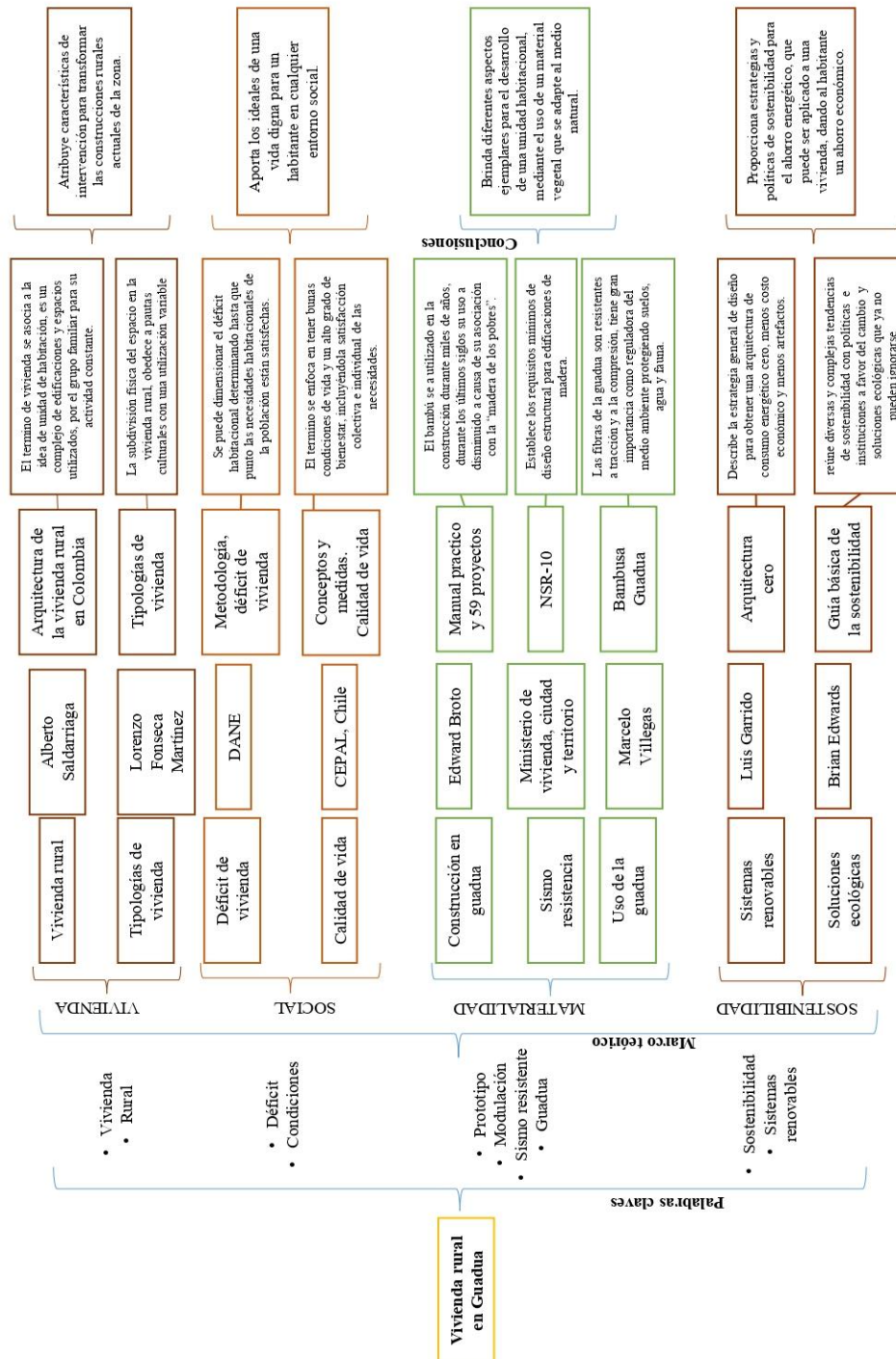


Figura 3. Árbol de pensamiento - Marco teórico. Muestra los diferentes conceptos y teorías para el desarrollo de la investigación. Elaboración propia.

Dentro del marco teórico a desarrollar se encuentran establecidos diferentes teorías y referentes de los conceptos de vivienda, social, de materialidad y de sostenibilidad que van enfocados al diseño de un prototipo de vivienda en el Municipio de Manizales, siendo este el tema principal de investigación, los siguientes autores afirman:

Saldarriaga y Fonseca indagan que la vivienda se entiende como

La idea de unidad de habitación es un complejo de edificaciones y espacios utilizados por el grupo familiar para su actividad constante, que consta de espacios como lo son el dormitorio, la cocina, baño, sala, un depósito de la producción de predio, espacio de trabajo y espacios exteriores. (1980, pág. 19).

En esta parte los autores explican que la vivienda además de ser de uso doméstico, también se vincula con el desarrollo de actividades que benefician a sus ocupantes, como se puede observar en la Figura 4, es decir que se puede establecer como un lugar de trabajo.

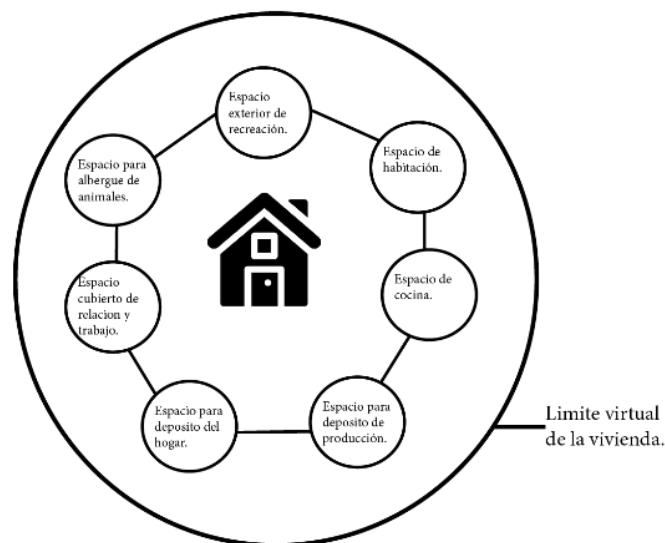


Figura 4. Espacio de la vivienda rural
Muestra los diferentes espacios de una vivienda rural en Colombia. Alberto Saldarriaga y Lorenzo Fonseca de 1980.

Dentro del área de estudio que es la zona rural de Manizales, La Alcaldía de Manizales, en el boletín estadístico, determinó que este municipio tiene una extensión de 38.012,49 hectáreas. Cuenta con 7 corregimientos y 63 veredas, actualmente Manizales cuenta con 6619 hogares en la zona rural del municipio, de las cuales 2199 unidades de estas cuentan con un déficit cualitativo de sus viviendas, es decir, que presentan deficiencias estructurales, estado del piso de cada vivienda, con espacios de hacinamiento como la cocina y carecen de la prestación de servicios públicos domiciliarios en sus viviendas. Además, teniendo en cuenta la relación entre la tecnología y la construcción de la vivienda rural, esta se ve influenciada y deficiente por el acceso a cada uno de los predios rurales, también por la disponibilidad de recursos para el desplazamiento de materiales y mano de obra dentro de la zona rural. (2017).

Adicionalmente, según el DANE, las condiciones de vida van muy relacionadas con la calidad de vida de una persona que no posee un espacio digno para su vida diaria, este término va enfocado a las condiciones y bienestar que debe tener cualquier persona, que a su vez satisface cada una de sus necesidades básicas. Este tema también incluye los ingresos, gastos, la salud, la propiedad de cada uno de sus bienes y con qué servicios públicos cuenta el habitante. Las principales problemáticas que se evidencian en las malas condiciones de vida son el no vivir una vida sostenible y digna. Cualquier habitante cual sea su condición debe tener una buena calidad de vida y esto empieza por tener un buen hogar para vivir a diario. (2017).

Por otro lado, en el tema de la materialidad en este caso de la Guadua Arango lo define como el elemento más importante de la cultura cafetera; es el paisaje, el material de construcción, el acueducto; es el puente sobre la quebrada...el artefacto que a través de múltiples usos acompaña el entorno y la vida cotidiana del viejo Caldas. Este material tiene una gran importancia como reguladora del medio ambiente, ayudando a proteger suelos, agua y fauna del

entorno natural, en donde la altura promedio llega a los 18m con un diámetro de 10cm a 18cm. La guadua es hueca, es recta, es gruesa, es abundante y de rápido crecimiento, estas son algunas de las características que hacen de la guadua un elemento natural importante en la arquitectura. De este material natural se exponen las principales características de la guadua, desde su cosecha, los cuidados, la preservación y las propiedades que tiene este material, adicionalmente se tiene en cuenta el sistema constructivo, desde la cimentación hasta las uniones que puede tener la guadua. (2001).

Al ser Manizales uno de los principales productores de la guadua, se destacan diferentes procesos constructivos, uno es el sistema constructivo de bahareque en cementado contemporáneo, que requiere de desarrollo de uniones madera, guadua, platinas (tipo Simpson), ensambles, amarres naturales; es utilizado en lo urbano al igual que en la zona rural. Además de ser un material propio del municipio, este brinda grandes ventajas en la construcción como lo son: la sostenibilidad cultural en cuanto a su tradición constructiva y la sostenibilidad ambiental en cuanto a que es un material de uso renovable y que se adapta a la naturaleza, también es más liviano, ideal para suelos volcánicos de ladera, es eficiente como sistema constructivo sismo resistente según la NSR-10 Título G, es más económico y tiene bajo riesgo de colapso, ya que se le han aplicado pruebas de laboratorio sobre modelos constructivos reales.

Otro de los temas importantes, según Garrido es la implementación de sistemas renovables o energía renovable, que ayudaran a la vivienda a ser sostenible y ahorrar gastos diarios a cada uno de sus ocupantes; estos sistemas se pueden entender como aquellos que permiten reducir la demanda energética de la vivienda, disminuyendo el uso de estas como lo es en el uso de paneles solare, que brindan la obtención de energía mediante los rayos solares, también se puede destacar la iluminación natural hacia el interior de la vivienda y por último el

aprovechamiento de las aguas lluvias mediante un sistema de recolección de estas aguas que se usaran en servicios sanitarios y de lavado dentro de la unidad habitacional. (2014).

Para concluir, el tema de la vivienda rural no es bien visto hoy en día, muchas veces el ocupante no cuenta con espacios óptimos para el desarrollo de sus actividades diarias, además los aspectos bioclimáticos hacen que la vivienda tenga condiciones óptimas de habitabilidad con un menor consumo energético, teniendo en cuenta la orientación de la construcción, el terreno y la naturaleza que lo rodea, lo que busca esta investigación es reconocer el material y las ventajas que este trae consigo, es importante destacar que hoy en día no es muy bien usado ya que las personas desconocen su uso, las ventajas que trae consigo este material, la relación inmediata con su entorno natural y mantener activa los aspectos tradicionales de la vivienda rural, para que esta continúe siendo patrimonio cultural de Colombia.

5. Marco referencial

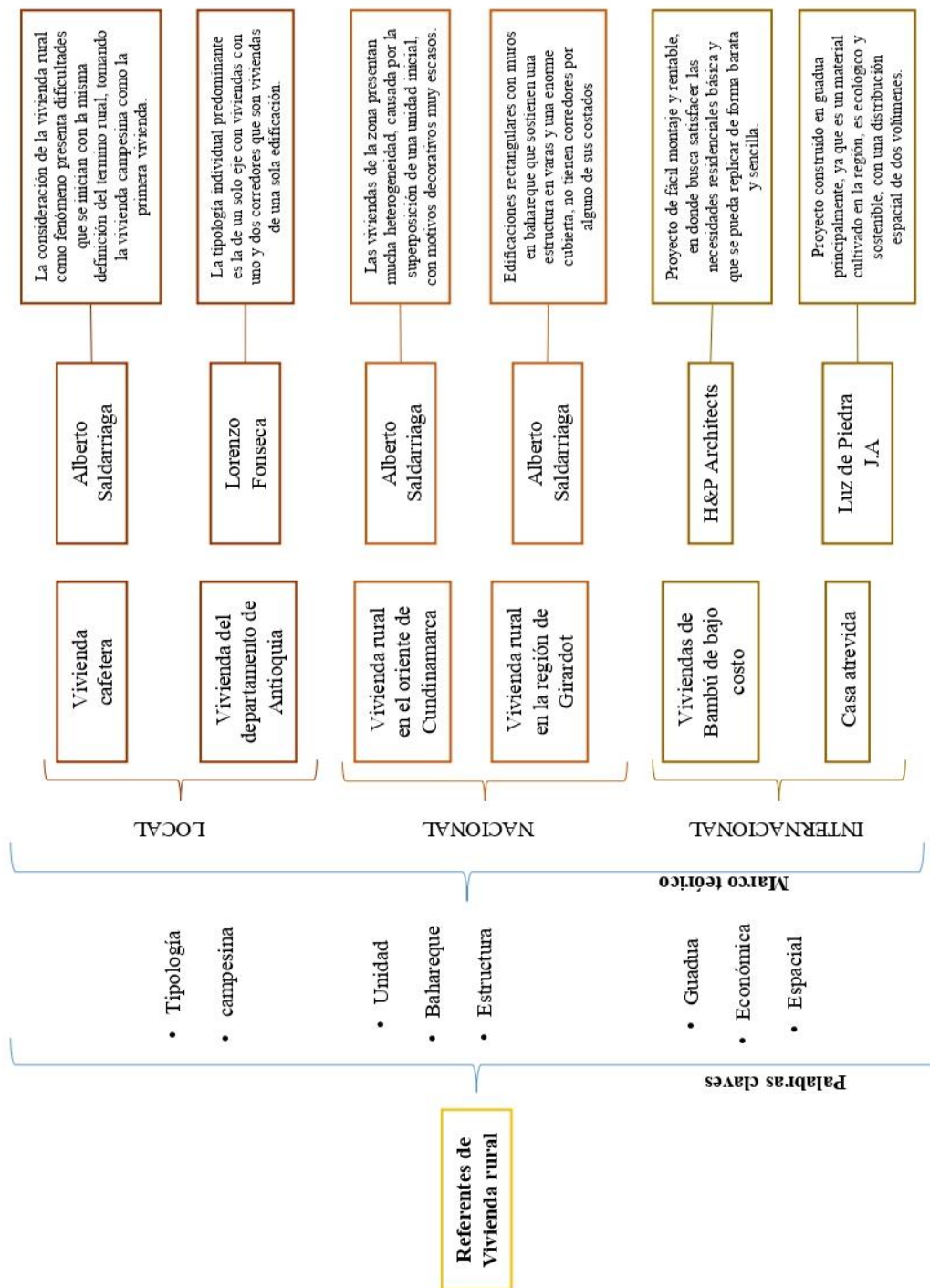


Figura 5. Árbol de pensamiento - Marco referencial. Muestra diferentes tipologías de vivienda rural a nivel local, nacional e internacional. Elaboración propia.

Dentro de los referentes analizados a nivel local, nacional e internacional encontramos los siguientes, que se destacan por su materialidad, espacialidad y tipología de viviendas que se presentan en cada entorno.

Referente de diseño

La arquitectura de la vivienda rural en Colombia

Saldarriaga afirma que dentro del eje cafetero se establecen diferentes tipologías organizativas de la vivienda rural que se encuentra actualmente en el municipio, que incluye el número de edificaciones y a su vez el número de espacios, también características formales que dan relación a su contorno, a su planimetría y a su volumetría, por otro lado la diferente combinación de materiales en su cimiento, estructura portante, cerramientos, acabados, entre otros, que se ven relacionadas a un conjunto cultural. (1980).

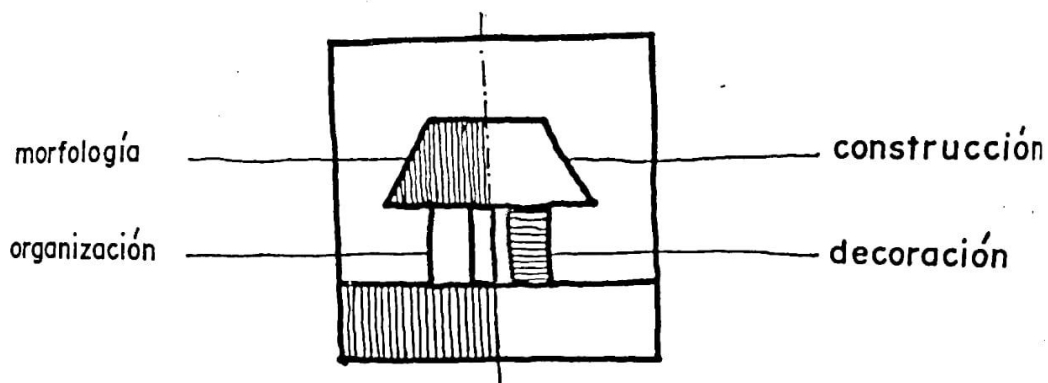


Figura 6. Características arquitectónicas
Muestra las características de imagen más relevantes de la vivienda rural. Alberto Saldarriaga y Lorenzo Fonseca de 1980.

Las viviendas rurales son aisladas, no comparten ni tiene ningún muro en común como se evidencia en las viviendas urbanas, la tipología básica de la vivienda rural corresponde rectángulo sin cerramiento (tipología 1.1), otra tipología es la de en uno o varios de sus lados

(tipología 1.2 a la 1.5) y por último la tipología de vivienda con un amplio espacio central cubierto o descubierto, cada una de estas tipologías se pueden evidenciar en la Figura 7.

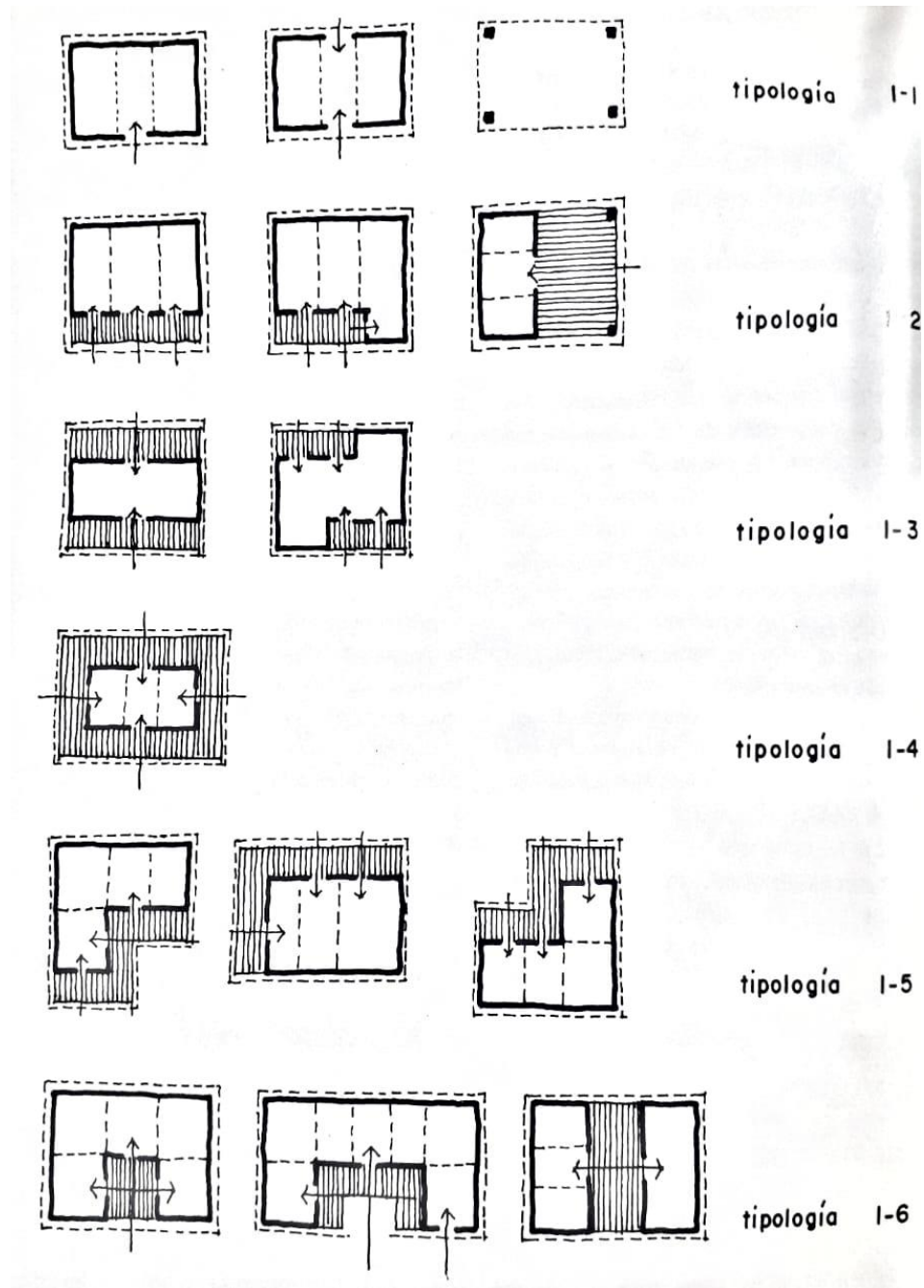


Figura 7. Tipologías de vivienda rural
Muestra cada una de las tipologías y distribución de espacios en la vivienda rural. Alberto Saldarriaga y Lorenzo Fonseca de 1980.

Como conclusión la vivienda rural se ha visto muy presente en el país, cada una de sus tipologías y materiales son representativos del lugar donde se acentúan, en este caso Manizales con la guadua, con otras zonas y regiones cálidas en las cuales se distingue la unidad habitacional rural que se enmarca sobre un eje y por la continuidad y distribución de cada uno de sus espacios. También se destaca que este tipo de vivienda es un complejo habitacional individual con varios usos complementarios que se integran a esta.

Referente de construcción

Viviendas en bambú de bajo coste

Broto expone un proyecto de viviendas de bajo costo situadas en una región afectada por las inundaciones en Vietnam. El objetivo del proyecto era diseñar un prototipo de vivienda que, tras su repetición, su construcción fuera sencilla y económica, que satisficiera las necesidades residenciales básicas. Los módulos habitacionales están fabricados en bambú y otra mínima cantidad de materiales, la estructura anclada y sólidamente armada es lo suficientemente fuerte y segura para flotar en inundaciones. El espacio interior de la construcción está diseñado para usos diversos y flexibles, que incluyen vivienda, educación, salud y actividades comunitarias, y permite la ampliación del espacio a medida que surja la necesidad.



Figura 8. Distribución espacial de la vivienda
Muestra la distribución espacial de la vivienda. Manual Práctico y 59 proyectos, 2014.



Figura 9. Distribución espacial de la vivienda de bajo coste
Muestra una vista 3D de cada uno de los espacios interiores de la vivienda. Manual Práctico y 59 proyectos, 2014.

Para concluir, lo que el diseño busca es aprovechar la naturaleza y mantener sano el entorno natural es una de las principales ideas que muestra este proyecto, también el implementado la guadua como material constructivo en cada una de las viviendas, además de ser una forma sencilla y barata, y además reúne diferentes usos que complementan la unidad habitacional, con elementos de sostenibilidad que busca un ahorro energético para sus ocupantes.

Referente de materialidad

Casa atrevida

Luz de Piedra Arquitectos crea un proyecto quería evitar la tala de los árboles existentes y los materiales de construcción son todos orgánicos y naturales: la estructura principal está hecha de Guadua, este material es resistente a los terremotos y le da a la casa un toque especial. Se eligió este tipo de bambú como material principal de construcción porque que se cultiva en la región, es ecológico y sostenible y se necesitan menos de 10 años para que la planta alcance la

madurez. La vivienda está ubicada un metro por encima del suelo, lo que ayuda a evitar que la humedad suba y permite que las aguas pluviales corran por debajo.

El proyecto consiste en dos volúmenes de dos niveles cada uno, conectados por un pasillo que corre a lo largo de toda la extensión de los edificios y que está abierto a las vistas del paisaje. La casa no está conectada a la red eléctrica y por ello se han instalado sistemas fotovoltaicos para generar energía para la casa y la piscina. Hay calentadores solares de agua, sin embargo, el aire acondicionado es prácticamente innecesario gracias a la sombra proporcionada por las grandes cubiertas y la ventilación cruzada, que aprovecha al máximo la brisa marina.

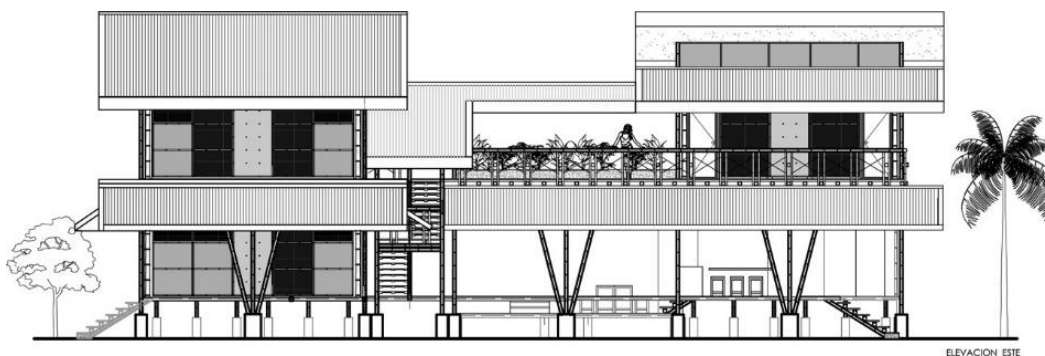


Figura 10. Casa atrevida – perfil
Muestra la fachada principal y detalles en guadua. Manual Práctico y 59 proyectos, 2014.

Para finalizar, cada uno de los proyectos que se analizaron anteriormente, destacan la importancia de la sostenibilidad en un medio natural, con sistemas renovables como lo es la recolección de aguas lluvias y ventilaciones naturales; el uso de la guadua como material constructivo y decorativo es primordial, ya que al ser producido en la misma zona en donde es implantado cada uno de estos evita costos dentro de su proceso de construcción y satisface las necesidades básicas que requiere el ocupante, ayudando siempre a que este tenga un ahorro de gastos y contribuya con el cuidado del entorno natural.

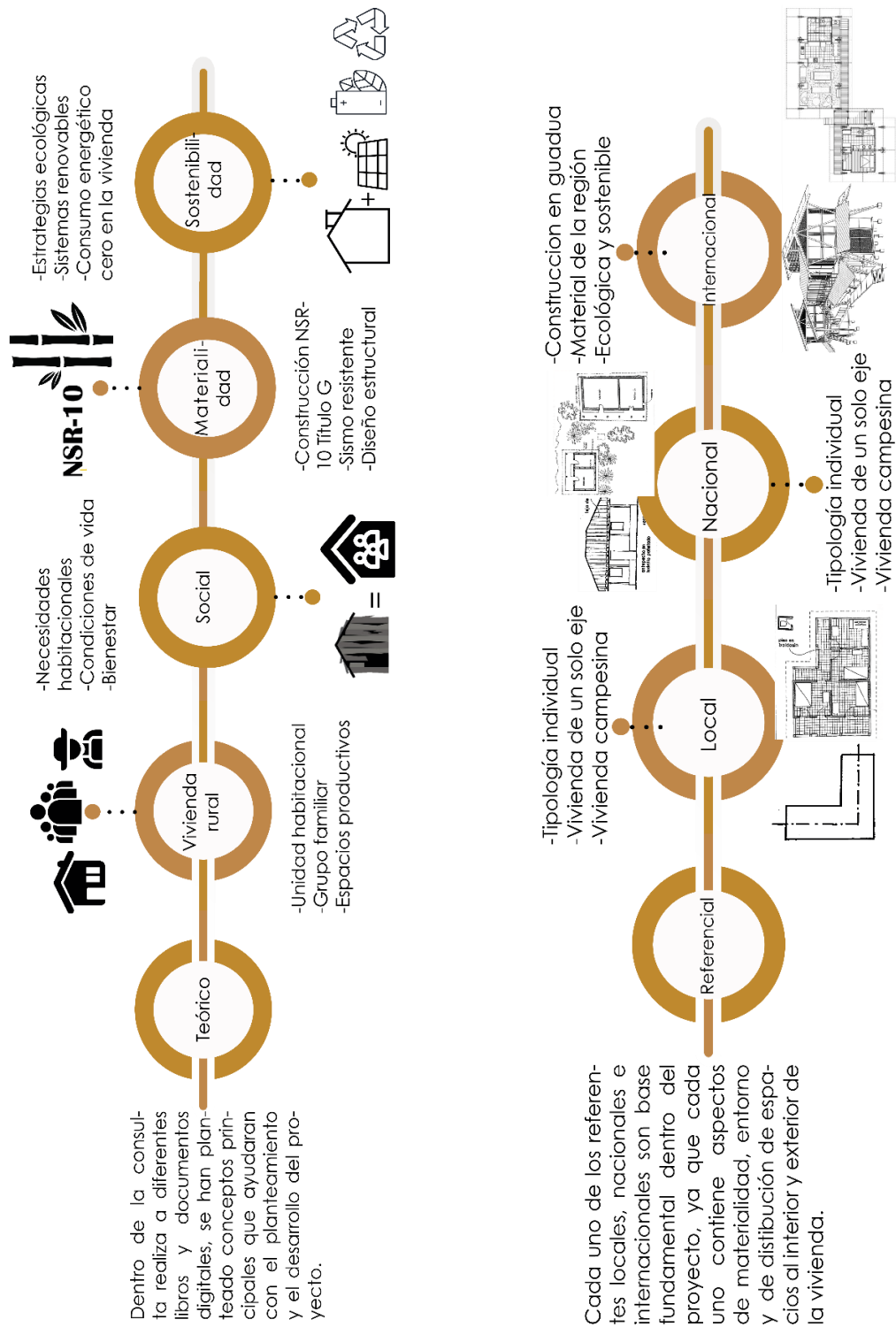


Figura 11. Conclusiones de análisis árbol de pensamiento teórico y referencial. Muestra las principales características, conceptos y teorías de cada marco mostrado anteriormente. Elaboración propia.

6. Marco legal

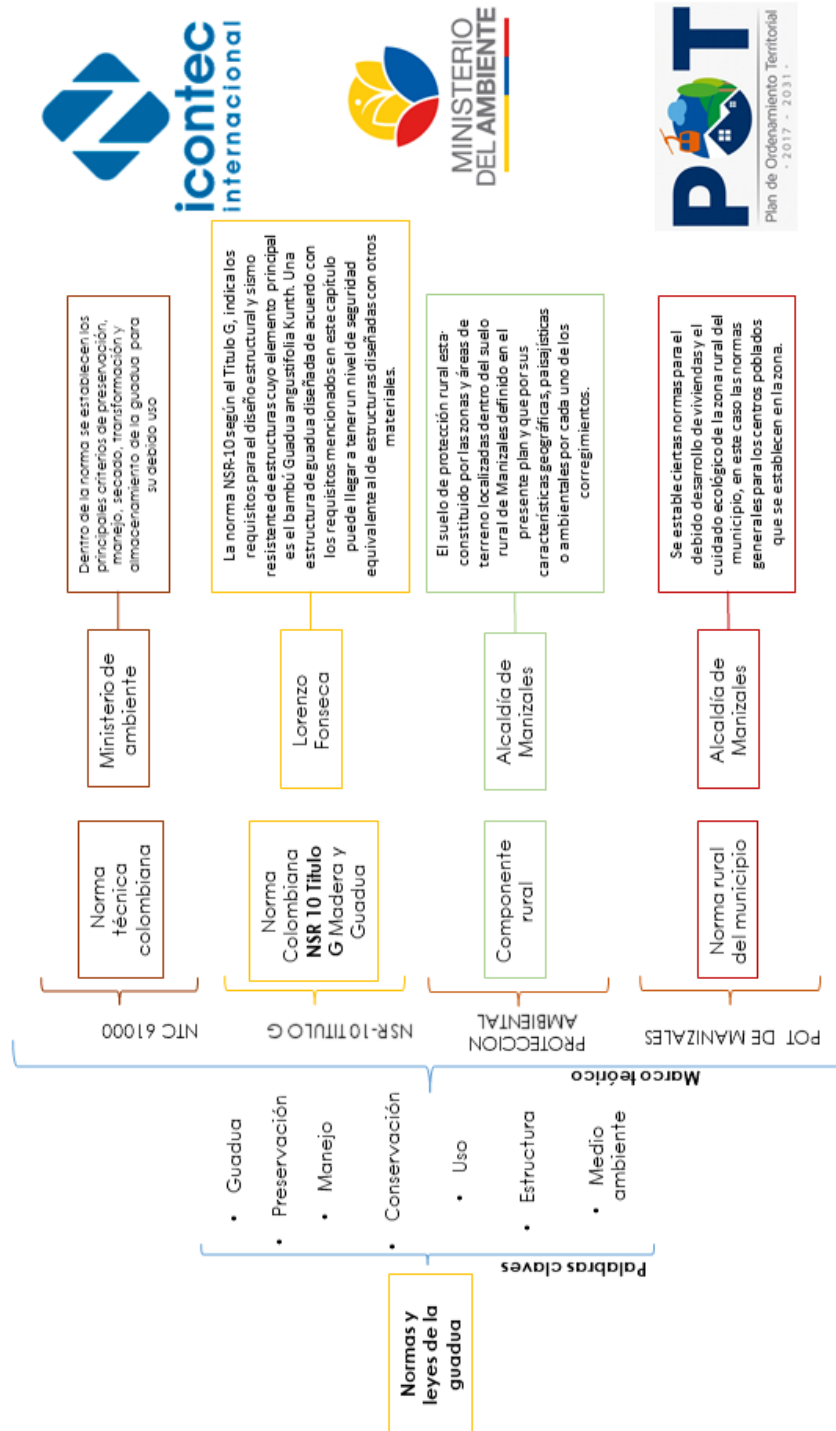


Figura 12. Árbol de pensamiento – Marco legal
Muestra las principales normas y leyes que se deben tener en cuenta para la construcción con guadua. Elaboración propia.

Para la construcción y diseño de una vivienda en estructura de guadua se deben tener en cuenta las diferentes normas que rigen el país para este tipo de proyectos, cada una de estas se establecen en el siguiente capítulo.

La Alcaldía de Manizales, establece en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT, 2018), un número de normas para el debido desarrollo de viviendas y el cuidado ecológico de la zona rural del municipio, siendo estas generales para los centros poblados que deben disponer de servicios públicos domiciliarios de acueducto y tratamiento final de las aguas, aseo y energía eléctrica, deben tener una altura libre de 3,5 metros, cada una de las edificaciones deberán cumplir con la Norma Sismo – Resistente Nacional del país.

Dentro del seguimiento de la norma NSR-10 según el Título G, indica cada uno de los requisitos para el diseño estructural y sismo resistente de estructuras las cuales están construidas en bambú *Guadua angustifolia* Kunth, en la figura 12 se diferencian los principales requisitos a tener en cuenta. Dentro del planteamiento de la propuesta esta norma es de gran importancia, ya que da los requisitos mínimos para el debido diseño y planteamiento de la propuesta, teniendo en cuenta que se está planteando en una zona rural. Por otro lado, para el complemento de construcciones en guadua es necesario tener en cuenta la Norma Técnica Colombiana (NTC) que habla de los requisitos mínimos que se deben seguir para la elaboración de uniones en la construcción cuyo elemento estructural principal utilizado es la *Guadua angustifolia* Kunth.

Lozano determina que toda estructura que sea diseñada en guadua debe tener un nivel eficiente de seguridad, así como la de cualquier otro material, estos requisitos pueden ser utilizados en una edificación con estructuras totalmente con guadua, o para construcciones mixtas de guadua y otros materiales.

Estructuras en guadua	
Materiales	Requisitos de calidad para guadua estructural Clasificación visual por defectos
Obtención y comercialización	La obtención y comercialización por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Materiales complementarios	Tales como clavos, pernos, conectores, adhesivos, soportes y tableros, según las recomendaciones de los fabricantes.
Bases para el diseño estructural	Requisitos de diseño Requisitos de calidad para las estructuras en guadua
Método de diseño estructural	Esfuerzos admisibles y módulos de elasticidad Esfuerzos Admisibles Coeficientes de modificación Por contenido de humedad Por temperatura
Diseño de elemento sometidos a flexión	Perforaciones Luz de diseño Deflexiones tipos de cortes Efecto del cortante
Uniones	Tipos de corte Uniones empernadas
Preparación, fabricación, construcción, montaje y mantenimiento	Proceso de preparación Fabricación Construcción Protección contra fuego

Figura 13. Componentes en una estructura en guadua
Principales características de una estructura en guadua como lo establece la norma. Norma Sismo Resistente de Colombia 2010.

7. Lugar de estudio, zona rural de Manizales

7.1. Descripción general del lugar a trabajar

La Alcaldía de Manizales indica que este municipio posee una superficie de 571,8 km², cuenta con una población total de 397,466 habitantes, de los cuales 369.981 pertenecen a la zona urbana y 27.485 son de la zona rural del municipio.

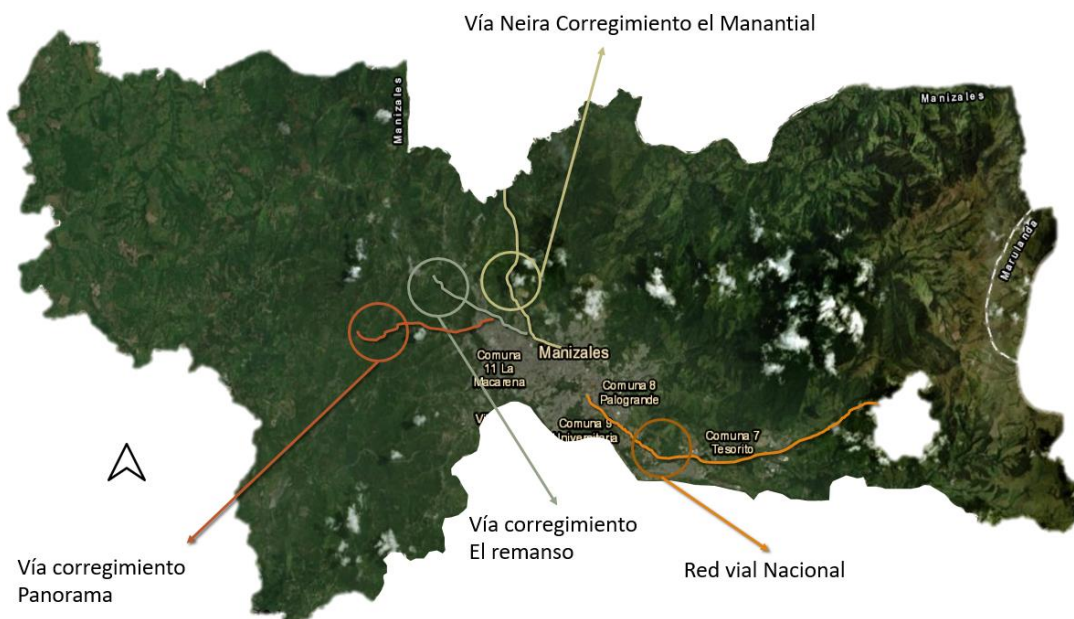


Figura 14. Localización de Manizales
Muestra las principales vías rurales del municipio de Manizales. Adaptada de Google Maps

También es productor de guadua tanto natural como plantada, se decide implantar la propuesta de proyecto en este municipio, ya que facilita la obtención del material y ahora gastos en el transporte y su posible construcción. También se tiene en cuenta cada una de las actividades presentes en el municipio tanto en la zona rural como en la urbana como se puede evidenciar en la figura 15, es importante resaltar que el paisaje rural de Manizales hoy es paisaje cultural de patrimonio, no solo por su producción de guadua sino por infraestructuras coloniales que enmarcan importancia es la consolidación del casco rural del municipio.

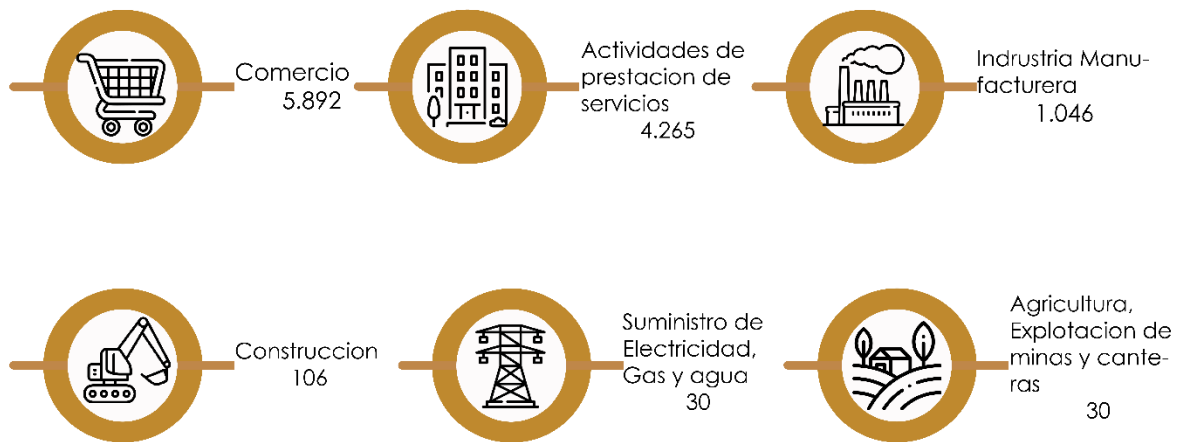


Figura 15. Dinámicas urbanas y rurales
Muestra cada una de las actividades que se desarrollan en el municipio. Elaboración propia.

El usuario del municipio de Manizales se caracteriza en los siguientes aspectos:



Figura 16. Caracterización del usuario
Muestra las principales actividades del usuario en cuanto a su cultura, actividad y familia. Elaboración propia.

Cada uno de estos aspectos es importante dentro del planteamiento de la propuesta, ya que se debe tener en cuenta las diferentes actividades que realiza el usuario a quien ira dirigido el proyecto, en este caso se tendrán en cuenta su entorno cultural, las actividades diarias que realizan para su sustento económico y como se desarrolla el núcleo familiar dentro del contexto rural de Manizales.

Por otro lado, la vivienda rural en Manizales se caracteriza por:

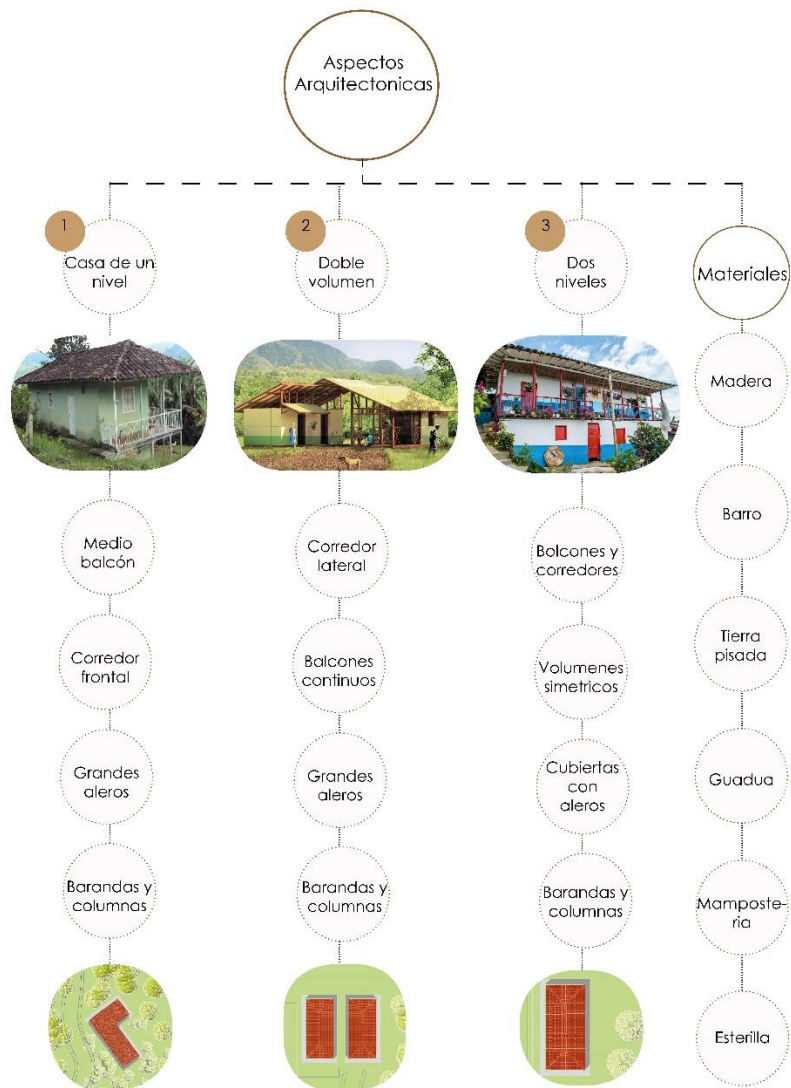


Figura 17. Vivienda rural
Muestra el estado actual de la vivienda y los elementos patrimoniales que la conforman. Adaptado de Fichas patrimoniales de inmuebles de la alcaldía.

7.2. Descripción de corregimientos en Manizales

Según el Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales (SISBEN) la zona rural cuenta con 6382 viviendas; en esta zona del municipio, sus habitantes no llevan una vida confortable a causa de la pobreza en la que viven. Según las encuestas realizadas por el SISBEN del municipio de Manizales cuentan con la disponibilidad de servicios públicos.

El territorio rural del municipio de Manizales se conforma por 7 corregimientos y 63 veredas, su extensión es de 40.702 hectáreas.



Figura 18. Corregimientos de Manizales
Muestra la división de rural y urbana del municipio de Manizales. Alcaldía de Manizales 2012

Según fichas patrimoniales elaboradas por la Alcaldía, en los corregimientos se destacan diferentes tipologías de vivienda que son consideradas como patrimonio y paisaje cultural de cada uno de estos, se distinguen por el material en que están construidas (guadua) y también su desarrollo sobre un solo eje en este caso tipología L, I y S que aun presentes en la zona como se muestra en la figura 19 que aún están presentes en la zona.



Figura 19. Tipologías de vivienda en L, I y S
Muestra cada una de las tipologías presentes en la zona rural del municipio. Adaptado de Fichas de patrimonio rural tomadas de la Alcaldía.

Dentro de la recolección de datos, de entidades de la Alcaldía de Manizales, cada uno de los corregimientos se analizaron tres de ellos, ya que presentan el mayor número de viviendas inadecuadas para el habitante, en la figura 20 se puede evidenciar estas deficiencias de vivienda inadecuada y cada una de sus áreas.

Corregimiento	Vivienda inadecuada	Área ocupada
1. Colombia	16 unidades	4.339 Ha
2. La Cristina	3 unidades	3.657 Ha
3. El Remanso	22 unidades	5.854 Ha
4. Panorama	10 unidades	4.141 Ha
5. El Tablado	8 unidades	2.283 Ha
6. El Manantial	21 unidades	3.624 Ha
7. Rio Blanco	2 unidades	14.156 Ha

Figura 20. Análisis de vivienda por corregimiento
Muestra las cantidades de vivienda inadecuada en cada corregimiento de Manizales. Alcaldía de Manizales 2012.

Corregimientos analizados

La siguiente información que describe las condiciones actuales en cada corregimiento, fue extraída de un boletín estadístico realizado por la Alcaldía del municipio.

Corregimiento el Remanso



Figura 21. El remanso y sus dinámicas
Muestra la forma geográfica del corregimiento y sus principales actividades. Municipio de Manizales 2012.

Se encuentra ubicada en el margen occidental del municipio, corresponde a un 13.3% del total de la zona rural, limita al norte con los corregimientos Colombia y Cristina. La vía de

acceso principal Anserma. El corregimiento cuenta con 8.445 habitantes. Para el análisis se tuvieron en cuenta los siguientes datos:

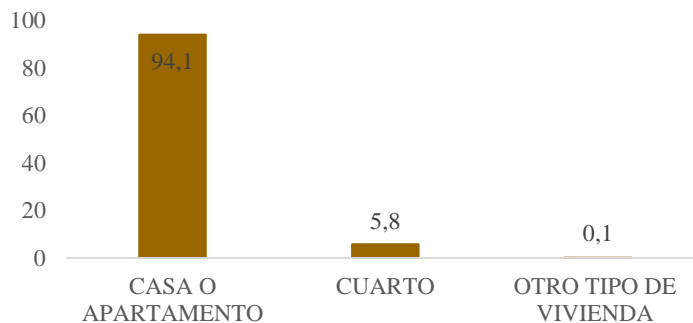


Figura 22. Tipo de vivienda – El Remanso
Muestra indicadores estadísticos del tipo de vivienda en la zona rural de Manizales. Boletín alcaldía de Manizales del año 2017

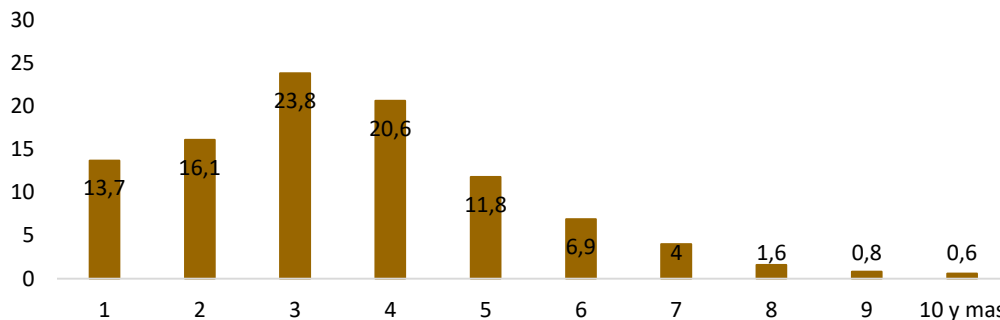


Figura 23. Hogares según número de personas – El Remanso
Muestra indicadores estadísticos de los hogares según el número de personas en la zona rural de Manizales. Boletín alcaldía de Manizales del año 2017.

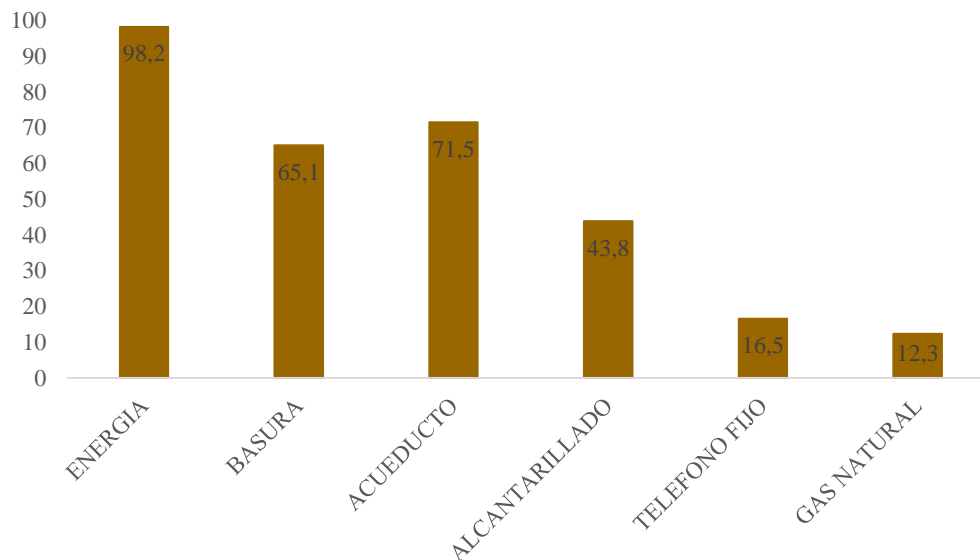


Figura 24. Servicios públicos – El Remanso
Muestra indicadores estadísticos de los servicios con los que cuenta la vivienda en la zona rural de Manizales. Boletín alcaldía de Manizales del año 2017

Como conclusión se observa que el corregimiento cuenta con la prestación de todos los servicios públicos domiciliarios, el número de personas por unidad habitacional es de cuatro o menos integrantes y el total de viviendas inadecuadas es de **11 unidades**. El estado actual de la mayoría de estas es en materiales modernos de construcción, siendo viviendas de uno y dos niveles, también fabricadas en madera, mampostería y bahareque, con uso residencial y de comercial de artefactos de primera necesidad en los primeros niveles, también bares y cantinas.

Su sistema vial se encuentra asfaltado y presta servicio de buses, el corregimiento cuenta con equipamientos de uso educación, salud, seguridad, culto y cultural, también cuenta con espacio público para sus habitantes.

Corregimiento Panorama

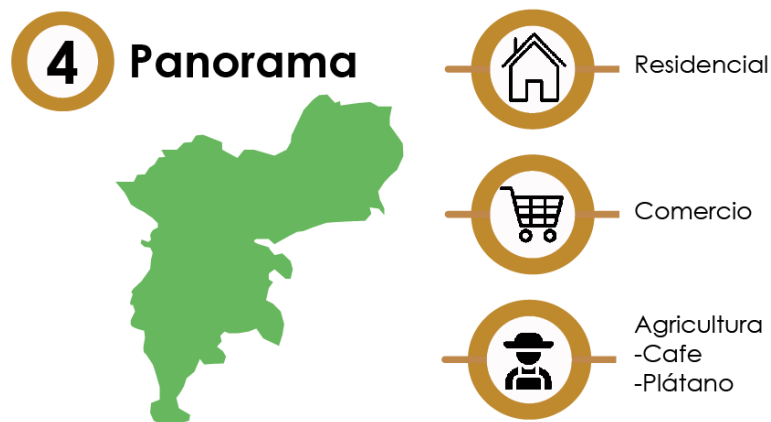


Figura 25. El Panorama y sus dinámicas
Muestra la forma geográfica del corregimiento y sus principales actividades. Municipio de Manizales 2012.

Se encuentra ubicada en el margen sur - occidental del municipio, corresponde a el 9.4% del total de la zona, limitando con los corregimientos El Remanso y El Tablazo. La vía principal de acceso es la vía Panamericana. El corregimiento cuenta con 4.403 habitantes. Para el análisis se tuvieron en cuenta los siguientes datos:

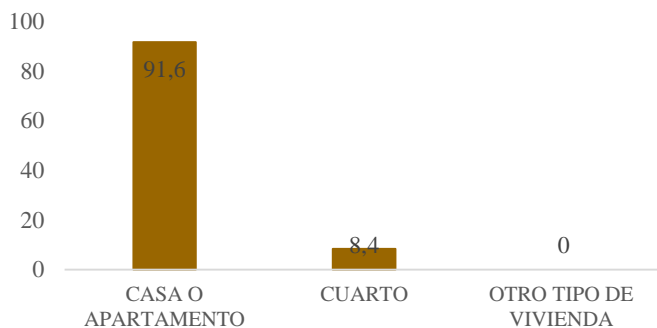


Figura 26. Tipo de vivienda – Panorama
Muestra indicadores estadísticos del tipo de vivienda en la zona rural de Manizales. Boletín alcaldía de Manizales del año 2017

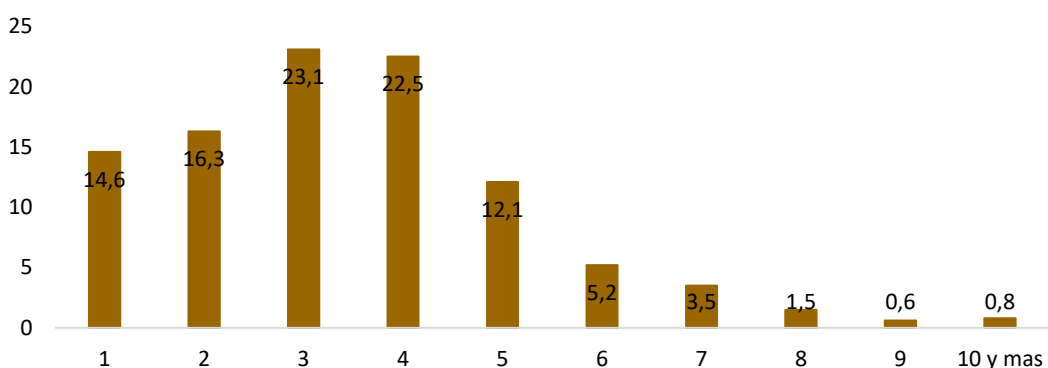


Figura 27. Hogares según número de personas – Panorama
Muestra indicadores estadísticos de los hogares según el número de personas en la zona rural de Manizales. Boletín alcaldía de Manizales del año 2017.

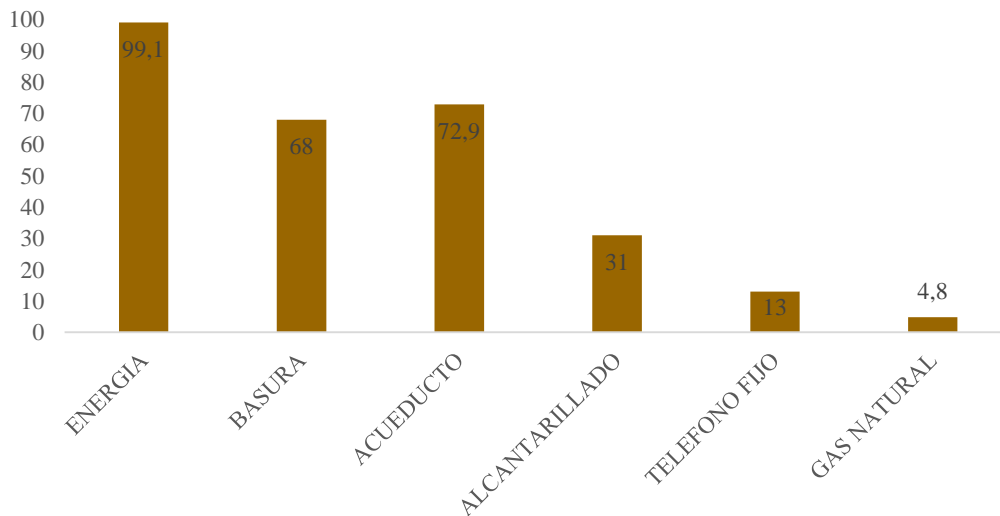


Figura 28. Servicios públicos – Panorama
Muestra indicadores estadísticos de los servicios con los que cuenta la vivienda en la zona rural de Manizales. Boletín alcaldía de Manizales del año 2017

Como conclusión el corregimiento actualmente cuenta con la disponibilidad de todos los servicios públicos, los hogares están conformados por cuatro o menos integrantes y el total de viviendas inadecuadas es de **10 unidades**. El estado actual de las viviendas tradicionales es de uno y dos niveles construidas en mampostería y materiales modernos, con uso residencial y de comercio en su primer nivel, también paseen un sistema económico con base a pequeños cultivos de parcelas de café y plátano.

Su sistema vial se encuentra totalmente pavimentado, cuenta con espacios públicos, con transporte de busetas y equipamientos de educación, salud, culto y seguridad.

Corregimiento El Manantial



Figura 29. El manantial y sus dinámicas
Muestra la forma geográfica del corregimiento y sus principales actividades. Municipio de Manizales 2012.

Se encuentra ubicada en la zona norte de Manizales, corresponde a el 8.2% del total de la zona rural, limita con el municipio de Neira, con el corregimiento el Remanso al occidente, con la zona urbana hacia el sur y con el corregimiento rio blanco hacia el oriente. Las vías principales de acceso son la vía a Neira y la vía que cruza con el barrio Solferino por la zona urbana. El corregimiento cuenta con 4.403 habitantes. Para el análisis se tuvieron en cuenta los siguientes datos:

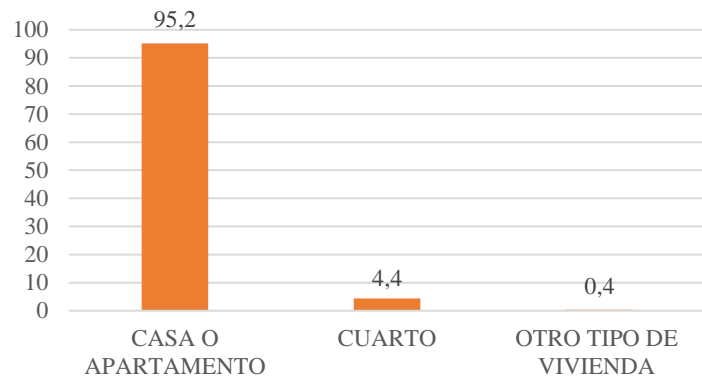


Figura 30. Tipo de vivienda – El Manantial
Muestra indicadores estadísticos del tipo de vivienda en la zona rural de Manizales. Boletín alcaldía de Manizales del año 2017

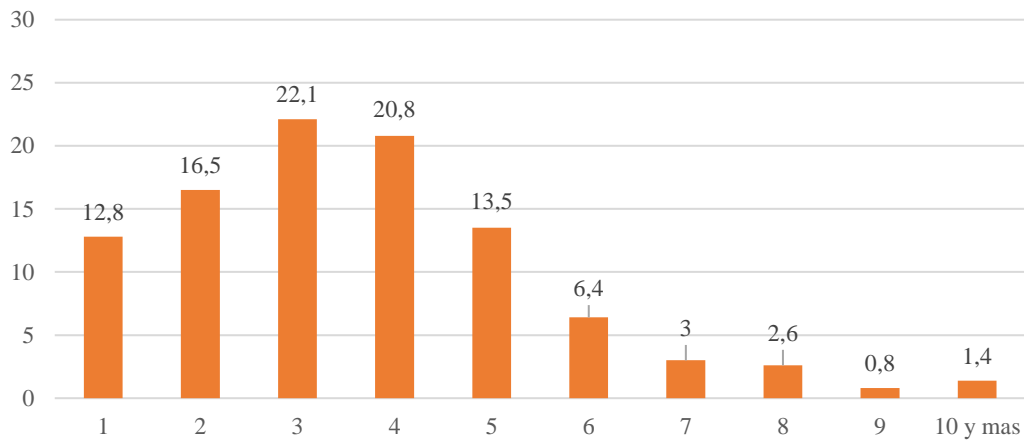


Figura 31. Hogares según número de personas – El Manantial
Muestra indicadores estadísticos de los hogares según el número de personas en la zona rural de Manizales. Boletín alcaldía de Manizales del año 2017.

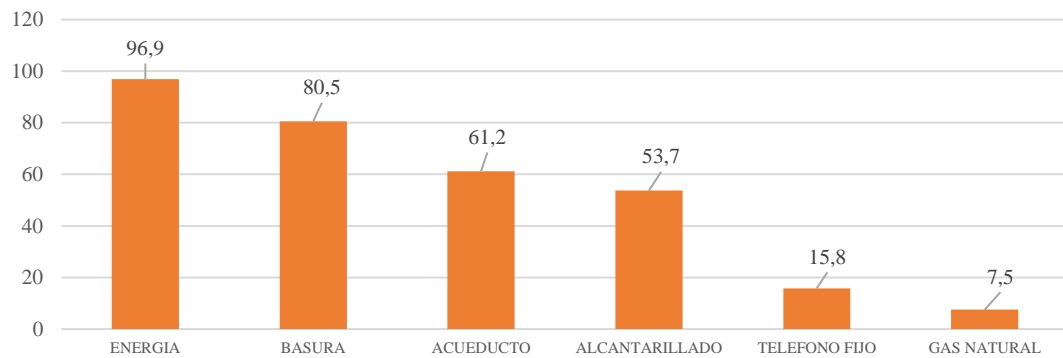


Figura 32. Servicios públicos – El Manantial
Muestra indicadores estadísticos de los servicios con los que cuenta la vivienda en la zona rural de Manizales. Boletín alcaldía de Manizales del año 2017

Como conclusión el corregimiento el Manantial cuenta con todos los servicios públicos domiciliarios, las unidades habitacionales se conforman de cuatro menos integrantes y las viviendas inadecuadas que se presentan son **22 unidades**. Las condiciones actuales de las viviendas se han desarrollado de manera lineal, unas por las vías principales, están construidas en mampostería y bahareque, con estructuras deficientes y con pocas determinaciones técnicas, la gran mayoría son de un nivel y las que son de dos niveles poseen comercio en su primer piso.







Las principales dinámicas son la residencial, el comercio a menor escala y un sistema económico con base a pequeños cultivos de parcelas de café y plátano y también la cría de ganado. En cuanto a equipamientos, el corregimiento cuenta con educación, seguridad, salud culto y seguridad, no tiene espacio público.

Las vías actuales solo están pavimentadas al inicio de cada conexión con las veredas, ya en los tramos finales están sin pavimentar.

7.3. Conclusiones por corregimientos con mayor déficit habitacional

Tras realizar un estudio detallado de cada una de las condiciones y estado en que se encuentran las viviendas de la zona rural de Manizales, con el fin de identificar la composición de espacios, los principales materiales en que se encuentran construidas las viviendas actuales y como estas resaltan el patrimonio cultural del paisaje cafetero, así que se decidió escoger tres corregimientos y estudiar cada uno de estos aspectos que son de ayuda para la conformación de un nuevo diseño de vivienda rural.

Tabla 1. Corregimientos

Análisis	3. El remanso	5. Panorama	6. El Manantial
Localización			
Población	El corregimiento cuenta con 8445 habitantes, que corresponde al 13,3% de la población rural.	El corregimiento cuenta con 4403 habitantes, que corresponde al 9,4% de la población rural.	El corregimiento cuenta con 4273 habitantes, que corresponde al 8,2% de la población rural
Dinámicas	Residencial Comercial Agricultura de café y plátano	Residencial Comercio Agricultura de café y plátano	Residencial Comercio Agricultura de café y plátano Cría de ganado
Servicios	El corregimiento cuenta con servicios de energía, basura, acueducto, alcantarillado, teléfono y gas natural.	El corregimiento cuenta con servicios de energía, basura, acueducto, alcantarillado, teléfono y gas natural.	El corregimiento cuenta con servicios de energía, basura, acueducto, alcantarillado, teléfono y gas natural.
Estado vivienda	Viviendas tradicionales en mampostería, madera y bahareque, de 1 y 2 pisos.	Viviendas en 1 y 2 pisos, construidas en materiales modernos	Viviendas tradicionales en mampostería, bahareque, estilla, que no tiene control en su infraestructura.
			

Nota: cada uno de estos datos y cifras fueron tomados del boletín estadístico SPM, indicadores socioeconómicos de Manizales, que describe la localización, dinámicas, población y el estado actual de las viviendas.

7.4. Punto de intervención, Vereda Alto Corinto

Uno de los principales criterios para determinar una vivienda inadecuada es el estado del piso en el que se encuentra, que en este caso es en tierra, también el material precario en las paredes en materiales como: bahareque, guadua o caña en mala estado, madera burda, tela, cartón, desechos o plásticos.

Al tener en cuenta estos criterios se determinó que la vereda a intervenir es la Alto Corinto del corregimiento El Manantial, ya que gran parte de las unidades habitacionales presentan este tipo de deficiencias y no gozan de un lugar digno para habitar. Tras el análisis de varios de las veredas de este corregimiento se llegó a la conclusión de intervenir en la vereda Alto Corinto, ya que es uno de los asentamientos con más deficiencias estructurales y de diseño en las viviendas debido a que no tienen un control en la construcción de cada una de estas.

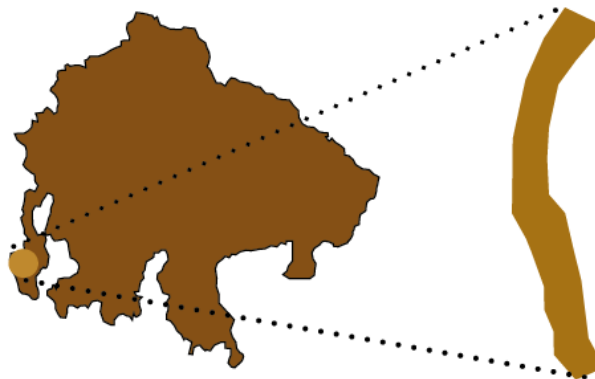


Figura 33. Localización de la vereda
Muestra el punto de intervención donde se implantará el proyecto. Elaboración propia.

Según la Alcaldía de Manizales, la vereda Alto Corinto, se localiza en el norte de la cabecera municipal, a 3.7 kilómetros de la zona urbana de Manizales. Con acceso por la vía que de Manizales conduce a Neira. Su topografía es lineal con frecuentes pendientes, con una temperatura anual de 19° c.

La distribución de las viviendas es en forma lineal, con un sistema estructural en mampostería y bahareque, muchas de estas no tienen ningún tipo de especificaciones constructivas y baja infraestructura. En esta zona se caracterizan dinámicas residenciales y de comercio. Las viviendas cuentan con servicios públicos tales como acueducto, alcantarillado, alumbrado público Y energía de la CHEC. En cuestión a las vías de la vereda, su estado es deficiente con un acceso dificultoso. Por su topografía, el servicio público de transporte no llega al final del centro poblado.

La vereda cuenta con equipamientos de educación, salud, seguridad, recreativos como la cancha de fútbol poli funcional, en regular estado, equipamiento de culto y de servicio social. No posee botadero de escombros.

1.1.1. Análisis de estructuras de la vereda

Estructura ecológica

El sistema ecológico de la vereda es muy característico, ya que posee gran área de paisaje cultural y zonas ecológicas, al igual que diferentes puntos de crecimiento natural de la guadua, siendo zonas de protección forestal.

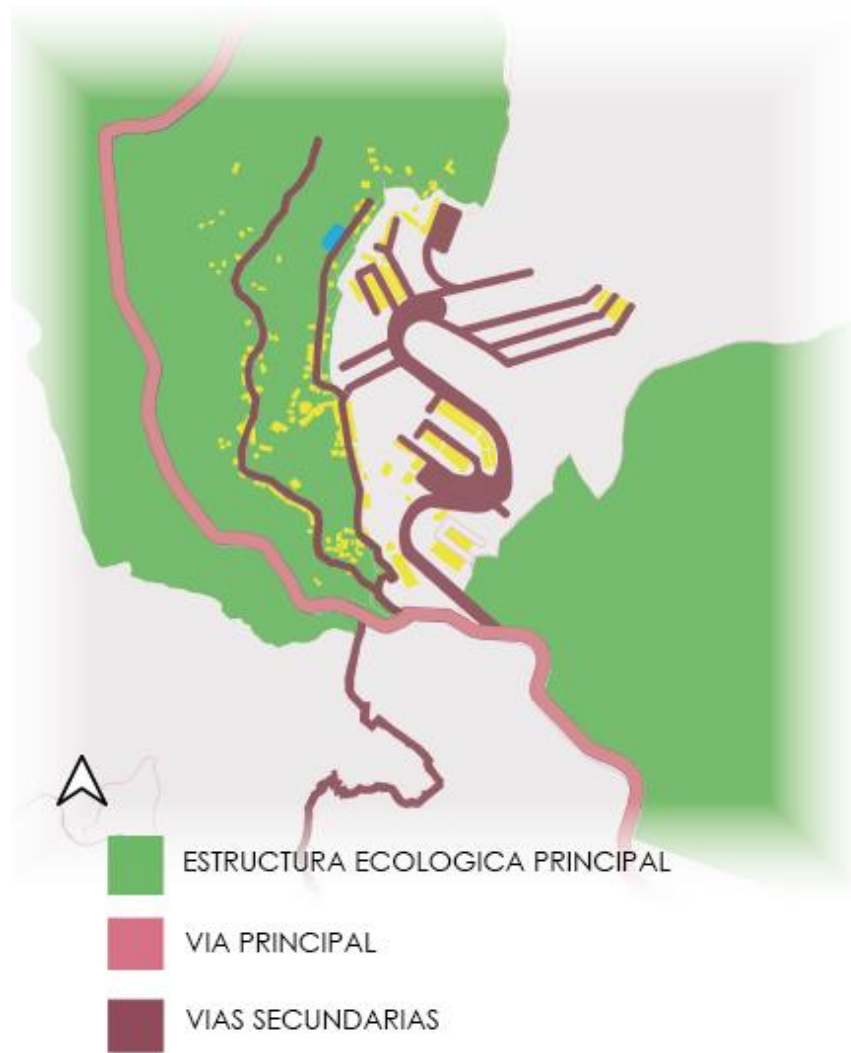


Figura 34. Análisis ecológico
Muestra la estructura ecológica del corregimiento estudiado. Adaptado de SIG, universidad La Gran Colombia

Usos del suelo

La vereda se caracteriza por ser de uso residencial y de comercio de baja escala que se ve presente en los primeros niveles de las viviendas de dos pisos, también se destaca el cultivo de café y plátano en la zona, siendo una de las principales dinámicas realizadas por los habitantes de la vereda.



Figura 35. Análisis usos del suelo
Muestra el uso del suelo actual del corregimiento estudiado. Adaptado de SIG, universidad La Gran Colombia

Sistema vial

El acceso hacia la vereda alto corinto desde la zona urbana va por la vía Neira que se conecta con el centro poblado rural, hay otras secundarias vías secundarias que también permiten la conexión con la vereda. El estado actual de las vías internas es regular ya que no están en su totalidad pavimentadas.

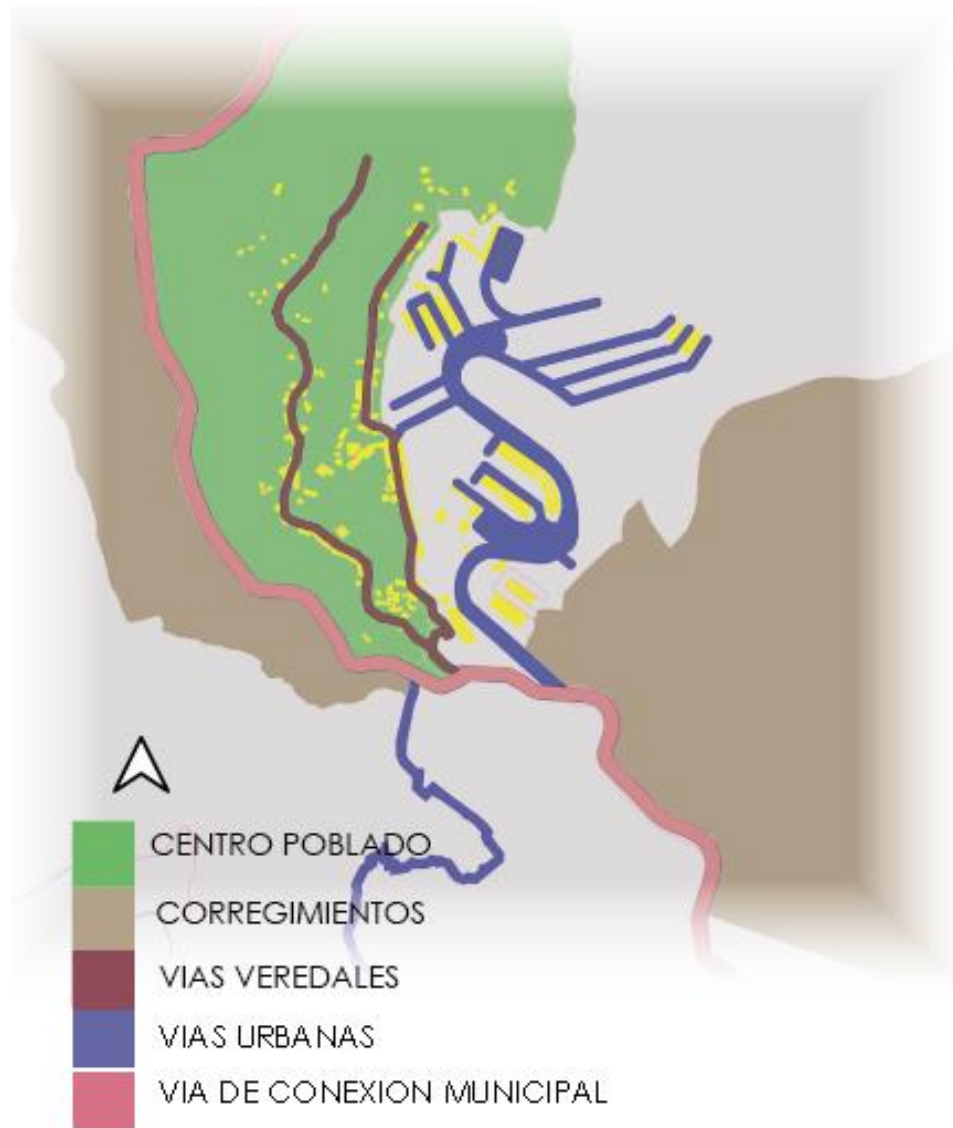


Figura 36. Análisis sistema vial
Muestra las diferentes vías de acceso al corregimiento. Adaptado de SIG, universidad La Gran Colombia

8. Guadua como material constructivo

8.1. Características, ventajas y cuidados



Figura 37. Características de la guadua
Muestra varios de los beneficios que tiene la guadua. Adaptada de Google imágenes.

La guadua o bambú es un material de origen natural, existen aproximadamente más de 1200 especies y 90 géneros de esta, su crecimiento va desde 1 m a 60 m de altura y gran cantidad se encuentra en zonas calientes con suelos bastante húmedos, y arcillosos. Siendo la guadua uno de los materiales naturales más utilizados para la construcción en la zonas rurales del país, se caracterizan por la gran cantidad de beneficios naturales que posee, ya que no generan ningún tipo de contaminación, por el contrario se adaptan con el medio natural en que se establezca siendo una planta que ayuda con la reducción de la erosión del suelo, con retención de agua en el suelo, reducción de temperatura, también con la fijación de CO₂ y recaudación del caudal hídrico; por otro lado, en el entorno de la construcción por la gran capacidad de esfuerzos que este soporta, por su dureza, flexibilidad y resistencia, además de su fácil obtención y ligero transporte.

La guadua tiene grandes ventajas en su crecimiento, mantenimiento y corte del mismo; en su uso es importante destacar que es un material de fácil manejo que no requiere la presencia de un profesional. Dentro de este campo de la construcción, hay diferentes atributos que destacan este material natural como provechoso en su uso según el libro manual para la construcción con bambú, varios de estos son:

- Alternativa de producción rentable
- Disminución en costos de producción de un 20% aproximadamente, comparada con los materiales convencionales que existen actualmente.
- Construcción de una forma sencilla.
- Es más liviano que el acero, es un material sismo resistente y es más fuerte que el concreto.
- Alcanza su madurez entre 4 a 6 años.

- Tiene resistencia a la flexión, tracción y compresión.

Dentro de los aspectos sociales, se destaca que el uso y obtención de este material es de gran provecho para quienes más lo requieran, en este caso como ya se ha mencionado brinda beneficios para habitantes de la zona rural no solo en temas laborales que fortalecen el desarrollo regional, si no también ayuda a disminuir el déficit de vivienda que se pueda presentar en estas zonas, lo cual permite mejorar las condiciones ambientales y de sostenibilidad en cada una de estas comunidades brindando construcciones que se asocien al medio natural.

8.2. Partes de la guadua

La guadua es un tallo leñoso extraordinariamente resistente, por la consistencia de sus fibras vegetales y por su forma cilíndrica, pero también sorprendentemente liviana, pues es hueca, con solo membranas internas que pueden ser trabajadas muy fácilmente (Mutis. 1989). De esta forma se explica que las partes que conforman esta planta son la cepa, basa, sobrebasa, varillon y copa como se observa en la figura 38, donde son definidas según efectos de corte y uso.

La guadua también se distingue por tener un cañuto, que se define como una partes hueca que está establecida entre dos nudos como se muestra en la figura 39 y por otro lado cuando este es cortado longitudinalmente a la mitad se diferencia el tímpano o diafragma que corresponde a la parte interna del nudo como se muestra en la figura 38.

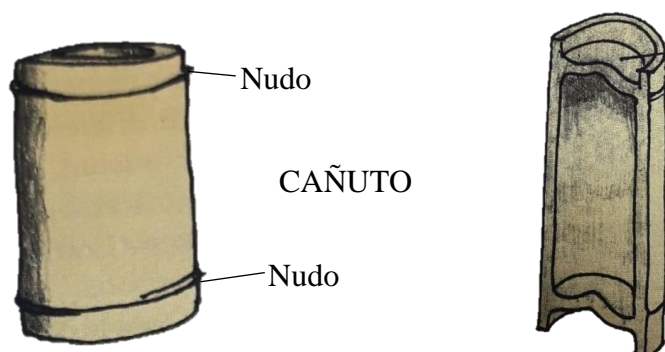


Figura 38. Cañuto y medio cañuto de la guadua
Muestra la composición interna y externa de la guadua. Arte y Mañas de la guadua 2007.

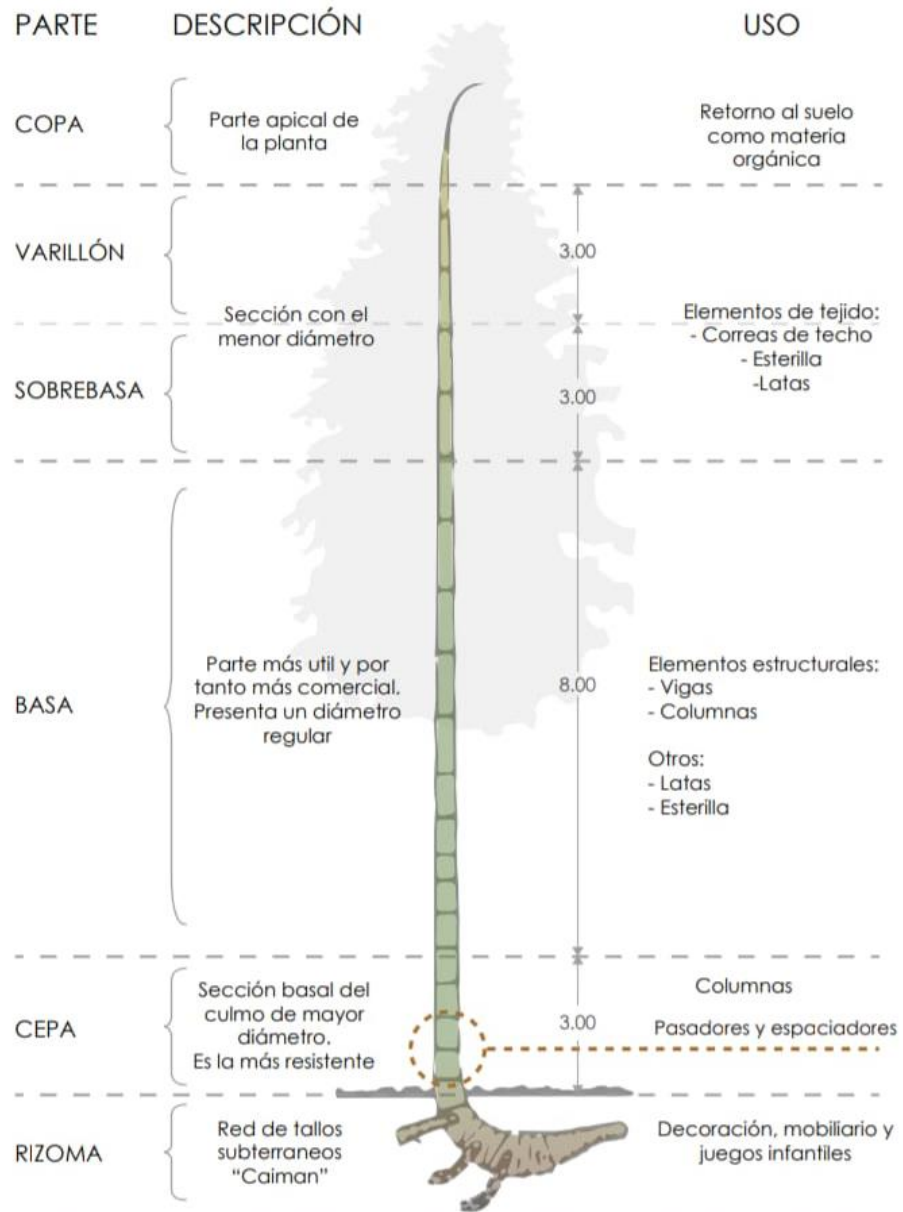


Figura 39. Partes de la guadua
Muestra las partes de la guadua desde el rizoma hasta la copa. Manual de construcción con Bambú 2017.

8.2. Usos de la guadua

La guadua ha sido un material que se ha destacado no solo en la construcción como lo ha reflejado Simón Vélez en sus múltiples obras arquitectónicas que han destacado el uso de este material reflejando su belleza artesanal y ventajas al usar la guadua, el arquitecto hace uso de uniones simples entre una y otra guadua que se apoyan en materiales como madera u hormigón,

los cuales dan más resistencia a la edificación planteada, superando luces de hasta 10 m de longitud que garantiza la eficiencia del sistema estructural entre hormigón y la guadua.

Por otro lado, no menos importante la guadua también ha sido utilizada en temas de decoración y elaboración de muebles, que han sido utilizados en gran cantidad hoy en día. Como ya se ha mencionado el uso de la guadua en la construcción y como elemento decorativo es de gran aporte para el campo de la arquitectura, ya que con el paso del tiempo y con la integración de materiales modernos la guadua se ha dejado en un segundo plano, razón por la cual hoy se quiere seguir destacando su uso y seguir el legado del patrimonio que aún está presente en gran parte de las zonas rurales del país.

9. Vivienda rural

9.1. Características generales de la vivienda rural

Saldarriaga (1941) define que la vivienda rural tiene características relacionadas con las necesidades particulares de los campesinos asociada a una unidad habitacional y espacios utilizados para el desarrollo de una actividad constante ubicada en el mismo lugar de trabajo, en donde además de cumplir la función de ser una unidad habitacional, dependiendo de la actividad económica también se define como unidad productiva y unidad cultural o esparcimiento. La configuración física de la vivienda rural depende principalmente de la disponibilidad que se tenga en los materiales y las técnicas constructivas que se utilizaran.



Figura 40. Vivienda rural actual
Muestra las principales características tradicionales de la vivienda rural de Manizales. Adaptada de fichas patrimoniales de la Alcaldía de Manizales.

La vivienda en zonas rurales cuenta con espacios como lo son: dormitorios, cocinas, depósito de producción del predio, depósito del hogar, relación y trabajo, albergue de animales y por último espacio exterior de relación de toda la vivienda, distribuidos en diferente organización espacial dependiendo las tipologías características de cada región y cada lugar donde las edificaciones son aisladas y no comparten muros medianeros con ninguna otra construcción.

Las influencias con las que cuenta la vivienda rural a la hora de su construcción primeramente es la accesibilidad que se tiene tanto al predio donde se establece la construcción como en la poca utilización de elementos industriales, por otro lado es importante resaltar que la disponibilidad que se tiene para los recursos, materiales y obra de mano es la base generadora de viviendas autóctonas permitiendo general su identidad y significado. Las viviendas rurales cuentan con un amplio déficit notorio en accesibilidad a servicios básicos, por ejemplo, la red de energía eléctrica no está presente en las zonas más alejadas, los acueductos municipales a duras penas abastecen a toda la cabecera urbana, la zona rural no cuenta con alcantarillado y la recolección de residuos es nula.

Al tener Manizales una inmensa producción de guadua, permite al campesino aprovechar este material para la construcción de sus viviendas, siendo esta la principal característica del proyecto, la construcción de viviendas rurales en este material, tomando y rescatando cada uno de sus aspectos tradicionales que hoy se destacan en la unidad habitacional cafetera.

De este modo se busca implementar las siguientes características al nuevo prototipo de vivienda rural de Manizales, las cuales son:

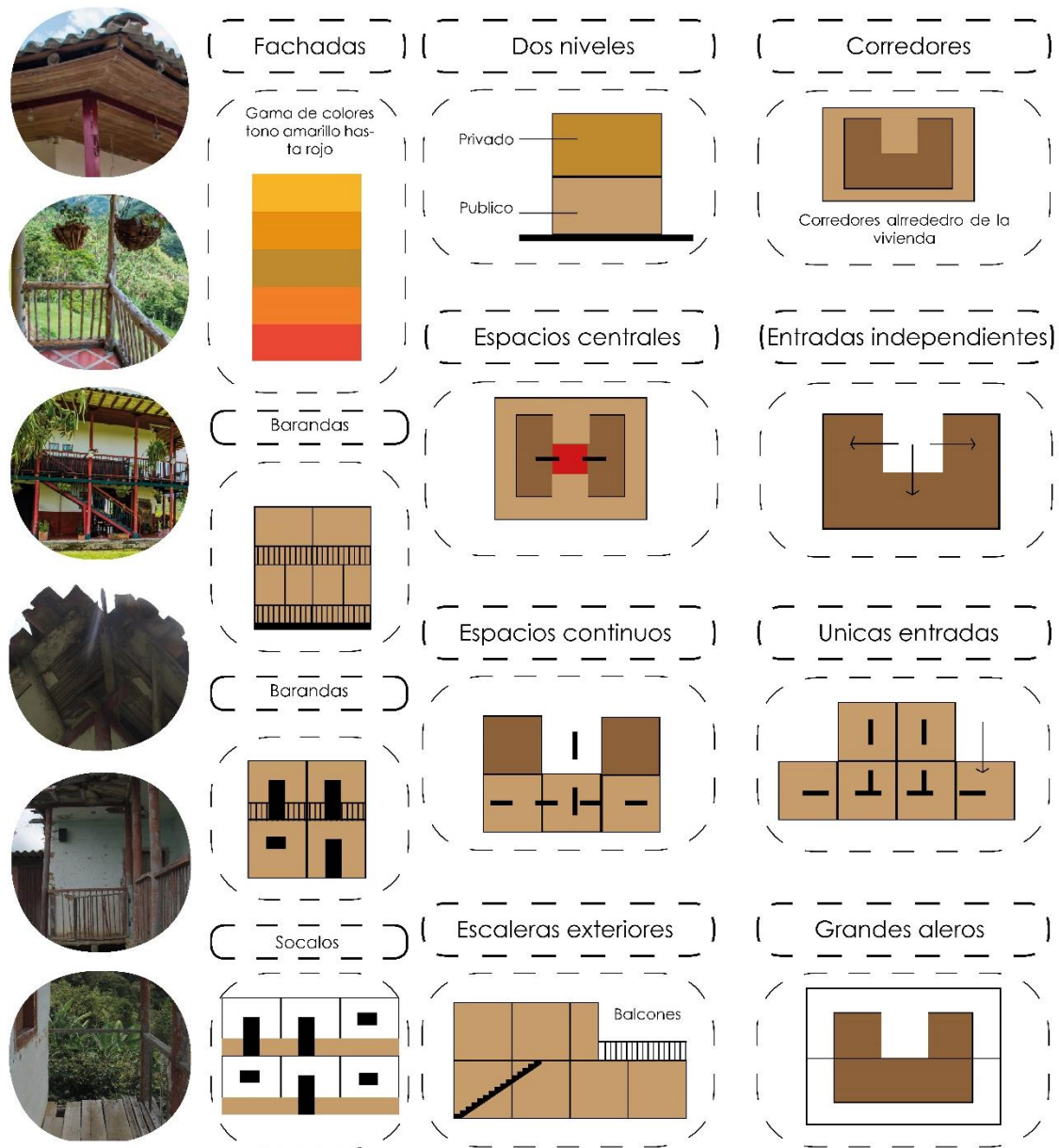


Figura 41. Características de la vivienda
Muestra cada uno de los aspectos tradicionales que hoy tiene la vivienda rural de Manizales. Elaboración propia.

9.2. Prototipo de vivienda del estado

Dentro del ámbito gubernamental, el estado tiene una propuesta de diseño de vivienda rural, la cual tiene como problema central las necesidades insatisfechas que hoy en día tienen los habitantes de la zona rural, que afectan su forma de vivir, la productividad y la competitividad

que se presentan en esta zona. La vivienda rural se diseña especialmente para aquellas familias que han construido un refugio de forma espontánea, sin ningún tipo de sistema estructural que con el paso del tiempo se van deteriorando y ponen en riesgo la vida de sus ocupantes.

Los espacios con los que cuenta la propuesta de vivienda son: tres habitaciones, baño, depósito de herramientas, cocina y lavadero, toda la vivienda con un área de 55 m²



Figura 42. Esquema de vivienda rural
Muestra un 3D de los espacios básicos de una vivienda para el área rural. Banco agrario

10. Prototipo de vivienda rural sostenible en Manizales

Para el desarrollo y propuesta del prototipo de vivienda modular, teniendo en cuenta su forma y funcionalidad, se tuvieron en cuenta diferentes conceptos y operaciones de diseño, que ayudaron con el desarrollo de este, cada uno de estos se desarrolló de la siguiente manera:

10.1. Conceptos de diseño

Como enfoque principal del diseño del prototipo, se tiene como concepto el **módulo**, que se define como un diseño formado por piezas que conectadas o separadas forman una unidad habitacional, donde se pueden reemplazar o agregar sin afectar la composición; en este caso se busca el diseño de una vivienda, la cual se construirá por la repetición de módulos que se diferencian por sus dinámicas, teniendo la oportunidad de ser progresiva agregando nuevos espacios según las necesidades del ocupante.

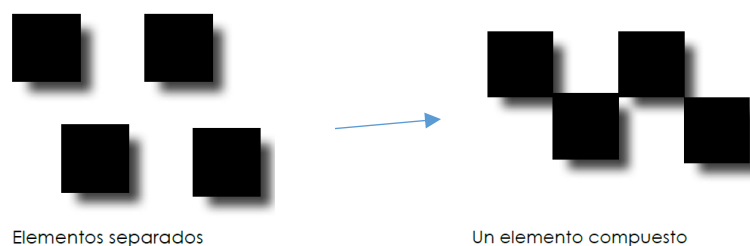


Figura 43. Módulo
Muestra la composición del módulo y su composición. Elaboración propia.

El módulo maneja una proporción y dimensión de la misma medida, el cual se puede dividir y manejar de diferentes formas como se observa en la figura 44, por otro lado, al realizar una unión o conexión entre diferentes módulos, se puede obtener una forma de unidad arquitectónica y unidad habitable.

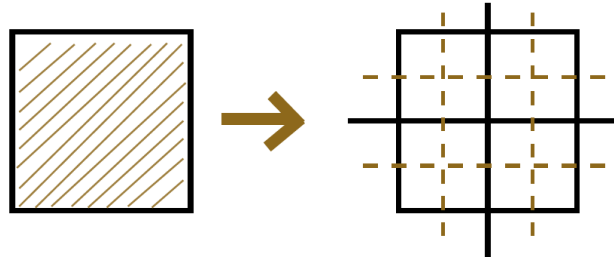


Figura 44. División del módulo
Muestra las diferentes exploraciones y divisiones del módulo estándar. Elaboración propia.

El módulo tiene diferentes características que se distinguen por la variedad de configuración, estas son:

- Funcional al sonido
- Eficiente al espacio
- Agradable estéticamente
- Suficientemente flexible
- Adaptable

Para finalizar, el módulo tiene diferentes principios que se conforman y se adaptan de la siguiente manera:

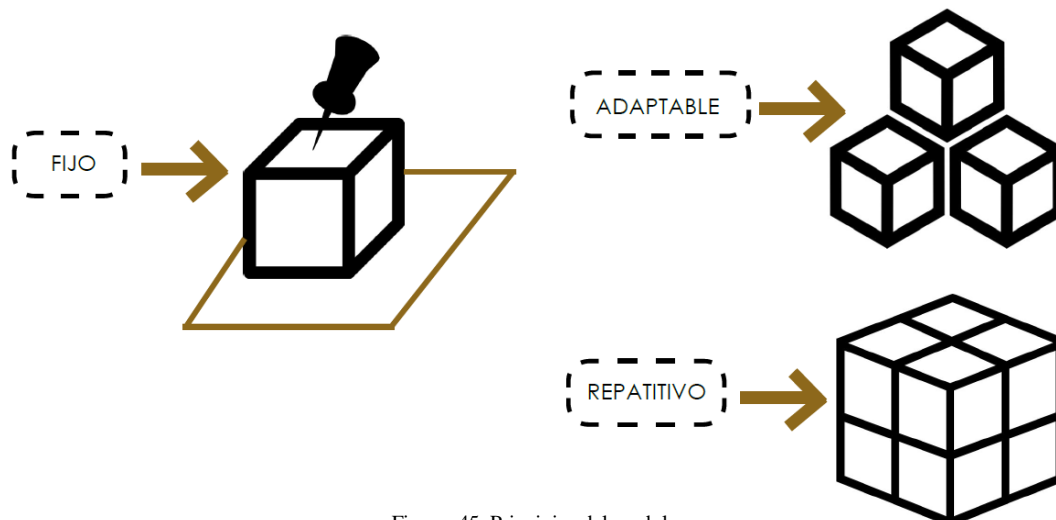


Figura 45. Principios del módulo
Muestra los principios que el módulo maneja para una composición. Elaboración propia.

El modulo tendrá como medida base 3m x 3m el cual forma un cuadrado para cada espacio que conforma la vivienda, el cual se reparte de la siguiente manera:

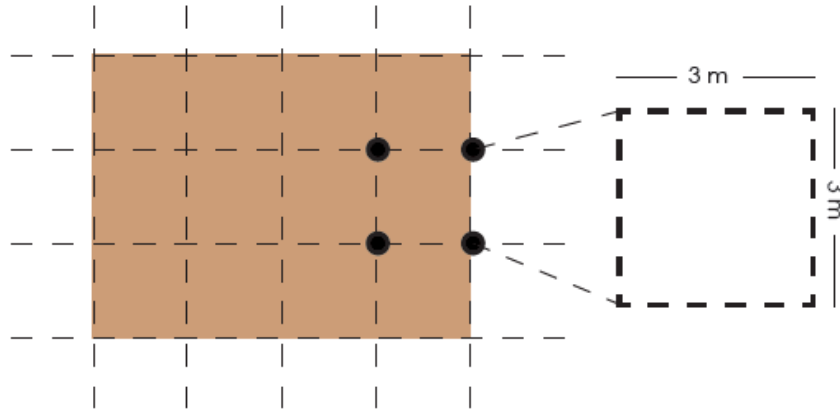


Figura 46. Dimensión del módulo.
Elaboración. Propia.

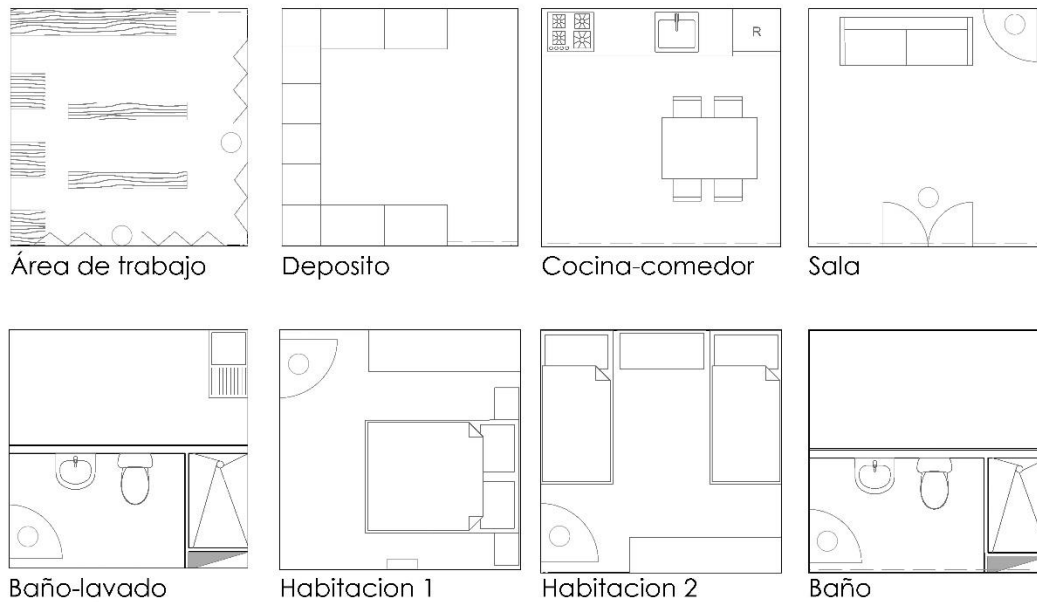


Figura 47. Espacios modulares
Muestra la distribución de cada espacio dentro del modulo

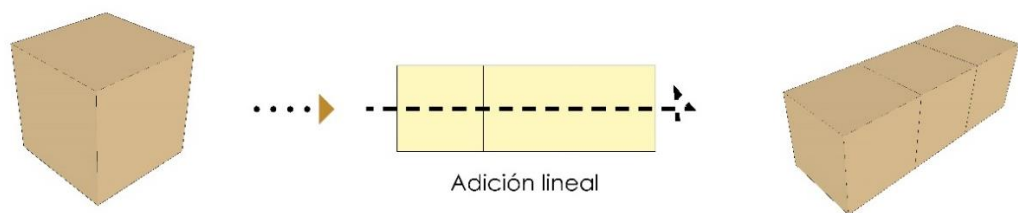
Por último, es importante tener presente que al usar la guadua como material constructivo para el prototipo de vivienda, las luces máximas entre cada una de sus uniones corresponden a 5 metros, al ser esta medida mayor a la estándar, deberá tener seguimiento de personal profesional en el uso de este material, razón por la cual el modulo tendrá esa medida estándar.

10.2. Operaciones de diseño

Para el diseño del prototipo, se implementó diferentes operaciones que determino la forma y distribución de cada uno de los espacios, teniendo en cuenta la organización actual de espacios de una vivienda rural, estas operaciones fueron:

Adición lineal: a partir del módulo estándar, se hace una adición lineal estableciendo los espacios principales de la vivienda, esta conformación va de 3 a 4 módulos como se ve en la figura 48 donde se disponen espacios tales como sala, cocina, comedor y baño-lavado.

● Tipología 1



● Tipología 2-3

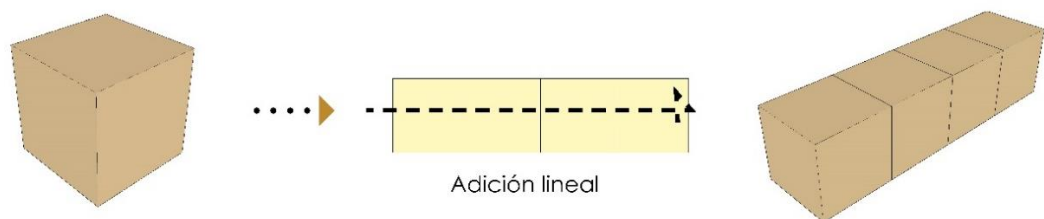
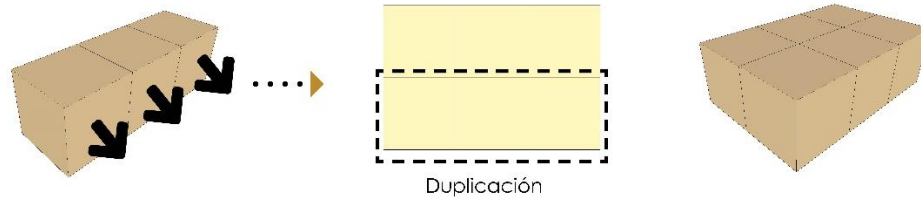


Figura 48. Adición lineal, Tipología 1.2-3
Muestra la adición de módulos en forma lineal, siendo destinados para espacios. Elaboración propia.

Duplicación: al tener una conformación lineal de 3 o 4 módulos, se realiza una duplicación lateral conformando un volumen compacto, como se evidencia en la figura 49.

● Tipología 1



● Tipología 2-3

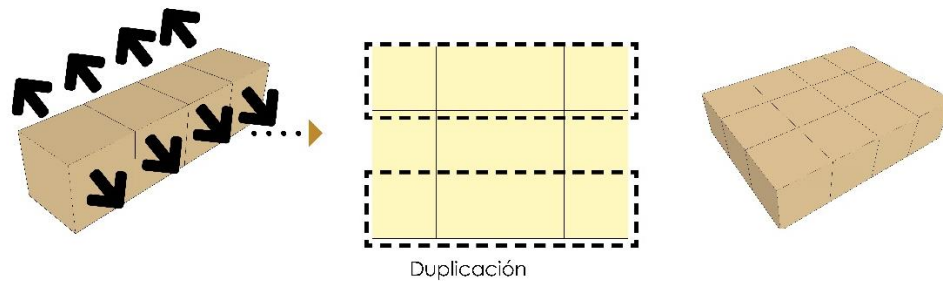
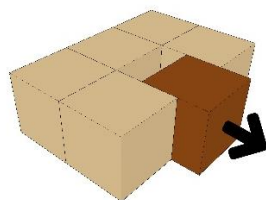


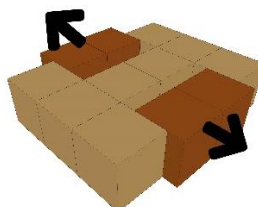
Figura 49 Operación de duplicación, tipología 1, 2 y 3. Muestra las operaciones de diseño de duplicación laterales utilizadas para el diseño de las tipologías. Elaboración propia.

Sustracción: al tener el volumen compacto con cada uno de los espacios laterales, se sustraen módulos de tal forma que se identifique un espacio central en cada una de los prototipos, los módulos que resulten después de esta operación, serán destinados para espacios de habitaciones, zonas de trabajo y depósitos.

● Tipología 1



● Tipología 2



● Tipología 3

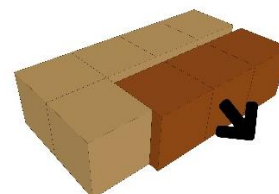


Figura 50. Operación de sustracción, tipología 1, 2 y 3. Muestra la sustracción de módulos para completar la distribución de espacios del prototipo. Elaboración propia.

Adición vertical: al tener una tipología de dos niveles, se realizó una adición vertical con tres módulos de su composición lineal como se ve en la figura 51, en la cual se destinaran espacios privados como los son las habitaciones.

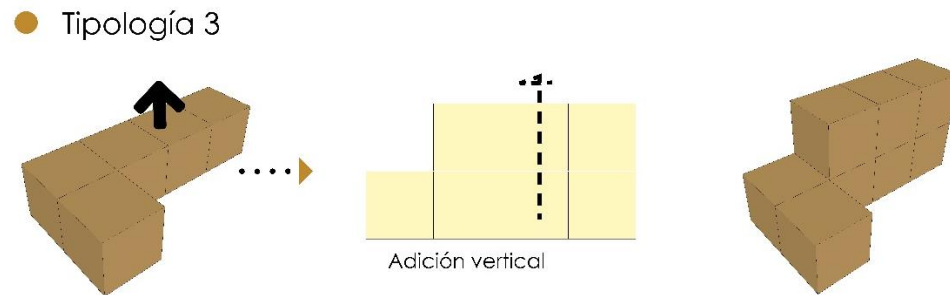


Figura 51. Operación de adición vertical, tipología 3. Muestra la adición vertical en la tipología 3. Elaboración propia.

Al realizar cada una de estas operaciones por cada tipología, se determinó una **centralidad** en cada uno de estos y cada uno de los accesos que cada uno de estos prototipos tienen, como se puede evidenciar en la figura 52.

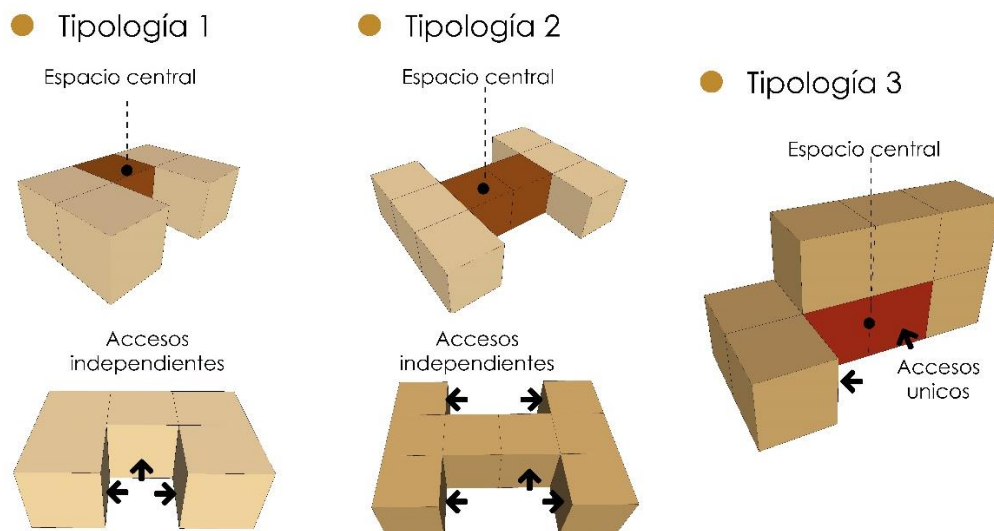


Figura 52. Centralidad en tipologías. Muestra cada una de las centralidades en cada prototipo, con diferentes accesos. Elaboración propia.

11. Organigramas del prototipo de vivienda modular

La vivienda rural se caracteriza por tener espacios básicos que cubren las necesidades básicas del campesino, la figura 53 muestra la organización general del prototipo modular, teniendo en cuenta cada espacio social como lo es la sala y la cocina, también espacios de servicios como lo son el baño y el lavado, espacio privado como lo son las habitaciones y espacio de trabajo con su respectivo deposito.

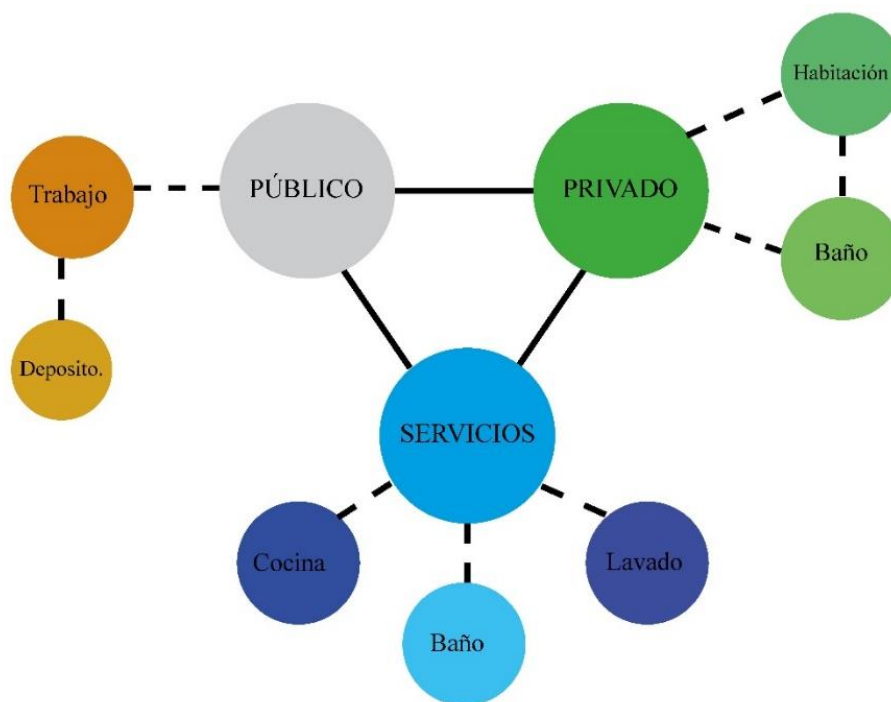


Figura 53. Organigrama general de la vivienda
Muestra la distribución y relación de cada uno de los espacios de la vivienda. Elaboración propia.

También se especifica la relación que tiene el usuario con la vivienda y la conformación de cada espacio como se muestra en la Figura 54, que establece el grupo familiar y las diferentes actividades que se realizan dentro de la vivienda.

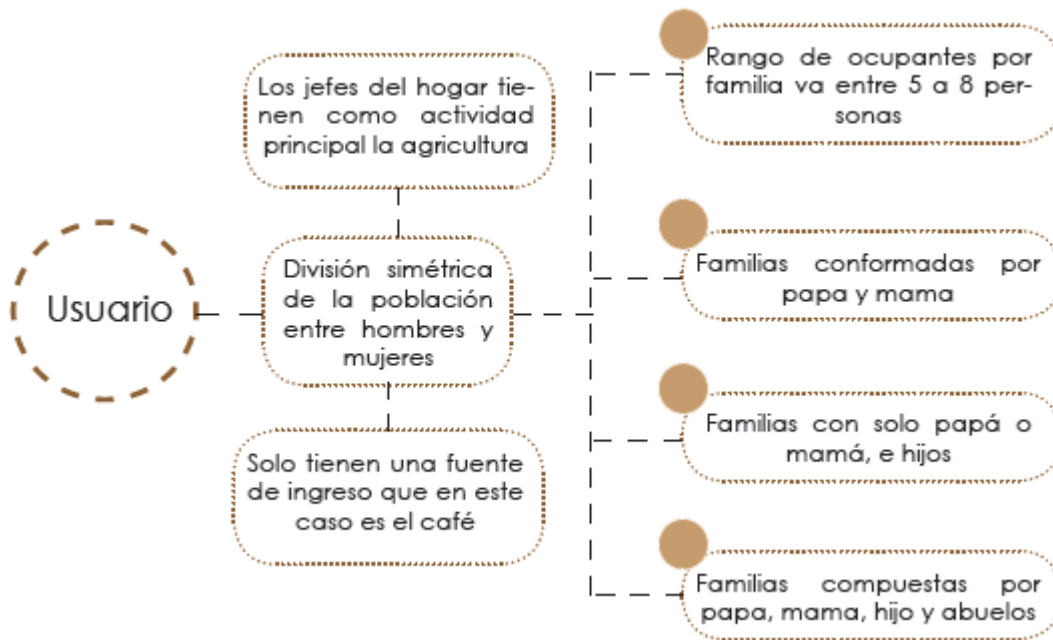


Figura 54. Relación usuario-actividades
Muestra la conformación del núcleo familiar y la actividad que realizan. Elaboración propia.

En la distribución y la relación de cada uno de los espacios de la vivienda, el prototipo busca la relación de lo interior y lo exterior, implementando la actividad productiva que realiza el campesino con la vivienda, esto con el fin de generar mejores aspectos económicos al ocupante y buscar un nuevo lenguaje de la vivienda rural, dentro del paisaje cafetero. Las principales actividades de la vivienda son:



Figura 55. Actividad de la vivienda
Muestra cada uno de los espacios que tendrá la vivienda con relación al entorno natural. Elaboración propia.

12. Exploraciones espaciales del proyecto modular

Para el desarrollo espacial y la conformación del prototipo de vivienda, se tiene en cuenta la relación de cada uno de los espacios necesarios que debe tener la vivienda rural, en este caso son: cocina, comedor, sala, dormitorios, baños y corredores exteriores que funcionan como espacios de socialización. El prototipo modular quiere implementar la actividad económica como parte fundamental de la vivienda reflejando el entorno natural dentro de esta, seguido de esto se establece una modulación estándar que tendrá la oportunidad de ser progresiva, ya sea hacia la parte lateral o en verticalmente.

En las siguientes figuras, se evidencia los espacios que tendrá cada tipología de vivienda, y como se integra la zona productiva a las actividades diarias de la vivienda como ya se había mencionado.

● Tipología 1

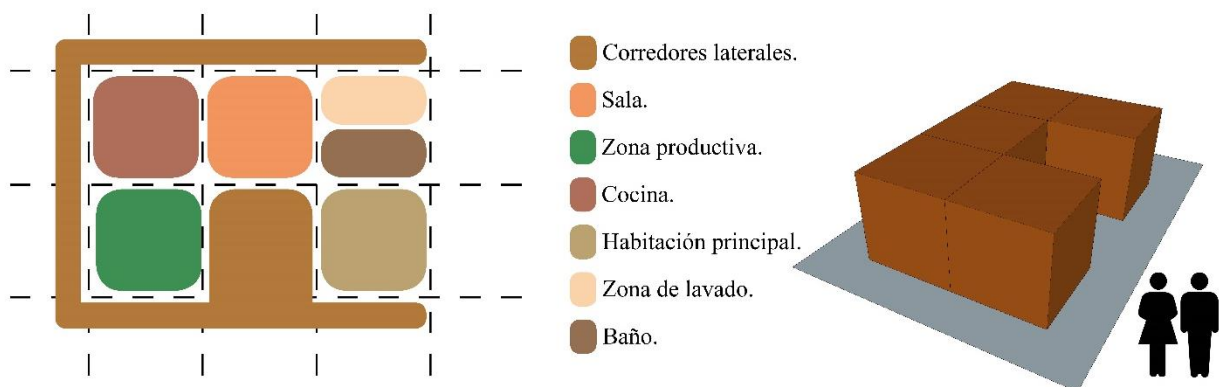
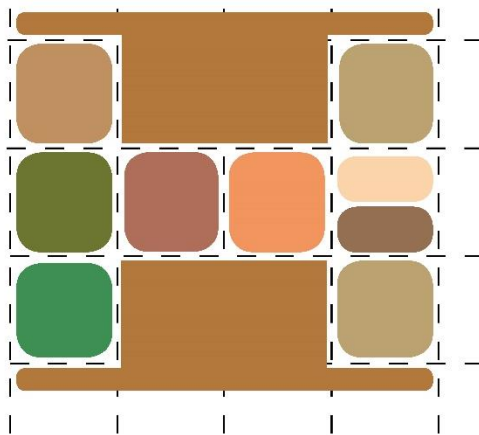


Figura 56. Zonificación tipología 1
Muestra la zonificación y relación de espacios de la tipología del prototipo estándar. Elaboración propia.

● Tipología 2



- Corredores laterales.
- Sala.
- Zona productiva.
- Deposito.
- Cocina.
- Deposito de cocina.
- Habitación principal.
- Habitación secundaria.
- Zona de lavado.
- Baño.

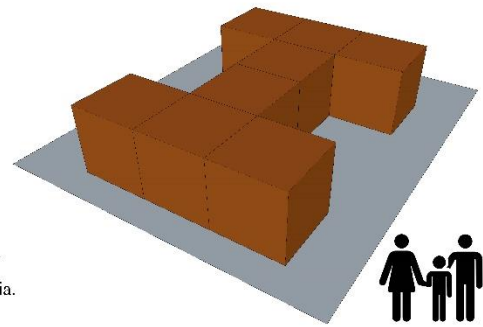
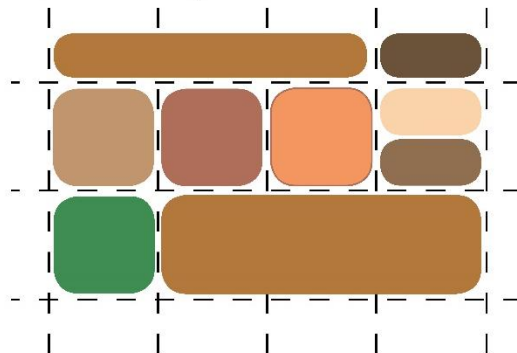
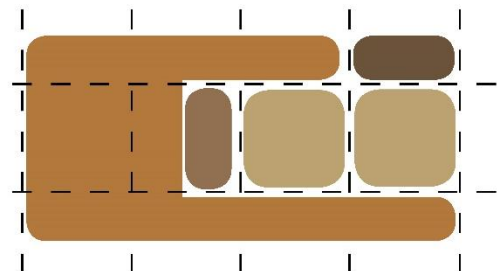
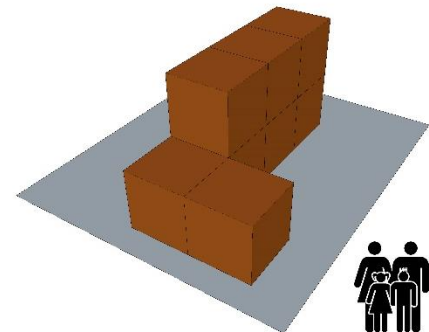


Figura 57. Zonificación tipología 2
Muestra la zonificación y relación de espacios de la tipología estándar del prototipo progresiva lateral. Elaboración propia.

● Tipología 3



- Corredores laterales.
- Sala.
- Zona productiva.
- Cocina.
- Deposito.
- Escaleras
- Zona de lavado.
- Baño.



- Terraza.
- Habitaciones.
- Baño.
- Escaleras

Figura 58. Zonificación tipología 3
Muestra la zonificación y relación de espacios de la tipología 3 con adición vertical. Elaboración propia.

13. Distribución y relación espacial de la vivienda

Dentro del planteamiento del proyecto, se busca conformar un prototipo de vivienda modular, que tenga en cuenta las principales características tradicionales de la vivienda rural actual; se quiere implementar una distribución que refleje las principales tipologías de la presentes en la zona, con espacios laterales que se entienden como corredores y lugares sociales para el habitante, de igual forma pensando en las necesidades económicas del campesino se integra un espacio de trabajo que supla las necesidades de trabajo del ocupante como se ve en la figura 59, siendo esta la tipología estándar de vivienda, que tiene una tipología en C.

El prototipo de vivienda modular tipo 1, de 45 m² consta de 4 espacios básicos para el ocupante que son cocina, sala, habitaciones, baño y un nuevo espacio adicional que es la zona de trabajo, la idea principal es brindar al campesino una nueva forma de sustento económico en su mismo espacio de residencia.

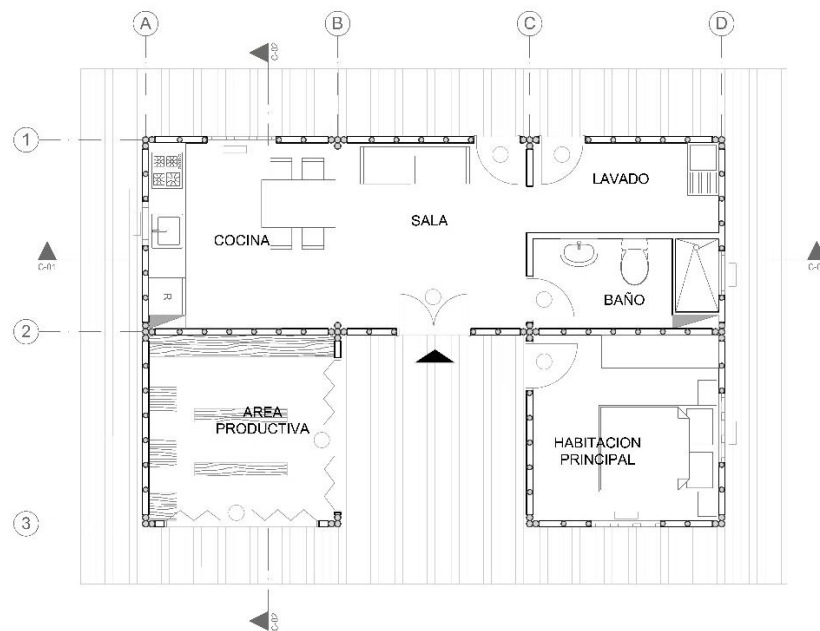


Figura 59. Prototipo estándar

Muestra la relación entre cada espacio y la integración de la zona productiva con la vivienda. Elaboración propia. Archicad.



Figura 60. Prototipo de vivienda tipo 1
Muestra el diseño exterior de la vivienda tipo 1. Elaboración propia. Archicad.

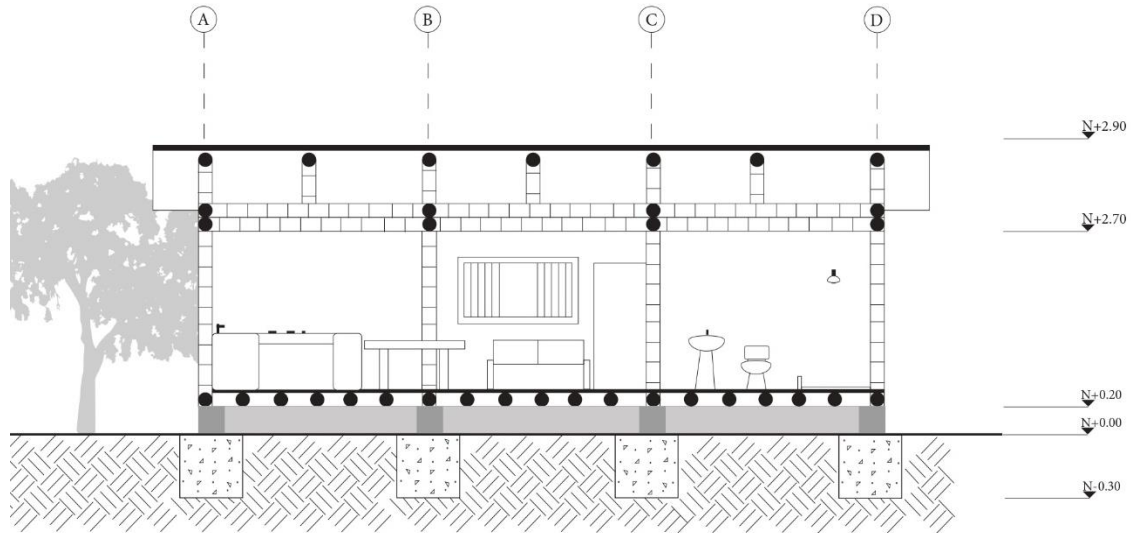


Figura 61. Corte longitudinal tipo 1
Muestra varios espacios interiores del prototipo 1 y su estructura en guadua. Elaboración propia. Archicad

Por otro lado también se implementaran dos tipologías más que se acoplen al número de integrantes por familias, que tendrá la posibilidad de ser progresiva como ya se ha mencionado, en este caso la tipología 2 de 72 m², como se ve en la figura 62, se compone de los siguientes

espacios, que lo son cocina, deposito, sala, estudio, dos habitaciones, dos baños, una zona de trabajo con su respectivo modulo, este tipo de vivienda tiene la posibilidad de expandirse hacia la parte lateral según las necesidades y el número de integrantes de familia que corresponde a no más de 4 de ellos.

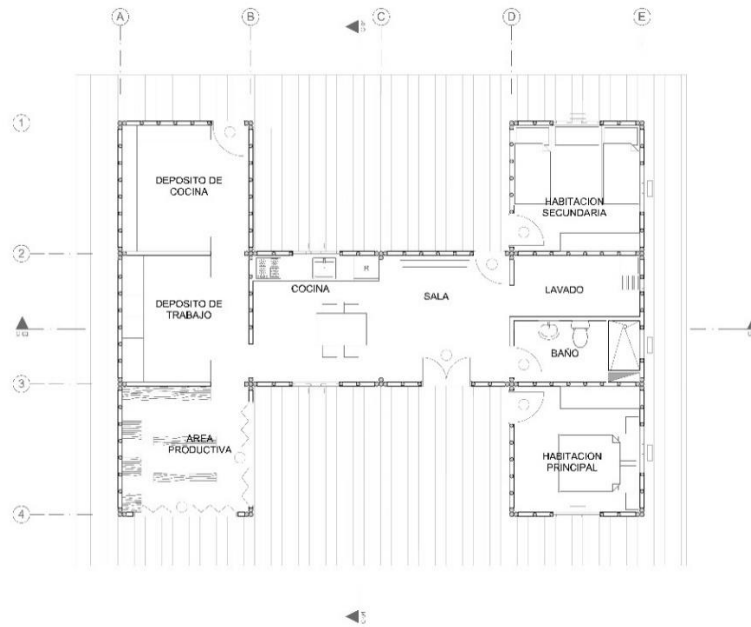


Figura 62. Tipología 2

Muestra la relación entre cada espacio y la integración de la zona productiva con la vivienda y la adición de más espacios. Elaboración propia. Archicad.



Figura 63. Prototipo de vivienda tipo 2

Muestra la imagen de la vivienda rural tipo 2. Elaboración propia. Archicad.

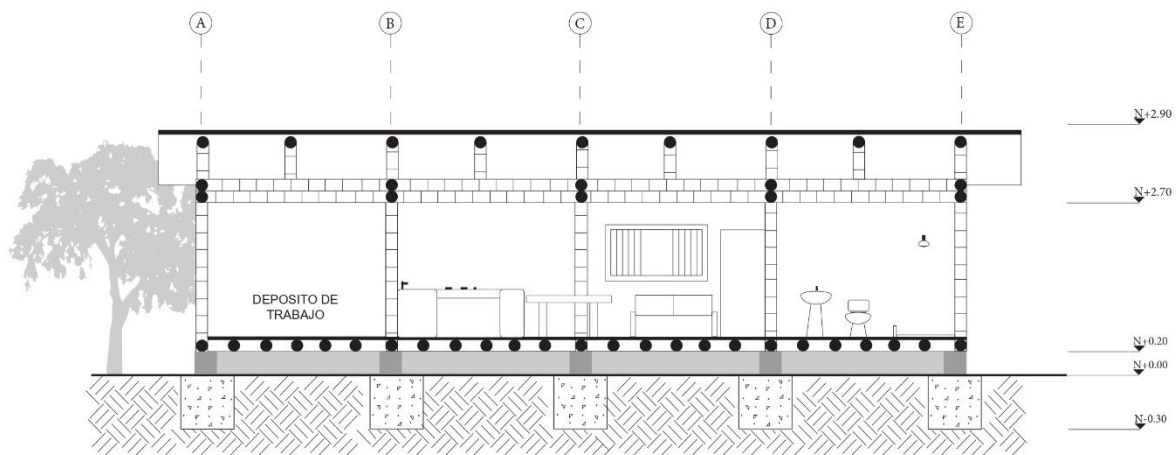


Figura 64. Corte transversal tipo 2
Muestra diferentes espacios interiores de la tipología 2y su estructura en guadua. Elaboración propia. Archicad

Por ultimo esta la tipología 3 de 90 m2, que consta de espacios tales como cocina, deposito, sala, estudio, 2 o 3 habitaciones, dos baños, una zona de trabajo con su respectivo espacio de depósito. Esta vivienda será progresiva en sentido vertical, esto quiere decir que se conformara de dos niveles dejando la zona privada (habitaciones) en el segundo bloque, como se interpreta en la figura 65.

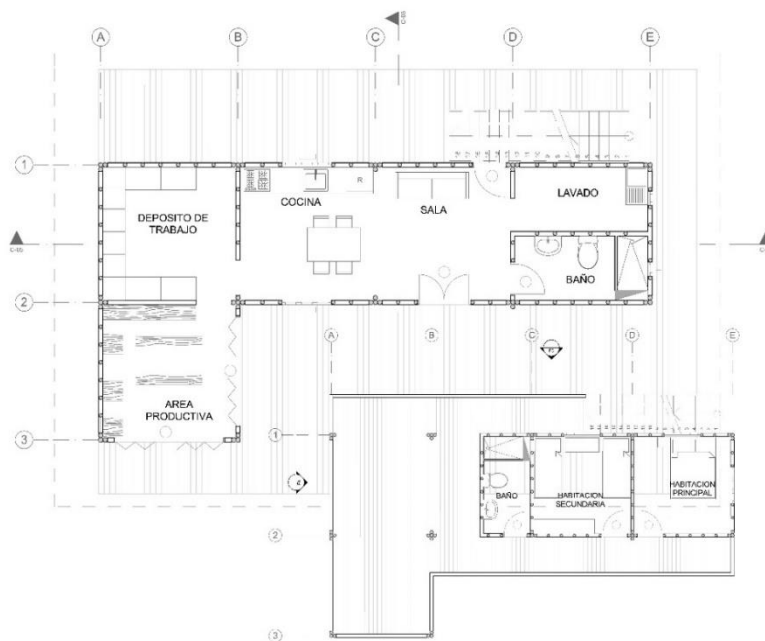


Figura 65. Tipología 3
Muestra la relación entre cada espacio y la integración de la zona productiva con la vivienda y la adición de más espacios en un segundo nivel del prototipo. Elaboración propia. Archicad.



Figura 66. Prototipo de vivienda rural tipo 3
Muestra la imagen de la vivienda rural tipo 3. Elaboración propia. Archicad.

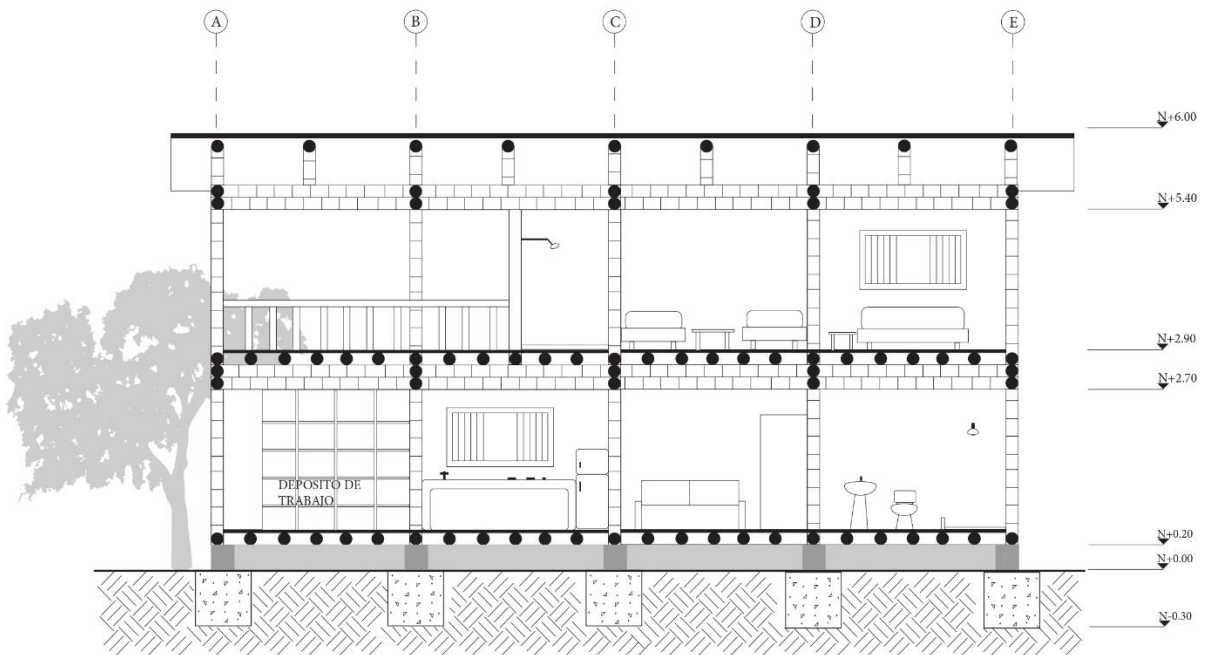


Figura 67. Corte longitudinal tipo 3
Muestra diferentes espacios interiores de la tipología 3 y su estructura en guadua. Elaboración propia. Archicad

El implementar un prototipo de vivienda modular en la zona rural de Manizales tiene como estrategia reducir los gastos económicos del ocupante con relación a diferentes temas como el de construcción, ya que al construir con guadua tiene una reducción en gastos del 30%, otro de estos temas es integrar la vivienda con una actividad de desarrollo productivo, ya sea carpintería, agricultura o artesanías que brinda la oportunidad de tener otros ingresos económicos al campesino. Por otro lado es importante destacar el modo de vida y las condiciones en que viven hoy en día los campesinos, debido a que no es un tema de gran relevancia en el estado colombiano.

14. Especificaciones de la guadua como material constructivo y su costo en la construcción

Para el desarrollo fácil ensamblaje de la vivienda modular, se tienen en cuenta cada una de las uniones y cortes que debe tener la guadua para su montaje, en este caso se describirán cada uno de estos, empezando por la cimentación, seguido de la unión entre cimentación-columnas, la debida construcción de los muros, ensamble de puertas y ventanas, y la debida estructuración de la cubierta.

En primer lugar se tiene la cimentación, la cual se establece teniendo en cuenta el tipo de suelo que se presenta en la zona; la vereda Alto corito donde se va a establecer el prototipo, presenta un tipo de suelo de ceniza volcánica, con una textura franco arenosa, con un buen desarrollo de estructura y una adecuada porosidad y aireación, debido a que los suelos por su alto contenido de alófana son de muy difícil dispersión y ligeramente ácido, por estas características se determinó que el tipo de cimentación debe ser con cemento ciclópeo. Es muy importante la limpieza del terreno antes de la implantación del prototipo, ya que si no se hace como es debido con el tiempo la edificación tendrá problemas de humedad y posibles plagas. Para evitar la humedad en el prototipo de vivienda es importante establecer que la guadua no debe tener un contacto directo con el suelo.

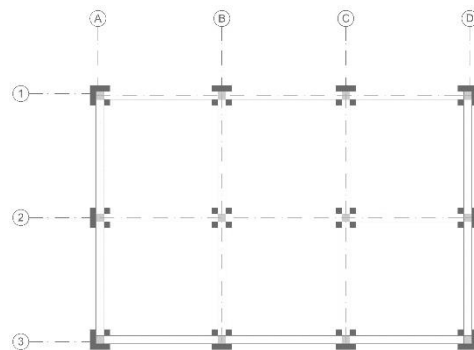


Figura 68. Cimentación
Muestra la cimentación regular que tiene la vivienda. Elaboración propia.

En segundo lugar, las columnas si se construyen en guadua no deben tener un contacto directo con el sol o el agua; estas deben estar aisladas del suelo por medio de un dado de concreto o en mampostería y deberá tener un separador de metal o cualquier material impermeable, puede ser una pletina o un tubo en el cual se empotra la guadua, este elemento debe ser un elemento resistente a corte. Las uniones entre una guadua y el cemento, deberán ir perñadas, en cada perforación estas deben rellenarse con mortero y estas ir ancladas al cemento.

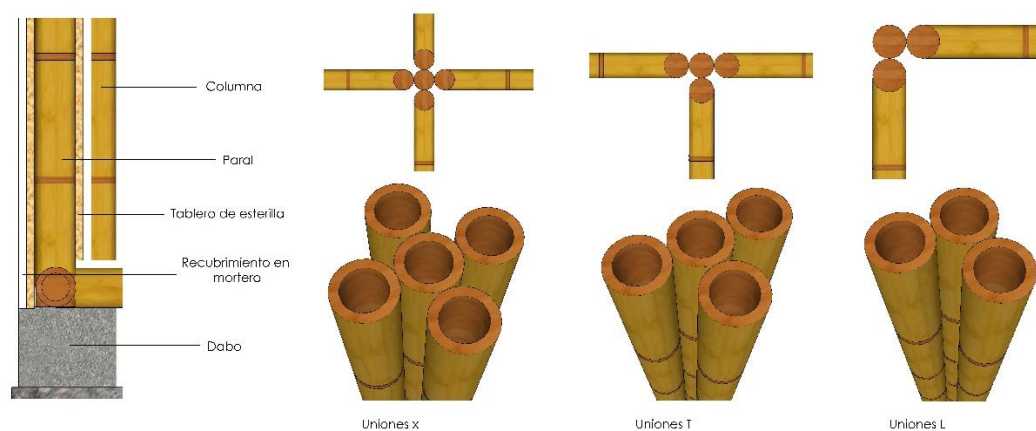


Figura 69. Uniones entre columnas.

Muestra cada una de las uniones que pueden tener las columnas según el modulo en X, T o L. Elaboración propia.

En tercer lugar, los muros del prototipo irán en bahareque encementado, siendo este el principal sistema constructivo de la zona rural de Manizales, estos se clasifican en muros estructurales con diagonales que comprenden de una solera superior, una solera inferior, pie derechos, elementos inclinados y recubrimiento con mortero de cemento y otros muros no estructurales que tendrán la función de solo dividir espacios en la vivienda. Cada uno de los muros del prototipo van formados por paraleles de bambú de 10 cm, cada uno dispuesto entre 30 o 40 cm de distancia, también llevan tableros de esterilla, que llevan un distanciamiento no mayor a 2cm sobre la guadua y por ultimo estarán cubiertas por mortero como ya se mencionó por cada

uno de sus lados. Las soleras que van en la parte inferior y superior pueden ser en madera aserrada o en guadua como lo establece la norma.

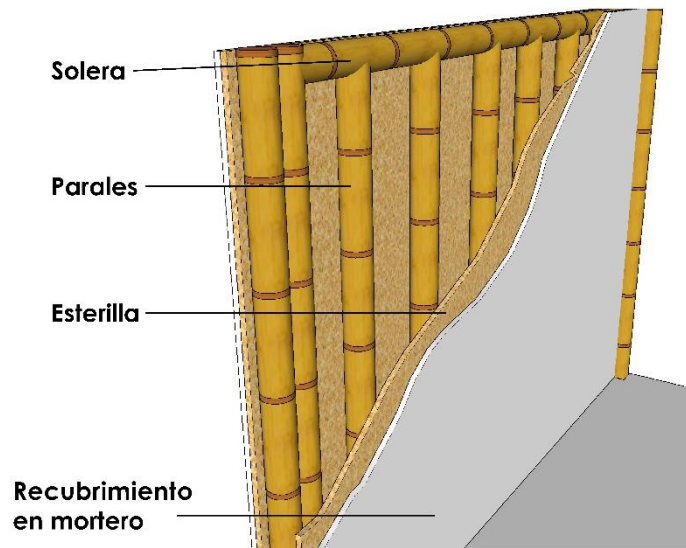


Figura 70. Muro en bahareque
Muestra la conformación del muro en bahareque y cada una de sus partes. Elaboración propia.

Por último, la cubierta del prototipo debe ser mucho más liviana que el resto de composición, y se debe tener en cuenta el cuidado y el no contacto con el agua y el sol, ya que al ser así, tendrán un deterioro muy rápido. El material con que se decida cerrar la cubierta, deberá ser impermeable para protegerlo de la humedad que se pueda presentar en la zona. Con relación al cielo-raso, este debe ser construido con materiales livianos, anclados a la estructura del entrepiso o de la misma cubierta, permitiendo la ventilación al interior. Dentro de este proceso constructivo, cabe resaltar que se realizaron una serie de detalles arquitectónicos, que muestran a detalle su sistema constructivo y la unión de los materiales como se evidencia en la figura 72.

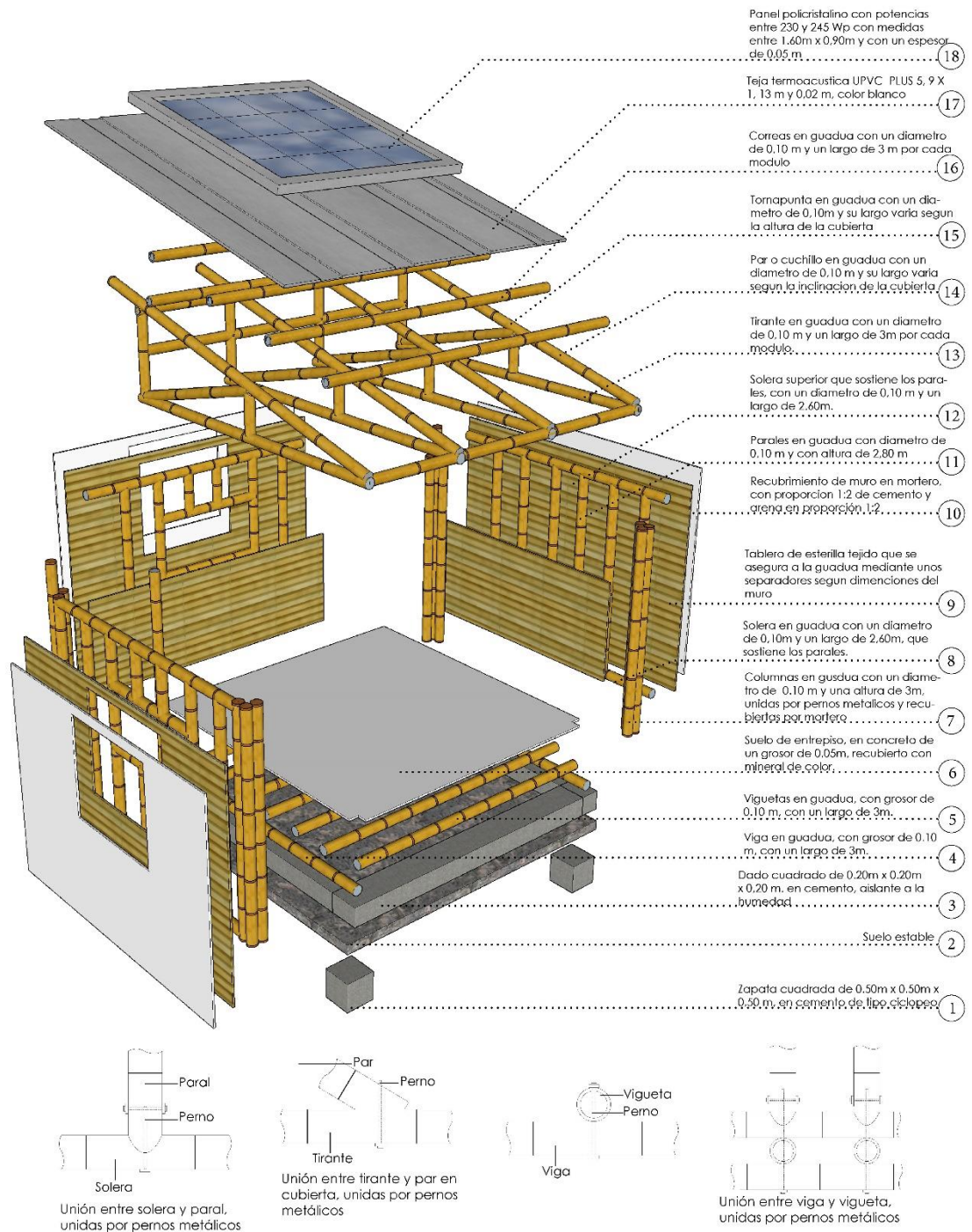


Figura 71. Despiece del modulo
Muestra cada uno de los componentes del módulo y sus tipos de uniones. Elaboración propia.

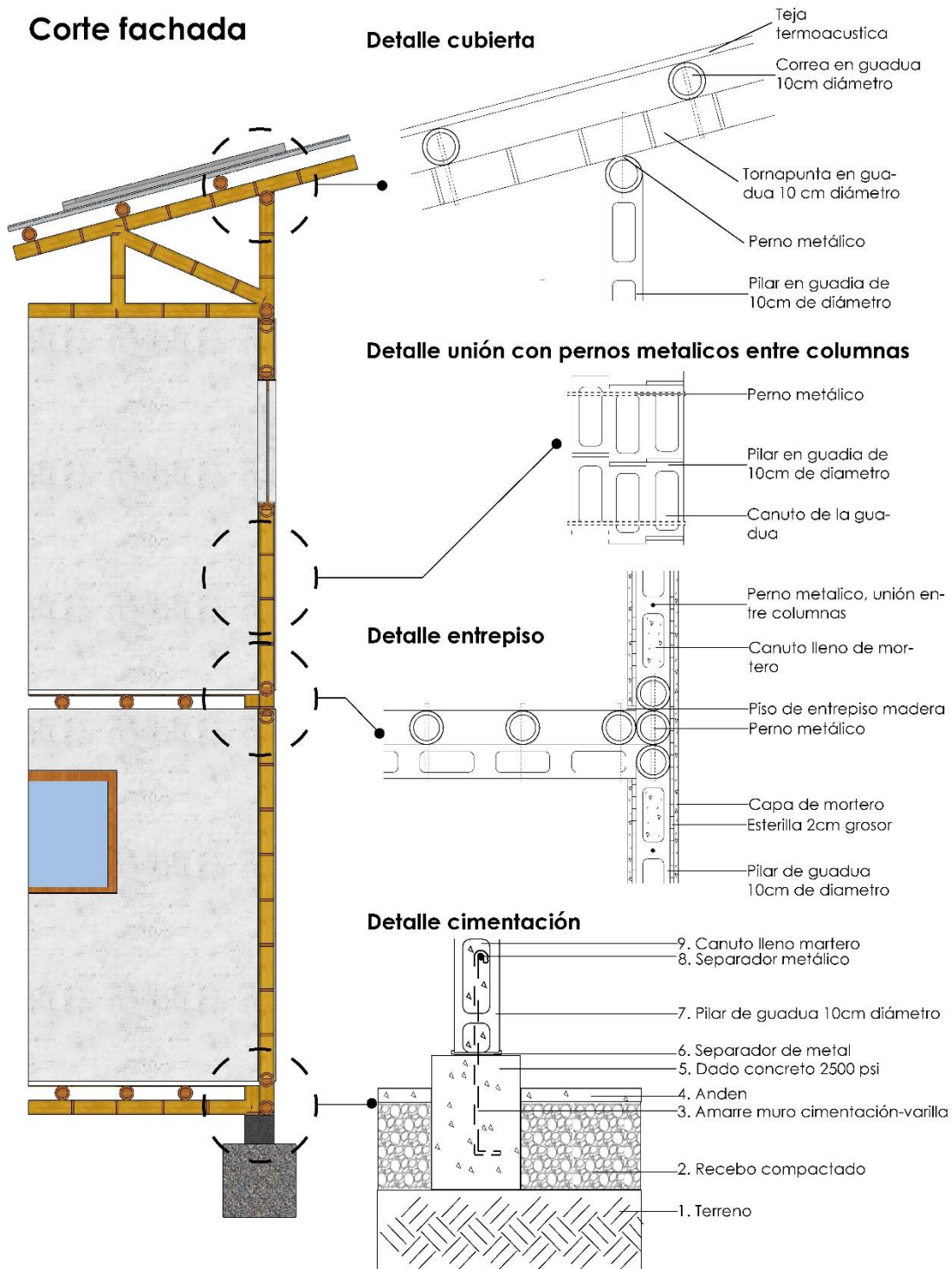


Figura 72. Detalles arquitectónicos
Muestra detalles arquitectónicos de cimentación, entepiso, muros y cubierta. Elaboración propia. Archicad

Por otro lado, dentro del proceso y diseño de cada uno de los prototipos que se gestionaron según las necesidades básicas de habitabilidad del campesino y con la nueva creación de espacios en beneficio a este, se realizó un presupuesto de costos que tiene una vivienda en guadua para la zona rural del municipio. Para la determinación de cada uno de los costos y materiales que son necesarios para su construcción, se tuvo en cuenta empresas externas dedicadas a este proceso, en este caso fue la entidad Guadua Colombia, quienes corroboraron con la siguiente información:

Tabla 2. Costo de una vivienda en guadua

Sistema constructivo	M2	Valor por metro	Valor total
Sistema en bahareque	45 m2	\$ 600.000	\$ 27.000.000
encementado con	72 m2	\$ 600.000	\$ 42.200.000
acabados óptimos para su habitabilidad.			
El costo incluye cimentación (zapatas y dados).	90 m2	\$ 600.000	\$ 54.000.000

Nota. Mediante el análisis de precios para una vivienda en guadua se determinaron unos precios iniciales que indagaron el valor total de una vivienda en guadua, esto se realizó con la ayuda de una entidad que se encarga de la construcción de estas unidades habitacionales.

Seguido de esto, se determinó una comparación en costo de una vivienda con diferentes sistemas constructivos como se evidencia en la figura 73, donde se determina que la construcción con guadua es en un 30% más económica.

TIPO EN MATERIALES Y MANO DE OBRA	EJEMPLO DE M2 = ÁREA	VALOR M2 DESDE	TOTAL PROMEDIO
SOLO ESTRUCTURA EN GUADUA	80	\$180.000,00	\$14.400.000,00
BAHAREQUE ENCEMENTADO, TAPIA PISADA O MURO TENDINOSO.	80	\$500.000,00	\$40.000.000,00
CONSTRUCCION COMBINADA	80	\$600.000,00	\$48.000.000,00
BIOCONSTRUCCION SOSTENIBLE COMBINADA	80	\$800.000,00	\$64.000.000,00
ESTRUCTURA CONVENCIONAL (ladrillo, varilla y concreto)	80	\$1.000.000,00	\$80.000.000,00

Figura 73. Comparación de costos

Muestra la comparación de cada uno de los sistemas constructivos para una vivienda. Tomado de Guadua Bambu Colombia

- Guadua entera: 80
- Alambre dulce: 27 kg
- Hierro 1/2": 47 varillas
- Hierro 3/8": 140 varillas
- Hierro 3/4": 2 varillas
- Tabla formaleta: 30
- Malla con vena: 210
- Tornillos 3/8" de 30 cm: 170
- Llave de paso: 2
- Tela asfáltica: 240 m
- Adaptador hembra 1/2": 9
- Adaptador macho 1/2": 6
- Llave terminal 1/2": 2
- Alambre eléctrico 8: 36 m
- Alambre eléctrico 10: 20 m
- Alambre eléctrico 12: 60 m
- Alambre eléctrico 14: 40 m
- Curvas conduit 1/2": 27
- Curvas conduit 3/4": 2
- Cajas 2cm * 2cm: 16
- Caja para 2 circuitos: 1
- Esterillas: 60
- Sepas macanas 2.5m: 54
- Vigas pisadoras 6m: 10
- Cemento: 80 bultos
- Gravilla 15 m³
- Listones: 20
- Puntilla: 20kg
- Codos 2": 8
- Codos 3": 4
- Duchas: 1
- Sifón de 2": 2
- Tubo 2" de 6m: 2
- Tubo 4" de 6m: 2
- Unión 1/2": 5
- Semicodo: 22:4
- Ye 2" * 2": 2
- Sanitario: 1
- Lavadero: 1
- Conectores: 2
- Plafones: 8
- Switche doble: 3
- Macanas: 17
- Cinta aislante: 2 rollos
- Puertas: 5
- Sepas 2.5m: 20
- Vigas 7.50m: 2
- Varillones 4m: 10
- Arena de revoque: 7m³
- Afrimado: 15 m
- Tuercas: 340
- Arandelas 340
- Codos 1/2": 15
- Codos 4": 3
- Tejas: 1600
- Tees 1/4": 6
- Tubo 3" de 6m: 1.5
- Tubo 1/2" de 1m: 24
- Unión 4": 1
- Tapón 1/2": 6
- Soldadura PVC: 1/32
- Lavaplatos: 1
- Tomas dobles: 4
- Varilla de cobre: 1
- Automáticos: 2
- Switche sencillo: 2
- Cedro rosado: 1
- Limpiador PVC: 1/32
- Ventanas: 5
- Vigas 10 m: 3
- Varillones 8m: 16

Figura 74. Materiales para la construcción de una vivienda
Muestra la lista de materiales que se requieren para la construcción de una vivienda. Tomado de Fedeguadua

15. Sistemas renovables dentro del prototipo

El prototipo modular tiene como objetivo la sostenibilidad no solo por la guadua, si no por elementos que sostenibles dentro de la vivienda, esto con el fin de generar un ahorro económico y contribuir con el cuidado del medio ambiente.

Siendo así, en la vivienda se implementara un sistema de recolección de aguas lluvias, siendo este un método sencillo para el abastecimiento de agua de uso doméstico y en el caso de la zona rural también agrícola, la función principal que tiene este sistema es interceptar, recolectar y almacenar el agua lluvia para su debido uso. El implementar este sistema trae consigo ciertas ventajas las cuales son:

- No requiere energía para su desarrollo
- Fácil de mantener
- Comodidad y ahorro de tiempo

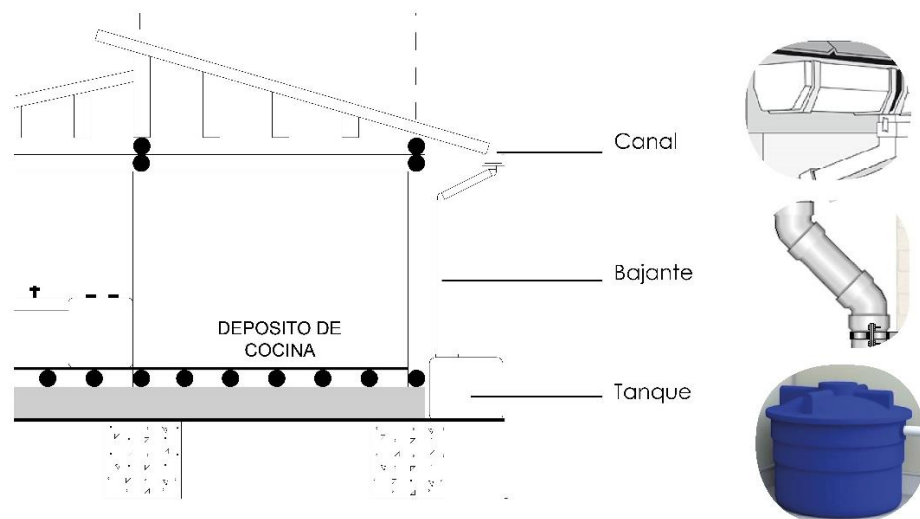


Figura 75. Perfil de recolección aguas lluvias
Muestra en perfil la conformación de sistema de aguas lluvia en la vivienda. Elaboración propia. Autocad.

Por otra parte, se quiere implementar un sistema de paneles solares, de esta forma, se define que un panel solar es un dispositivo que permite aprovechar la energía solar. También se le puede llamar como módulo solar. Cuando hay luz solar, una célula solar se comporta casi como una batería. La luz solar recibida separa los electrones de modo que forman una capa de carga positiva y una de carga negativa en la célula solar; esta diferencia de potencial genera una corriente eléctrica.

Estos paneles se conectan a su vez a una batería que almacena la electricidad generada y es esta carga la que se utiliza. Los paneles solares se componen de células fotovoltaicas (PV), que convierten la luz solar en electricidad de corriente continua (DC) durante las horas del día.

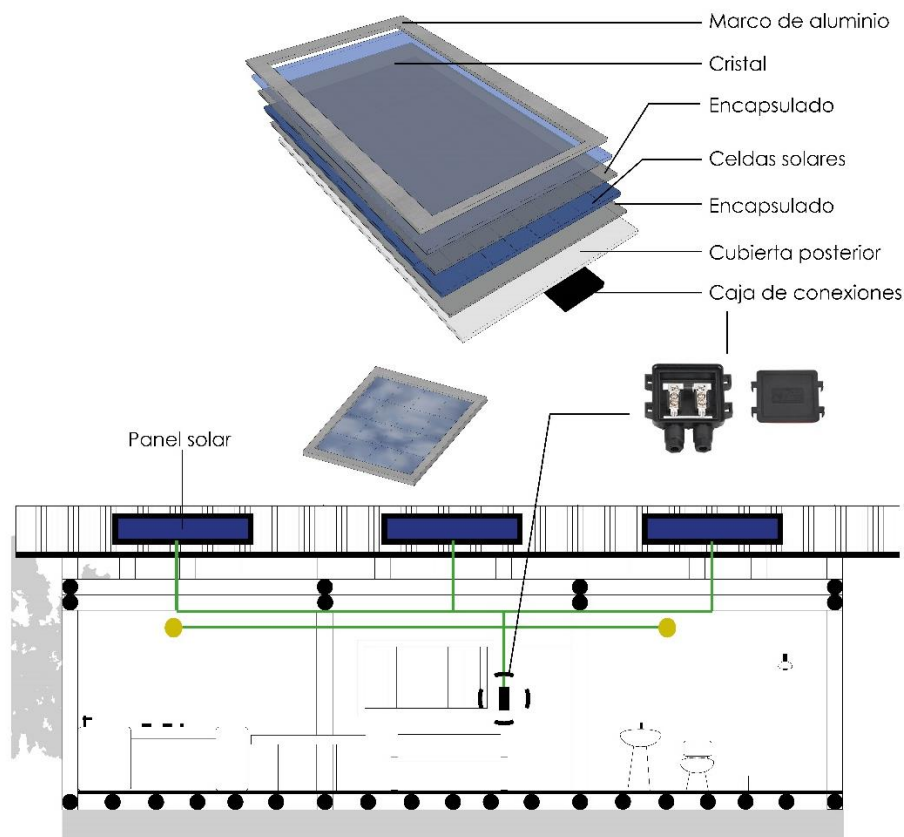


Figura 76. Panel solar

Muestra las partes de un panel solar y como este reparte energía a la vivienda. Elaboración propia.

Por último, se tiene la implementación de un pozo séptico, que funciona como una un recipiente temporal donde se depositan las aguas negras que provienen de la unidad de vivienda. Se puede diseñar un sistema de uno a tres tanques. También controla la reducción y depuración de organismos patógenos y bacterias generadas por las actividades domésticas que afectan de forma directa la salud de la población. Este debe tener una profundidad mínima de 1m para poder separar de forma adecuada los residuos sólidos y materia orgánica.

Emplea materiales como ladrillo, una capa inferior de recebo, la base en concreto reforzado e impermeabilizado, tapa en concreto y conducto para el mantenimiento y ventilación.

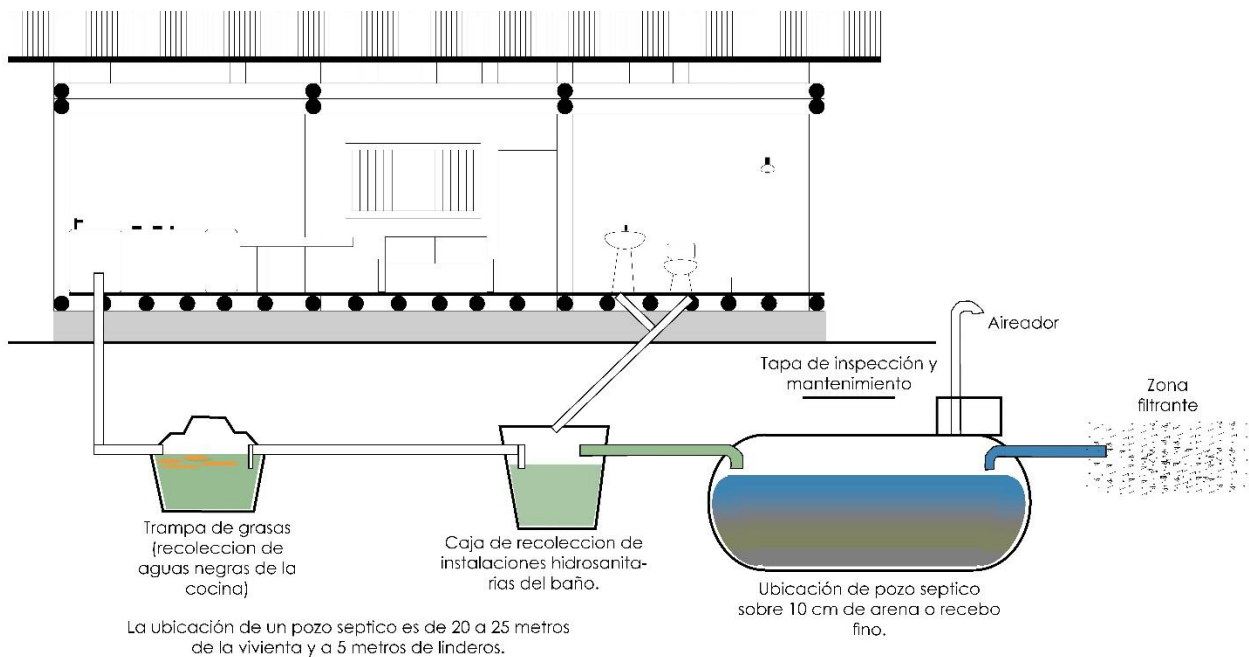


Figura 77. Pozo séptico
Funcionamiento del sistema de pozo séptico en la vivienda. Elaboración propia.

16. Bioclimática

Dentro del análisis bioclimático en cuanto a asolación y vientos de cada uno de los prototipos, se establecieron varias características con relación a sistemas de cerramientos inferiores de vientos, la ubicación de este controlando la asolación y vientos en el prototipo, generación de calor, ventilación natural, disminución del consumo energético este con referencia a la implantación de paneles solares y ventilación natural. Es importante destacar que el uso de materiales naturales no contaminantes, no poseen ningún tipo de emisiones que puedan afectar la salud de los ocupantes.

En primer lugar, la ubicación de la vivienda estará en sentido norte-sur, con acceso hacia el norte, dando una asolación a los lados laterales de cada uno de los prototipos. Por otro lado, los dados que van en la parte inferior de la vivienda, serán completos alrededor de esta, evitando la entrada de vientos frescos por esta parte del prototipo.

Siendo así, la vivienda rural tendrá un sistema de captación de energía por medio del uso de los paneles solares que van ubicados en dirección sur-norte, lo cual permite una captación de rayos solares en sentido oriente-occidente con el fin de generar energía al interior de la vivienda, además este debe tener una inclinación no menor al 17%. Por otro lado, la vivienda cuenta con un sistema de ventilación natural hacia el interior de la vivienda, la cual se efectúa por medio de los pequeños orificios de la cubierta, que a su vez permiten la salida y regulación del calor dentro de la vivienda.

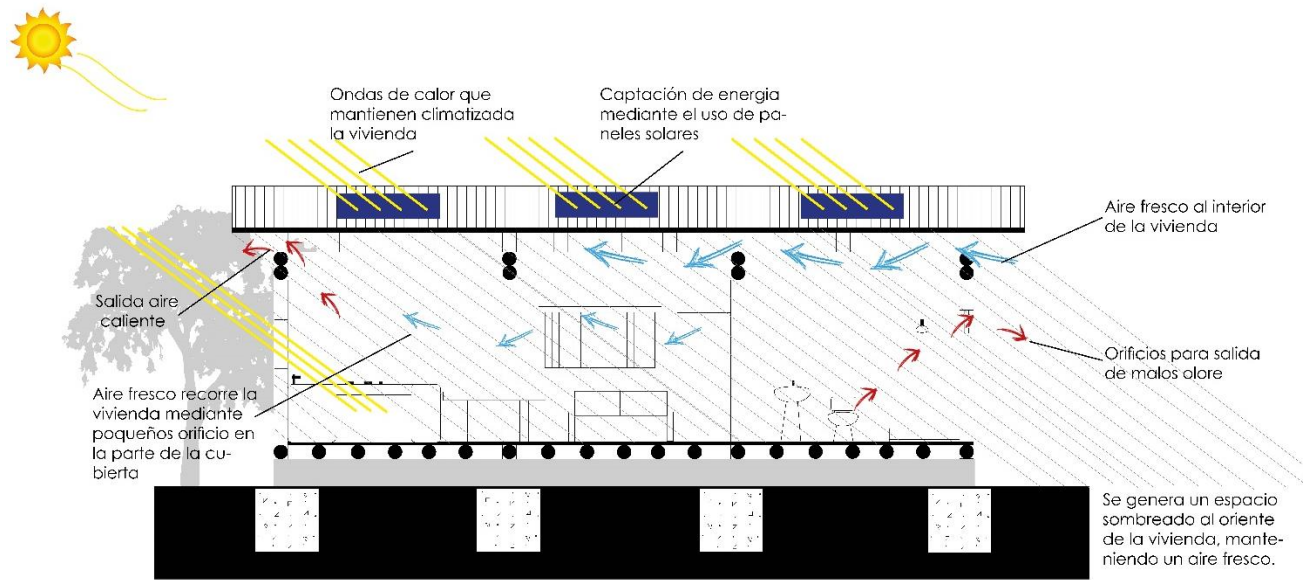


Figura 78. Análisis bioclimático, tipología 1. Muestra las determinantes del sector como lo son la asolación y los vientos dentro del prototipo. Elaboración propia.

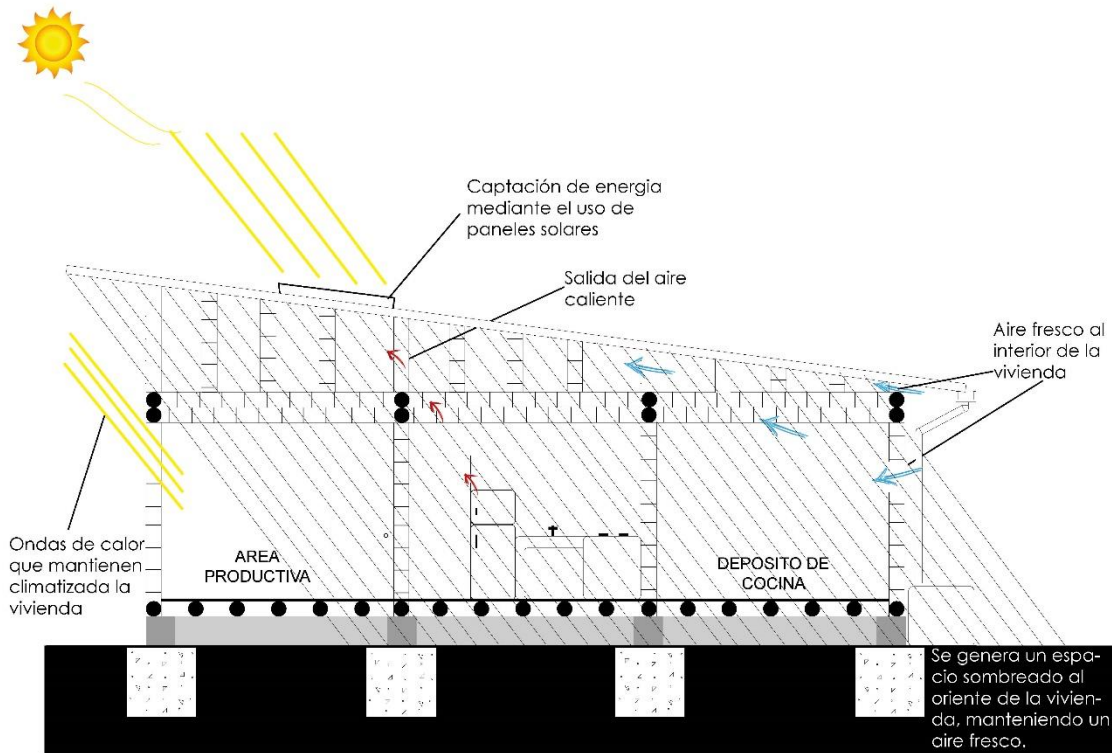


Figura 79. Análisis bioclimático, tipología 2. Muestra las determinantes del sector como lo son la asolación y los vientos dentro del prototipo. Elaboración propia.

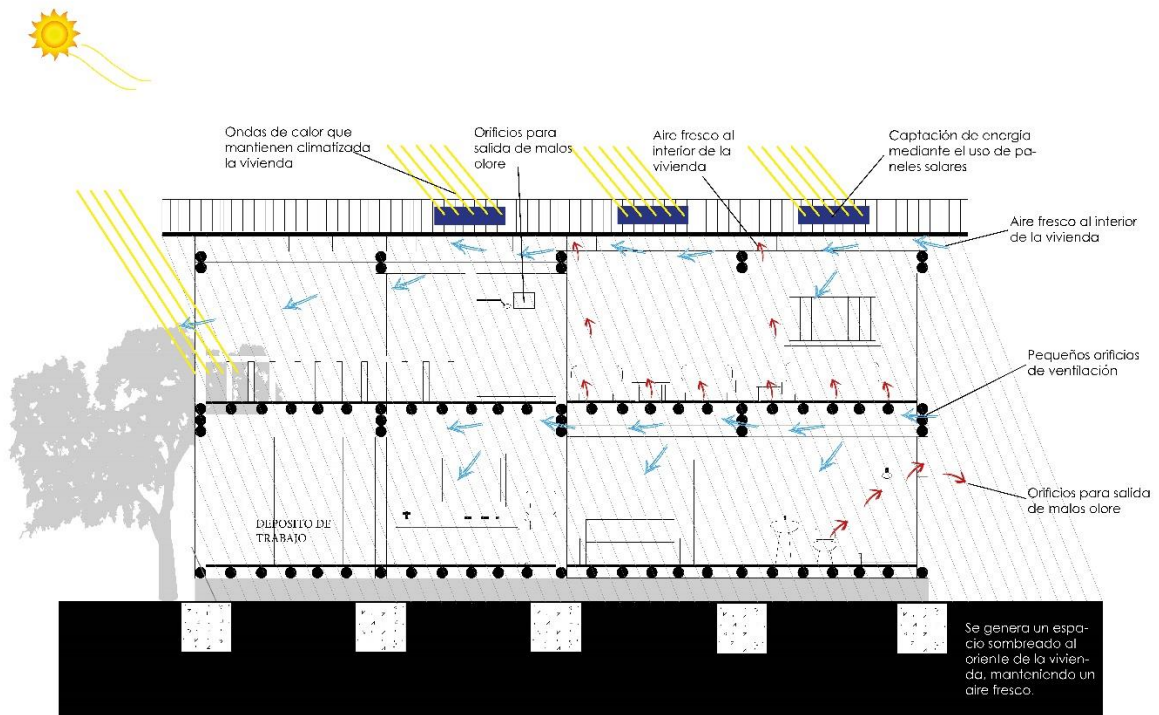


Figura 80. Análisis bioclimático, tipología 3. Muestra el análisis de vientos y asolación de la tipología 3 del prototipo. Elaboración propia.

17. Conclusiones

La vivienda rural ha sido uno de los temas con menos interés hoy en día, muchas de estas unidades habitacionales no cuentan con la cobertura de varios servicios públicos, además son construidas artesanalmente por el campesino, sin tener en cuenta un sistema estructural dentro de ellas, lo cual esto pone en peligro la vida de sus ocupantes; con la llegada de nuevos materiales industriales algunos materiales naturales ya no se tienen en cuenta en la construcción, como lo es el caso de la guadua, siendo un material resistente a esfuerzos, estético a la vista y con muchas cualidades más que no son conocidas por la mayoría de los pobladores rurales, este proyecto además de cubrir una necesidad habitacional quiere seguir destacando la tradición y el patrimonio que tiene la vivienda rural en el municipio de Manizales, destacando aquellos lugares más importantes en la vivienda como lo es el corredor que no sólo es un espacio de recorrido sino que también se convierte en un lugar social para sus ocupantes, además se quiere integrar el espacio productivo a la vivienda, dando nuevos ingresos económicos a el campesino.

Por otro lado, al tener contacto directo con la naturaleza, este prototipo de vivienda tendrá sistemas renovables que ayuden a mitigar la contaminación, como lo son sistemas de aguas lluvia, implementación de paneles solares, pozo séptimo y el uso de la guadua en su construcción, siendo un material netamente natural que no emite emisiones contaminantes dando mejor salud a su ocupante.

En el diseño de una vivienda sostenible, se debe garantizar la reducción de emisiones de CO₂, el ahorro del consumo de agua y energía, el mantenimiento de la edificación y el funcionamiento bioclimático de la construcción.

La guadua es una planta natural que crece has 60 metros de altura, reduce la erosión del suelo, retiene el agua, fijación de CO₂, y para la construcción aporta gran dureza, flexibilidad y resistencia a tracción y compresión.

Las viviendas rurales son desarrolladas dependiendo las necesidades particulares de los campesinos, vinculando unidades habitacionales y espacios para el desarrollo de alguna actividad económica integrada en el mismo hogar.

18. Bibliografía

- Acosta, D. (2009). *Arquitectura y construcción sostenible*. Rescatado de:
<https://revistas.uniandes.edu.co/doi/abs/10.18389/dearq4.2009.02#readcube-epdf>
- Garrido, L. (2014). *Arquitectura energía cero*. Editorial: Instituto Monsa de Ediciones, S.A.
- Hernández, S. (2008). *El Diseño Sustentable como Herramienta para el Desarrollo de la Arquitectura y Edificación en México*. Rescatado de:
<http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/143/123>
- Habraken, N. (2000). *El diseño de soporte*. Editorial, Gustavo Gili.
- Lozano, V. R. (2012). Uso de la caña guadua como material de construcción: evaluación medioambiental frente a sistemas constructivos tradicionales., 98.
<https://doi.org/10.1016/j.ica.2007.11.017>
- Mendoza, J.A, Rosales, J.N. (2014). *Uso de la caña de guadua en la vivienda modular, pagina 47*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Rae, V. (2012). *Uso de la caña guadua como material de construcción: evaluación medioambiental frente a sistemas constructivos tradicionales*. Rescatado de:
<http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/356/1/T-SENESCYT-0126.pdf>
- Saura, C, C. (2003). *Arquitectura y medio ambiente*. Rescatado de: <http://cort.as/-AY8g>
- Revista Luna Azul. (2010). *La vivienda rural. Su complejidad y estudio desde diversas disciplinas*. Rescatado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n30/n30a10.pdf>

Saldarriaga, A, Fonseca, L. (1980). *La Arquitectura de la vivienda rural en Colombia. Volumen 1*. Bogotá, Colombia. Editorial: Colciencias.

Saldarriaga, A, Fonseca, L. (1984). *La Arquitectura de la vivienda rural en Colombia. Volumen 2*. Bogotá, Colombia. Editorial: Colciencias.

Sánchez, A. (2012). *Bambú: Materiales de Arquitectura*. Barcelona, España. Editorial: Lexus.

Villegas, M. (2001). *Bambusa Guadua*. Bogotá, Colombia. Editorial: Villegas Editores.

Broto, E. (2014). *Bambú: Arquitectura y Diseño. Manual Práctico y 59 proyectos*. Editorial: Links.

Edwards, B. (2005). *Guía básica de sostenibilidad*. Barcelona, España. Editorial: Gustavo Gili

Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2010). *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente*. Rescatado de:

<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/7titulo-g-nsr->

[100.pdf?fbclid=IwAR1IBr9rNfMybltHfIAwXnQI8AF6jUBUQvZ9NOXpTTZCjO3uU0](https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/7titulo-g-nsr-100.pdf?fbclid=IwAR1IBr9rNfMybltHfIAwXnQI8AF6jUBUQvZ9NOXpTTZCjO3uU0)

RowaL8sU8

19. Anexos

- A. Fichas de análisis bibliográfico de diferentes autores
- B. Planos técnicos de cada uno de los prototipos diseñados
- C. Paneles de la explicación del proyecto
- D. Renders