

VIVIENDAS EMERGENTES EN GUADUA PARA DESPLAZADOS EN LA ZONA DEL
CATATUMBO

Presentado por
JOAN SEBASTIÁN BARRERA ARÉVALO

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ARQUITECTURA
VILLA DEL ROSARIO
2022

VIVIENDAS EMERGENTES EN GUADUA PARA DESPLAZADOS EN LA ZONA DEL
CATATUMBO

JOAN SEBASTIÁN BARRERA ÁREVALO

TRABAJO DE GRADO

Director:
ARQ. AYLEN ROCIO PARRA CABRERA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ARQUITECTURA
VILLA DEL ROSARIO
2022

Nota de Aceptación:

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Villa del Rosario, septiembre de 2022

CONTENIDO

	pág.
Dedicatoria	4
Agradecimientos.....	5
CONTENIDO	6
INTRODUCCION.....	11
CAPITULO I.....	13
CONCEPTUALIZACION	13
1.1 ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA.....	13
1.2 ARQUITECTURA SOSTENIBLE	13
1.3 VIVIENDAS BIOCLIMATICAS.....	14
1.4 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	16
1.4.1 La Guadua.	17
1.4.2 Perfil científico de la Guadua Angustifolia Kunth	19
1.6 TENDENCIAS EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA EN COLOMBIA	20
1.7. SOBRE LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL	21
1.8 NORMAS ASOCIADAS	22
1.8.1 Política Ambiental Nacional	23
CAPITULO II.....	24
CONTEXTUALIZACION.....	24
2.1 UBICACIÓN GENERAL, CARACTERIZACIÓN GEOGRAFICA.....	24
2.2 PERFIL DEMOGRAFICO DE LA REGION	25
2.3 PERFIL ECONOMICO	25
2.4 PARTICULARIDADES DE LA ZONA.....	26
2.5 GEOLOCALIZACIÓN DEL PROYECTO DE VIVIENDA.....	26
CAPITULO III. FORMULACIÓN.....	29
3.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	29
3.2 OBJETIVO GENERAL	29
3.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
CAPITULO IV. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	30
4.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO	30
4.2 DETERMINANTES PARA LA FORMULACION DEL DISEÑO	31
4.2.1 Usuario	31
4.2.2 Diseño Arquitectónico.....	31
4.3 OPERACIONES DE DISEÑO DE PROPUESTA URBANA	31
4.3.1 Conexiones.....	31
4.4 DISEÑO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR.....	31

4.4.1 Materialidad	32
4.4.2 Viviendas Tipología A.....	33
4.4.2 Fachadas Tipología A.....	35
4.4.3 Cubierta Tipología A.....	37
4.4.4 Diseño interior, vivienda Tipología A.....	42
4.4.5. Isométrico destructivo.....	43
4.4.6 Costo Vivienda tipología A	44
4.4.7 Vivienda Tipología B.....	44
4.4.8 Diagrama de áreas	45
4.4.9. Fachadas Vivienda tipología B.....	46
4.4.10 Cubierta tipología B	48
4.4.11 Costo Vivienda tipología B.	55
4.5 PLANO GENERAL DEL PROYECTO	55
4.6 ZONIFICACION DEL PROYECTO	56
4.7 DETALLES CONSTRUCTIVOS URBANOS	58
4.8. CONSIDERACIONES GENERALES RELATIVAS A LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA EN GUADUA O BAMBÚ.....	68
4.8.1. Uniones Horizontales y Verticales del Bambú	68
4.8.2 Entalladuras Utilizadas para Uniones de Piezas de Bambú.....	70
4.8.3 Pasadores y Anclajes en Uniones de Piezas Horizontales y Verticales.....	72
4.8.4 Unión con anclaje de madera.....	73
CONCLUSIONES.....	75
BIBLIOGRAFIA.....	76

LISTA DE TABLAS

pág

Tabla 1. Clasificación Botánica de la Guadua o Bambú.	18
Tabla 2. Valores de resistencia calculados para la Guadua	20
Tabla 3. Costo construcción Vivienda tipología A.	44
Tabla 4. Costos Vivienda tipología B.	55

LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Consideraciones Generales de Sostenibilidad Ambiental	14
Figura 2. Guaduales.	19
Figura 3. Localización Municipio de Ocaña, en el departamento Norte de Santander.....	24
Figura 4. Cantidad de Usuarios por Servicios Públicos, Municipio de Ocaña	26
Figura 5. Municipio de Ocaña, Norte de Santander, Vereda la Rinconada	27
Figura 6. Acceso al lugar del proyecto.	28
Figura 7. Diseño de Tipologías de Vivienda A y B.	32
Figura 8. Materialidad	32
Figura 9. Cubierta	33
Figura 10. Planos Tipología A.	34
Figura 11. Diagrama de áreas	35
Figura 12. Fachada Frontal	36
Figura 13. Fachada lateral izquierda	36
Figura 14. Fachada lateral derecha.....	37
Figura 15. Plano Cubierta a dos aguas, Tipología A.....	38
Figura 16. Tipología A, Corte A – A'	39
Figura 17. Tipología A, corte B – B'	39
Figura 18. Imagen Fachada Frontal	40
Figura 19. Vista fachada lateral izquierda.	40
Figura 20. Vista fachada lateral derecha.....	41
Figura 21. Vista posterior.....	41
Figura 22. Zonificación en perspectiva.....	42
Figura 23. diseño interior de la sala.....	42
Figura 24. Interior del dormitorio 2.....	43
Figura 25. Isométrico destructivo Vivienda Tipología A.	43
Figura 26. Planos Vivienda tipología B.....	45
Figura 27. Diagrama de áreas Vivienda tipología B.	46
Figura 28. Fachada frontal.....	46
Figura 29. Fachada lateral izquierda	47
Figura 30. Fachada lateral derecha.....	47
Figura 31. Cubierta Vivienda tipología B.	48
Figura 32. Corte A – A'	49
Figura 33. Corte B – B'	49
Figura 34. Imagen fachada frontal.....	50
Figura 35. Vista Fachada lateral izquierda	50
Figura 36. Vista fachada lateral derecha.....	51
Figura 37. Vista posterior.....	51
Figura 38. Zonificación en perspectiva.....	52
Figura 39. Diseño interior de la sala	52
Figura 40. Interior de habitación principal	53
Figura 41. Detalle de baño	53
Figura 42. Detalle de la cocina	54
Figura 43. Detalle de zona de servicios	54

Figura 44. Plano arquitectónico del proyecto.	56
Figura 45. Zonificación del proyecto general.....	57
Figura 46. Render general del proyecto.	58
Figura 47. Detalle vial de ciclo ruta.....	59
Figura 48. Detalle constructivo de parqueadero.....	59
Figura 49. Detalle urbano de la vía peatonal.....	60
Figura 50. Detalles de las zonas verdes.	60
Figura 51. Zona de cultivo comunitario.	61
Figura 52. Detalle urbano de las viviendas.	61
Figura 53. Detalles de espacios urbanos.	62
Figura 54. Zonas de parqueaderos.	62
Figura 55. Detalle de juegos infantiles.	63
Figura 56. Detalle de gimnasio a cielo abierto.	63
Figura 57. Detalle de columpios y zonas verdes.....	64
Figura 58. Detalle urbano de zonas de parqueos y viviendas.	64
Figura 59. Vista de ciclo ruta y cultivo gradual.	65
Figura 60. Vista urbana exterior de la vía principal.	65
Figura 61. Vista urbana del proyecto.....	66
Figura 62. Detalle de zona social.	66
Figura 63. Vista isométrica general de las viviendas.	67
Figura 64. Vista isométrica general de zonas verdes, juegos infantiles y recreación.....	67
Figura 65. Ventajas de Construcción de Viviendas en Guadua para la región del Catatumbo.	68
Figura 66. Soporte con una o dos orejas	69
Figura 67. Doble soporte con oreja	69
Figura 68. Soporte con solapa.....	70
Figura 69. Entalladuras con oreja y dos orejas	70
Figura 70. Entalladura a Bisel.....	71
Figura 71. Entalladura pico de flauta.....	71
Figura 72. Entalladura Boca de pescado.	71
Figura 73. Unión de Pieza con amarre y clavija.....	72
Figura 74. Boca de pescado con clavijas	72
Figura 75. Unión de anclaje de madera.	73
Figura 76. Unión con anclaje metálico	73
Figura 77. Cubierta dos aguas en bambú con tejas de barro	74
Figura 78. Laminados de Bambú.....	74

INTRODUCCION

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), presenta en la encuesta de déficit habitacional para Norte de Santander (2021), que 193.000 hogares, concentrados, en su mayoría, en las cabeceras municipales, los centros poblados y la zona rural, no cuentan con vivienda.

El departamento Norte de Santander, en la región occidental está conformada por los municipios de San Calixto, Teorama, Convención Ábrego, El Carmen, Hacarí, La Playa, Cáchira, La Esperanza, y Ocaña, su epicentro es el municipio de Ocaña. Gran parte de los territorios que conforman la subregión Occidental, son aledañas al río del Catatumbo, por lo que también se conoce como el Catatumbo Colombiano.

De acuerdo al Plan de Desarrollo para Norte de Santander 2020-2023 “MÁS OPORTUNIDADES PARA TODOS”, estos municipios presentan altos índices de pobreza como el Tarra, Hacarí y San Calixto (más del 53% de la población), bajas cobertura de servicios públicos y de agua potable

Sumado a lo anterior los habitantes han experimentado violencia y la transgresión de sus derechos humanos, lo que ha sido por décadas reiterativos para quienes habitan la región del Catatumbo y que ha ocasionado constantes desplazamientos de la población rural, personas víctimas del conflicto a las cuales se les han vulnerado sus derechos fundamentales y que demandan atención por parte del Estado.

La Ley 1448 de 2011, tiene como foco de acción establecer lineamientos para atender a las víctimas, y entre estas el derecho a una vivienda, lo cual ha sido ratificado en las sentencias T-327 de 2001, T-098 de 2002, T-602 de 2003 y T-1027 de 2003, de la Corte Constitucional.

En este orden, las personas victimizadas y que han perdido su hogar por consecuencia del conflicto armado tienen que saber que tienen les asiste el derecho a poseer una vivienda digna, con condiciones de calidad, esto como indemnización por los daños sufridos ante estas situaciones.

Por otra parte, está la insuficiencia de viviendas adecuadas y la vulnerabilidad del hábitat, que se presenta en la región del Catatumbo. Refiere el plan de Desarrollo de Norte de Santander, las condiciones actuales de medio ambiente son preocupantes, esto se debe a que de manera progresiva se han venido afectando ecosistemas estratégicos como el del Catatumbo.

Aunado al déficit de vivienda se encuentra la dificultad para acceder a los subsidios del gobierno nacional, la mayoría de la población desplazada encuestada, en una muestra tomada por la Defensoría del pueblo (212) refiere que solo el 33% de los hogares victimizados han pedido subsidio de vivienda, por la tramitología y la estigmatización de la población desplazada.¹

¹ COLOMBIA, DEFENSORIA DEL PUEBLO REPUBLICA DE, «Derecho a la Vivienda para los desplazados, Balance de la política pública de estabilización socioeconómica,» Imprenta Nacional, Bogotá, 2014

Lo descrito plantea dos situaciones, la necesidad de desarrollar programas de vivienda para atender a esta población y que además considere las condiciones medioambientales de la zona. Por lo anterior se propone desde una arquitectura sostenible y bioclimática, el diseño de unidades de vivienda de interés social en la planta Guadua (Angustifolia Kunth), por las propiedades que posee para la construcción, por su utilidad, practicidad y muy amigable con el medio ambiente.

Esta Guadua Angustifolia Kunth, es muy amigable con el medio ambiente porque atrae la fauna y la flora manera que contribuye con la disminución del Cambio Climático, enriqueciendo el ecosistema, captura CO₂, se reproduce constantemente, su crecimiento diario alcanza hasta los 21 cm, es excelente cuando se desea construir edificaciones con confort y economía.²

Se toma como referencia el material de la Guadua, por su fácil consecución y economía, tomando como modelo de referencias, algunos proyectos que se han desarrollado a nivel nacional en especial en la región del Quindío, específicamente donde se ha usado la Guadua en proyectos de construcción como lo establece las normas del país.

²GONZALEZ, Mauricio. Beneficios sociales, ambientales y económicos de la Guadua angustifolia. En: El Tiempo. Bogotá D.C. 18 de octubre de 2008. Disponible en: <
<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-4611130>>

CAPITULO I. CONCEPTUALIZACION

1.1 ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

La arquitectura bioclimática se define se define como “[...] la diseñada para sacarle provecho al clima y los escenarios que ofrece el entorno medio ambiental, a fin de obtener una situación de confort térmico en su interior, donde el diseño y la arquitectura se compatibilizan con el medio, sin requerir el utilizar sistemas mecánicos complejos.”³

Esta arquitectura, espera crear espacios con excelentes condiciones que propicien confort y bienestar, interrelacionándose con el clima y el medio ambiente para lograrlo. Las energías renovables se aprovechan en la arquitectura bioclimática a través de tres principios: captar energía bien sea del calor o del frío, acumularla, aprovecharla y distribuirla adecuadamente en la construcción.⁴

Se presentan diferentes técnicas para aprovechar la energía (ganar calor o evitar su pérdida). Entre las que se encuentran aquellas para el control del viento, control solar para integrar en el espacio calefacción, aislamiento, acumular energía, no solo en paredes y cubiertas sino también en las puertas exteriores y en ventanas.

1.2 ARQUITECTURA SOSTENIBLE

Para la definición de arquitectura sostenible, debemos definir antes que es desarrollo sostenible, en este caso se toma como referencia el concepto de desarrollo sostenible como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones. Este concepto se lleva a la arquitectura y se busca su aplicación en las construcciones, la arquitectura sostenible (o sustentable), respeta el entorno medio ambiental, minimizando impactos que lo afectan, eligiendo construcciones viables económicamente y objetivas para la comunidad.⁵

Esta arquitectura reflexiona sobre cada uno de los procesos requeridos en la construcción de una vivienda, materiales, transporte, componentes, insumos, técnicas utilizadas para la construcción, que generen un mínimo impacto ambiental, analiza donde se van a ubicar las viviendas, los requerimientos en cuanto a consumo de energía entre otros.

Precisa el Ministerio del Medio Ambiente que, entre otros, los principios generales en los cuales actúa la arquitectura sostenible son:

Ubicación. En este ítem se contempla la topografía del terreno, el estudio del suelo, la disponibilidad de servicios públicos

Integración. Como se conjuga con su entorno más próximo, paisajes, flora, fauna y consideraciones relacionadas a lo socio cultural.

³ Disponible en: www.ecotec2000.de/espanol/arqfaq/arqtop.htm

⁴ Armando Páez García, http://www.energiaadebate.com/Articulos/febrero_2006/armando_paez_garcia.htm

⁵ Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana
<https://moam.info/queue/criterios-ambientales-para-el-diseo-y-construccion-de-vivienda>

Aplicación. Considerar como aplicar variables bioclimáticas, la trayectoria del sol, la intensidad, la cantidad de lluvia, el viento, la temperatura del lugar entre otros.

Uso. Involucrar materiales en la construcción disponibles, con estética y dándole prevalencia a lo que se produce en la región, al transporte de los mismo, a sus condiciones de reciclaje y disposición final de los residuos.

Así mismo se deben considerar que todo proyecto de vivienda sostenible debe surtir una serie de pasos para darle viabilidad al proyecto, los cuales se resumen en la figura 1.

Figura 1. Consideraciones Generales de Sostenibilidad Ambiental



Fuente. Adaptado de Ministerio de Vivienda, Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana. (p.15)

Estas fases compendian los pasos que se deben adelantar para el desarrollo de programas de viviendas sostenibles y son los que se tienen en cuenta en el presente proyecto.

1.3 VIVIENDAS BIOCLIMATICAS.

De acuerdo a la Universidad Tecnológica de Queensland en Australia, Las viviendas bioclimáticas tienen como reto principal optimizar los recursos naturales, minimizando los impactos negativos con el medio, y en su proceso de construcción garantizar el consumo de energía en un ahorro aproximado de entre el 50 % y el 80 %.

Conocidas como casas eco-friendly, estas edificaciones verdes o ecológicas, tienen en cuenta el entorno natural para su diseño y construcción ⁶ y se apoya en el uso de materiales y técnicas de construcción eficientes y que aprovechen los recursos. En su construcción es importante primero la ubicación, la orientación que aproveche al máximo la energía solar y sus horas de exposición, además de minimizar el impacto paisajista.

⁶ Viviendas Bioclimáticas cómo funcionan y que nos aportan Recuperado de: <https://ingenierosasesores.com/actualidad/viviendas-bioclimaticas-como-funcionan-y-que-nos-aponan>

De acuerdo a Riba, en la construcción de viviendas bioclimáticas se busca ser lo más considerados con la vida que rodea la construcción, y con los elementos propios del entorno nativo como la fauna y flora autóctona aprovechando el uso de energías renovables y diseños donde se prevalezca la eficiencia energética.⁷

Por todo lo anterior un proyecto de construcción de viviendas bioclimáticas se debe fundamentar en garantizar los elementos principales de la arquitectura bioclimática como integración, aplicación, uso, protección, aislamiento y almacenamiento.

EL CONCEPTO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

Presenta el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la república de Colombia, en la serie de Guías de Asistencia Técnica para Vivienda de Interés Social (2011), que la vivienda de interés social en Colombia es aquella que reúne los elementos que aseguran su habitabilidad, estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción.

Por otra parte, el Decreto 1285 de 2015, precisa que el proceso de lograr un modelo de Vivienda de Interés Social Sostenible, se debe fundamentar sobre principios normativos y técnicos que favorezcan soluciones de vivienda de acuerdo a las necesidades de quienes las van a habitar, con parámetros claros en relación a la salubridad, confort y manejo ambiental.

En este orden, se precisa que la calidad de la vivienda, se encuentra unida a los condicionantes del entorno y a satisfacer las necesidades socioculturales, físicas, y ambientales de quienes las demandan. Por tanto, su diseño se debe asociar a las cualidades de la estructura física y espacial, y por otro, a su localización, servicios comunales, a la red de servicios públicos, vías de acceso entre otras establecidos por la normativa para diseñar procesos de urbanización planificados.⁸

La vivienda de interés social debe considerar una serie de características como se muestran en la figura 2, un dormitorio adecuado, con un espacio de almacenamiento de ropas, el espacio y los enseres requeridos para la higiene personal y de la ropa; una unidad sanitaria de excretas, ducha y lavamanos y una zona de servicios (lavado, secado, planchado), y la zona de la cocina.

⁷ Riba, J. (2019) Casas Bioclimáticas: Edificaciones muy Zeo Que Ayudan a frenar el CambioClimático. Recuperado de: <https://plataformazeo.com/es/casas-bioclimaticas-caracteristicas/>

⁸ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana (2012)

Figura 2. Características de la Vivienda de Interés social en Colombia.



Fuente. Con base en Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la república de Colombia, Guías de Asistencia Técnica para Vivienda de Interés Social (2011),

1.4 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

El concepto de desarrollo sustentable se presentó en el informe “Nuestro futuro común” en el año 1987, por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, y lo definió “como la ruta a seguir para una sociedad más justa, que proteja los recursos que provienen de la madre tierra”.

El cuidado de la salud ambiental es una tarea de todos y es por eso que la arquitectura se viene preocupando por el desarrollo de proyectos saludables para el planeta Tierra y para todos los que viven en ella.

Por lo tanto, los materiales con los cuales se construyen las viviendas bioclimáticas, provienen de la Naturaleza: resistentes y biodegradables, que se adaptan fácilmente al entorno; materiales como madera, vidrio, piedra, arcilla, corcho o lana son algunos de los que enumeran y se consideran imprescindibles para levantar una casa bioclimática, el objetivo principal es lograr el máximo aprovechamiento de los recursos naturales y disminuir su impacto en el medio ambiente.

Es importante mencionar que la arquitectura bioclimática, como se presentará en este apartado, y lo define Hernández, es una arquitectura que diseña con el fin de conseguir unas condiciones de bienestar interior, aumentando notablemente el confort y la eficiencia energética de las edificaciones.⁹

⁹Hernández, P. Los materiales en la Arquitectura Bioclimática, Recuperado de: <https://pedrojhermanandez.com/2014/03/04/los-materiales-en-la-arquitectura-bioclimatica>

En este contexto, los materiales para la construcción bioclimática deberán poseer unas características para almacenar la energía, calor o frío, como las cerámicas, la tierra, los metales y las piedras. Estos materiales responden de manera rápida al calentamiento lo que hace que la energía se distribuya entre toda su masa, brindando una temperatura superficial baja; lo que los hace fríos al contacto. Mientras que los materiales cálidos al tacto, son de calentamiento lento la energía se acumula solo en la superficie.

Dependiendo de las consideraciones geográficas de las zonas, los materiales bioclimáticos, no son los mismos, la bioconstrucción ofrece otra perspectiva para el uso y selección de materiales y sistemas constructivos sanos.

Lo anterior deriva a que se deben tener en cuenta la forma como responden estos materiales en la zona climática, por estas razones se opta por la construcción en Guadua o bambú, teniendo en cuenta las consideraciones del área de influencia donde se propone el desarrollo del proyecto, la Guadua como material de construcción es liviano, con la fortaleza requerida, económico y se cultiva en diferentes regiones de Colombia.

El Ministerio del medio ambiente refiere que en el país se disponen de todas las materias primas requeridas para el desarrollo de proyectos de vivienda con sostenibilidad ambiental, se cuenta con materiales de calidad con los requerimientos necesarios (técnicos, ambientales, climáticos), que brindan comodidad, y reducen el uso de sistemas de aire acondicionado con alto consumo de energía.¹⁰

1.4.1 La Guadua.

De acuerdo a Teneche, la Guadua Angustifolia Kunth, es un bambú nativo de los países andinos de Ecuador Colombia y Venezuela considerada como una de las mejores en el mundo, de rápido crecimiento y propagación alcanzando sus tallos hasta los 30 metros de altura. posee características físico – mecánicas con ventajas como es su rápido crecimiento y propagación, sus tallos alcanzan hasta los 30 metros de altura, crece a orillas de los ríos o afluentes de agua en los climas tropicales húmedos.¹¹

Colombia tiene en la actualidad más de 51.000 hectáreas cultivadas de bambú, en las especies de Guadua angustifolia y Guadua latifolia La Guadua Angustifolia es la de mayor reconocimiento y se conoce también con el nombre de Guadua cebolla, Guadua rayada y Guadua macana, esta última es la que se emplea en la construcción por el grosor de la composición de sus paredes.

Describe Rivera que campesinos, arquitectos y constructores le han denominado “acero vegetal”, se reproduce en los diferentes pisos térmicos de la geografía colombiana, presentando variaciones relacionados al color a la textura, brillante y muy sutil, lo que le da

¹⁰ Ministerio de Vivienda, Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana <https://moam.info/queue/criterios-ambientales-para-el-diseo-y-construccion-de-vivienda-59c367201723dddad9d48142.html>

¹¹ Teneche, G., «Guadua y Bambú en Colombia,» vol. Recuperado de: <https://Guaduabambucolombia.com/construccionesenGuadua>, 2019

estética a las construcciones. China y Colombia presentan las mejores técnicas en la construcción de proyectos en Bambú.

En la región central del país, es donde mejor se cultivan los Guaduales, en alturas entre los 500 y 1500 metros, en suelos aluviales ricos en cenizas volcánicas y buen vaciado de agua, preferiblemente en temperaturas entre 17°C y 26° C.

Refiere Vélez, que las Guaduas o bambús utilizadas en la construcción funcionan como reguladores térmicos y de acústicas, es la especie forestal nativa con excelentes propiedades físico mecánicas, muy resistente al ataque de las plagas y con la ventaja adicional de lo económica que puede resultar su utilización.¹²

El bambú no se considera madera, contiene fibras de alta resistencia superiores al hierro, muy flexible.

Características de la Guadua o Bambú

En la tabla 1. se presentan las características la Guadua o Bambú,

Tabla 1. Clasificación Botánica de la Guadua o Bambú.

Tipo	Gramínea.
Clase	Angiosperma
Subclase	Monocotiledóneas
Orden	Gluminofloralejo
Familia	Gramineae Poaceae
Subfamilia	Bambusoideae
Tribu	Bambusae o Poaceae

Fuente. Adaptado de Vélez, Simón, LA GUADUA ANGUSTIFOLIA “El Bambú Colombiano

La Guadua tiene la característica de automultiplicarse vegetativamente, lo que le da una importancia única para la preservación de la naturaleza, es un recurso sostenible y renovable es un importante depósito natural que absorbe y captura dióxido de carbono (CO₂), su madera no libera al ambiente el gas retenido, sino que se queda fijo en las obras construidas con ella.

Otra de las características del Bambú es el almacenamiento de agua que posee, en épocas húmedas absorbe grandes cantidades de agua y en época de verano el agua almacenada es liberada paulatinamente al suelo.

El aporte cultural y el legado histórico que tiene para las comunidades es otro elemento de singular importancia, las viviendas construidas en el pasado se han constituido en un referente inicial de la vida espiritual, hace parte de la memoria paisajista e identitaria de muchas poblaciones en el país. .

¹² Vélez, Simón, LA GUADUA ANGUSTIFOLIA “El Bambú Colombiano”, Recuperado de: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93442/06_ESD_Cos_pp_35_81.pdf

La Figura 2, muestra la apariencia física del bambú.

Figura 2. Guaduales.



Fuente. Google imágenes. Foto cortesía UN Noticias. Recuperado de: https://cr00.epimg.net/programa/imagenes/2018/08/26/al_campo/1535247103_045002_1535247274_noticia_normal.jpg

1.4.2 Perfil científico de la Guadua Angustifolia Kunth. Indica Teneche, que la Angustifolia Kunth se caracteriza por tener fibras naturales fuertes, utilizada en construcciones de uno y dos pisos según la norma NSR – 10. En Colombia crece entre los 0 y los 2000 m.s.n.m, no obstante, su buen desarrollo se da entre 1000 y 1600 m.s.n.m, en cuanto la humedad de bosques de Guadua se concentra entre los 75% y 85%. Por otra parte, la luminosidad de la Guadua se debe comprender entre 1800 y 2000 horas/luz/año, se aproxima a las 6 horas diarias para obtener un óptimo crecimiento.

Plantea Vélez, citando a Hugues (1919), que para garantizar que una obra de construcción sea durable, se deben dominar los conceptos teóricos necesarios para el análisis estructural y conocer las propiedades físicas y mecánicas de los materiales, en este caso de la Guadua.

La Guadua es considerada como un material liviano, las propiedades físico-mecánicas que contiene, se deben a la forma como se comporta cuando se somete a la acción de fuerzas externas: la clase de fuerza y de la estructura. Estas propiedades determinan la aptitud de la madera para propósitos de construcción y otros usos.¹³

¹³ Giraldo Herrera Edgar y Sabogal Ospina Aureliano, LA GUADUA una alternativa sostenible, publicación de

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC y las normas de la American Society for Testing and Materials ASTM. Presentan las condiciones de ensayo para pruebas relacionadas al conocimiento de las propiedades físico-mecánicas de la Guadua. En este orden, Vélez presenta algunos de los valores de resistencia calculados para la Guadua, como se presenta en la tabla 1.

Tabla 2. Valores de resistencia calculados para la Guadua

Material Guadua. Unidades en kg/cm²

Módulo de elasticidad a tracción	190.000
Módulo de elasticidad a compresión	184.000
Módulo de elasticidad a flexión Guadua	179.000
Resistencia a Tracción	430
Resistencia a Compresión :	
Perpendicular a la fibra	560
Paralelo a la fibra	650
Resistencia a Flexión	740

Fuente. Adaptado de Vélez, S. LA GUADUA ANGUSTIFOLIA “El Bambú Colombiano”: “Símbolo y búsqueda de lo primitivo”

Las propiedades físico mecánicas de la Guadua en la construcción y la industria, cuando es empleada como materia prima, reduce notablemente los costos del proyecto.

1.6 TENDENCIAS EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA EN COLOMBIA

La Cámara Colombiana de la Construcción de Colombia CAMACOL, considera que para los dos próximos años, el 2022 y los años venideros van a ser importantes para la construcción en Colombia, el sector viene evolucionando e incorporando tendencias como:

Sostenibilidad
Eficiencia energética

Internet de las cosas
Rehabilitación
Diseño y estética

La tendencia es inscribirse a la innovación y la eficiencia y que los materiales empleados en la construcción sean lo más respetuosos posible con el medio ambiente.

La tecnología cada vez más accesibles se incorpora para que sea fácil en la instalación y utilización, muchos electrodomésticos se manejan ya con app, el Internet de las cosas o IoT está presente, aunque no se perciba. Por eso, las construcciones que quieran ser competitivas en este 2022 y en adelante deben dejar vía libre a la tecnología.

El diseño y la estética que promete la arquitectura se hace relevante para los clientes dándole una importancia al aspecto externo de la vivienda o edificio, que genere un entorno agradable y apacible.

Para Ministerio de Vivienda,¹⁴ Es necesario integrar sistemas no convencionales de energía en los proyectos de vivienda que tiendan por el aprovechamiento racional de los recursos naturales (agua, energía, materiales y suelo), y minimicen los impactos ambientales.

De acuerdo a Portafolio,¹⁵ las construcciones en el futuro, estarán altamente influenciados por la domótica y la economía circular, diseños verdes, tecnológicos, con responsabilidad por el medio ambiente, en este aspecto a nivel de Latinoamérica Colombia lidera el camino de la arquitectura sostenible.

1.7. SOBRE LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL

El nuevo direccionamiento que ha tenido el país respecto de la administración del Estado, supone cambios en la actual política pública de vivienda, el presidente Gustavo Petro, dentro de su propuesta plantea un ajuste normativo a las leyes 388 de 1997 y 1454 de 2011 de Ordenamiento Territorial, con esto se busca poner en el centro de la organización territorial el uso racional del agua, y que a su vez sean las organizaciones populares quienes autoconstruyan y autogestionen, eliminando la obligatoriedad de tener previamente suelo.

Se propone impulsar proyectos de vivienda, contruidos a partir de los materiales que se produzcan en el lugar, eficientes en el ahorro de energía, aprovechamiento del recurso hídrico, uso de la energía solar con paneles y tecnologías limpias, hábitats verdes donde se produzcan

Dentro de los aspectos más relevantes de lo que propone el nuevo gobierno están la promoción del hábitat verde, lo cual será una prioridad en todo el territorio nacional, con apuesta a la

¹⁴ Ministerio de Vivienda, Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana en https://moam.info/queue/criterios-ambientales-para-el-diseo-y-construccion-de-vivienda-_59c367201723dddad9d48142.html. (p. 22)

¹⁵ Portafolio. Domótica, la nueva tendencia de compra de vivienda en Colombia, 4 noviembre de 2022, Recuperado de: <https://www.portafolio.co/mis-finanzas/vivienda/domotica-la-nueva-tendencia-de-compra-de-vivienda-en-colombia-558127>

producción de oxígeno y sumideros naturales de gas carbono para contribuir y mitigar el cambio climático.

La política de vivienda adoptará una reglamentación que promueva proyectos de construcción a partir de los materiales del lugar, que implementen ahorros de energía y agua, y gestión de residuos orientada al aprovechamiento paneles solares, así como el uso de tecnologías limpias para el saneamiento, teniendo en cuenta los hábitos y costumbres de la comunidad y las condiciones ambientales y paisajísticas de las zonas.

Se propone realizar un ajuste a la reglamentación de la Vivienda de interés social y Vivienda de Interés prioritario tendrá. Los porcentajes de suelo destinados a estas viviendas se establecerán de acuerdo con el crecimiento de los hogares y sus condiciones socioeconómicas en cada centro urbano.

Las propuestas en materia de vivienda interés social también se incluyen democratizar el crédito, con líneas especiales a las cuales se les otorgue subsidios para la compra y el mejoramiento.

La disposición del nuevo gobierno por el desarrollo de programas de vivienda interés social con enfoque hacia la promoción de hábitat verdes y aprovechamiento de los recursos naturales, le configuran a este proyecto una justificación más para su desarrollo.¹⁶

El país requiere pensar en alternativas que le aporten sustentabilidad al entorno, de acuerdo a Valdivieso¹⁷ el informe del “World Green Building Trends 2018” para Colombia, existe una tendencia general de adoptar practicas sostenibles en proyectos de construcción, por los bajos costos de operación y por beneficios como el mejoramiento en la salud de quienes ocuparan el inmueble.

1.8 NORMAS ASOCIADAS

El ordenamiento jurídico en Colombia, determina en el artículo 51 de la Constitución Política. ARTÍCULO 51: “Todos los colombianos tienen derecho a vivienda digna. El Estado fijará las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho y promoverá planes de vivienda de interés social, sistemas adecuados de financiación a largo plazo y formas asociativas de ejecución de estos programas de vivienda.”. (Constitución Política de Colombia, 2015, art. 51).

Por otra parte, la ley 388, 1997, en su artículo 91, Concepto de vivienda de interés social. "Se entiende por viviendas de interés social aquellas que se desarrollen para garantizar el derecho a la vivienda de los hogares de menores ingresos.

En cada Plan Nacional de Desarrollo el Gobierno Nacional establecerá el tipo y precio máximo de las soluciones destinadas a estos hogares teniendo en cuenta, entre otros aspectos, las características del déficit habitacional, las posibilidades de acceso al crédito de los hogares,

¹⁶Portal Web oficial del candidato a la presidencia Gustavo Petro <https://gustavopetro.co/vivienda-y-servicios-públicos/>

¹⁷Properati Blog, Arquitectura BIOCLIMÁTICA una tendencia que crece en Colombia Recuperado de: <https://blog.properati.com.co/arquitectura-bioclimatica-una-tendencia-que-crece-en-colombia/>

las condiciones de la oferta, el monto de recursos de crédito disponibles por parte del sector financiero y la suma de fondos del Estado destinados a los programas de vivienda. En todo caso, los recursos en dinero o en especie que destinen el Gobierno Nacional, en desarrollo de obligaciones legales, para promover la vivienda de interés social se dirigirá prioritariamente a atender la población más pobre del país, de acuerdo con los indicadores de necesidades básicas, insatisfechas y los resultados de los estudios de ingresos y gastos del Estado destinados a los programas de vivienda”.

El acceso a la vivienda de interés social debe ser garantizado por el Estado quien se encarga de formular políticas públicas relacionadas a su desarrollo y ejecución.

1.8.1 Política Ambiental Nacional. Refiere el Ministerio de Vivienda respecto de la implementación de conceptos bioclimáticos, en la construcción de viviendas residenciales que estos no han sido permanentes y que han sido generalmente aplicados en soluciones de vivienda rurales.

En el año 2008, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial adoptó la “Política de Gestión Ambiental Urbana”, estableciendo criterios y directrices para el manejo sostenible de las áreas urbanas, incluyendo principios y lineamientos para el diseño y construcción de la vivienda, en el marco del mejoramiento de la calidad del hábitat urbano.

Por otra parte, esta lo relacionado al uso de materiales como la Guadua, regulado en el reglamento colombiano de construcción Sismo Resistente NS R-10, Capítulo 12, en el que se establecen los requisitos para el diseño estructural y sismo resistente de estructuras cuyo elemento principal es el Bambú o Guadua Angustifolia Kunth.

En mayo de 2022, con la expedición de la Ley 2206, "que busca promover incentivos para darle a la Guadua fines productivos y sea sostenible ambientalmente en el territorio nacional, para los diferentes sectores de la economía (industria, construcción, agroindustria entre otros en concordancia con la sostenibilidad ambiental y para la mitigación de los efectos del cambio climático.

En el artículo 17, de esta ley se establece “el fortalecimiento de los lineamientos de conservación, construcción y uso de la Guadua y bambú, asignándole a los Ministerios de Cultura, Comercio, Industria y Turismo, en coordinación con el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, la definición de los lineamientos de fomento del desarrollo y uso industrial de la Guadua y bambú en la construcción de vivienda, infraestructura, mobiliario, fabricación industrial de elementos utilitarios y fomento a la bioingeniería, en los cuales ambos materiales puedan cumplir su función estructural y estética de conformidad con la normatividad vigente”.

En el párrafo del artículo 17, se establece que todo proyecto de vivienda rural del gobierno nacional se debe incorporar en por lo menos el 30% de Guadua como material de construcción, en conformidad a las normas técnicas colombianas.

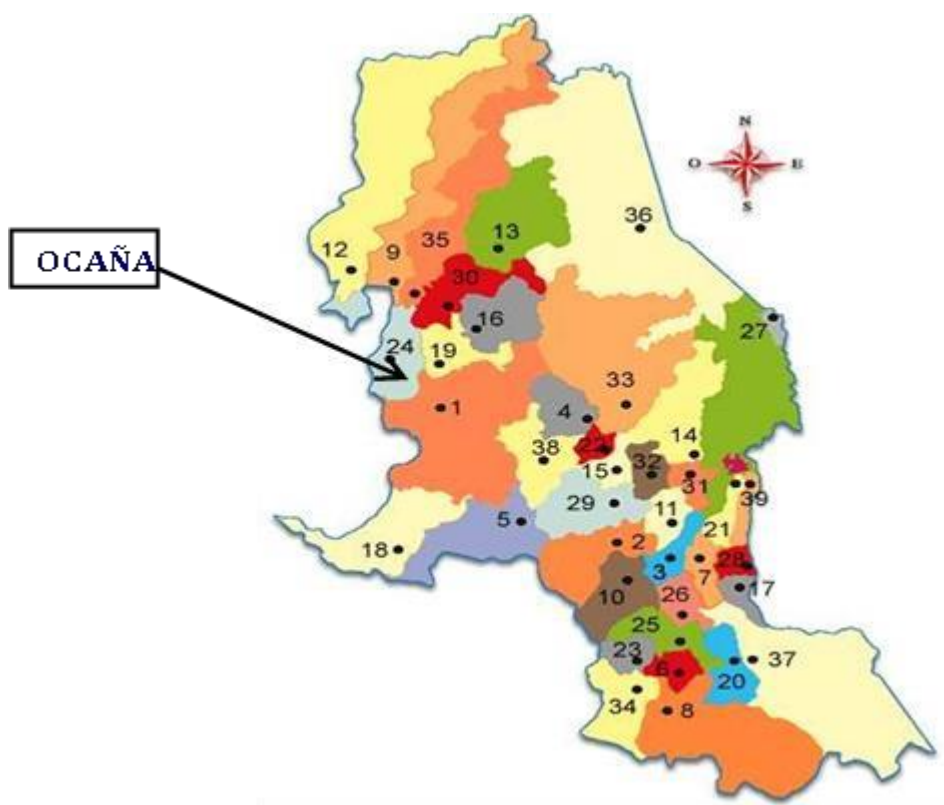
CAPITULO II.

CONTEXTUALIZACION

2.1 UBICACIÓN GENERAL, CARACTERIZACIÓN GEOGRAFICA.

El proyecto se plantea desarrollar en el municipio de Ocaña, Norte de Santander, según el plan de desarrollo “Mas por Ocaña 2020-2023”, situada a 1.202 metros s.n.m. con una superficie de 460 Km₂, y una extensión de 672,27 Km₂, y una temperatura promedio de 22° centígrados. La figura 4, muestra la localización del municipio en el departamento Norte de Santander.

Figura 3. Localización Municipio de Ocaña, en el departamento Norte de Santander



Fuente. Plan de Desarrollo “A Ocaña decile Si”.

El Municipio de Ocaña pertenece a la subregión noroccidental, limita por el Oriente con los Municipios de San Calixto, La Playa y Abrego; por el Norte con los municipios de Teorama, Convención y El Carmen, por el Sur con el Municipio de Ábrego y por el Occidente con los Municipios de San Martín y Río de Oro.

2.2 PERFIL DEMOGRAFICO DE LA REGION

La región en donde se encuentra Ocaña, se denomina "Provincia de Ocaña" la cual tiene un área de 8.602 km². Ocaña es un centro provincial, lo que hace que sea receptora de población en situación de desplazamiento y víctima de la violencia de la región del Catatumbo colombiano.

En estos municipios que conforman la denominada Provincia de Ocaña, de acuerdo al Censo DANE (2018), la habitan 257.376 personas de los cuales el 22,9% de la población se encuentra en el sector rural y los centros poblados.

De acuerdo a las proyecciones de población 2018-2020 del DANE, en 2019 la población del municipio corresponde a 124.603 habitantes, de los cuales 111.872 (89,7%) se ubican en el sector urbano y 12.731 (10,2%) en centros poblados y rural disperso.

El municipio presenta niveles deficitarios en materia de vivienda por diferentes razones, entre las que se destacan el incremento poblacional y el desplazamiento forzado. La Encuesta nacional de hogares (DANE, 2018) constató que existe un déficit cuantitativo de 1.119 hogares en total, de los cuales 1.088 corresponden al sector urbano con un 97,23% y solamente 31 corresponden al sector rural con un 2,77%.¹⁸

2.3 PERFIL ECONOMICO

La base de la economía legal en la zona depende principalmente del sector agrícola, con diversidad de pisos térmicos, generando variedad en las zonas agroecológicas para el desarrollo de diferentes sistemas productivos, se destacan los cultivos permanentes de cebolla, frijol, maíz, café, cacao, frutales, palma, ajíes, pepino, tomate, alverja y pimentón, entre otros, cultivos semipermanentes como caña panelera plátano y yuca, en el sector pecuario se destaca la ganadería bovina de doble propósito, la avicultura y la piscicultura.

Otro aspecto relevante es la migración rural que recibe el municipio lo que ocasiona que la pobreza se acentúe. Los pobladores del Catatumbo buscan mejorar sus condiciones de vida en la ciudad, el campo se está quedando sin jóvenes y mano de obra por la carencia imperante.

De acuerdo al PNUD, (2014), la mayoría de los habitantes de la región del Catatumbo, con excepción de Ocaña y Convención tienen necesidades básicas insatisfechas (NBI). Lo anterior se acentúa en las zonas rurales, en las que más del 67.8% habitan en condiciones precarias, principalmente en El Tarra, Hacarí, y San Calixto en los que el déficit en NBS supera el 80%.

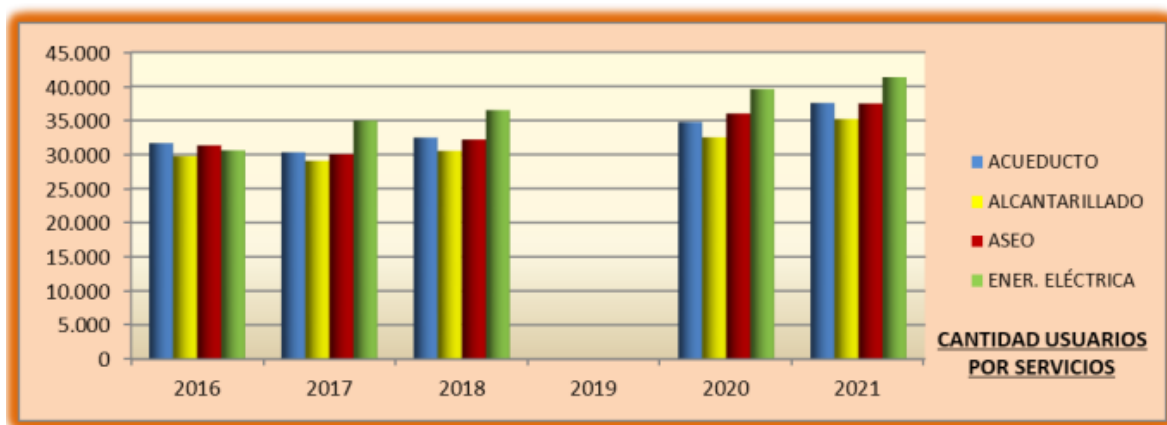
El Índice de Pobreza Multidimensional, que presenta la zona es bastante bajo con mayor afectación para el sector rural un 39,9% frente a un 13,8 % en lo urbano., en este índice se miden dimensiones relacionadas con el bienestar de la comunidad, condiciones de trabajo, de salud, educativas de juventud, servicios públicos y de la vivienda.¹⁹

¹⁸ DANE, Ocaña, Censo poblacional 2018.

¹⁹ PNUD, 2014

Es importante analizar, la cobertura de los servicios públicos, en el municipio de Ocaña, esto abarca el 96.2% de la población que se encuentra ubicada en el sector residencial, la figura 5, muestra el comportamiento de la cobertura de usuarios de los últimos 5 años.

Figura 4. Cantidad de Usuarios por Servicios Públicos, Municipio de Ocaña



Fuente. Indicadores Económicos Cámara de Comercio de Ocaña, 2022.

2.4 PARTICULARIDADES DE LA ZONA

En esta zona han hecho, presencia y tránsito diferentes grupos armados como el Ejército de Liberación Nacional (ELN), reductos no desmovilizados de la FARC, del EPL, bandas ilegales dedicadas al narcotráfico.

Refiere el Plan de desarrollo de Ocaña 2008-2011, que para los años 2001 y 2002, el conflicto armado en el Catatumbo se agudizó por diferentes razones, lo que ocasiono múltiples desplazamientos hacia la ciudad, generando fuertes variaciones en la subregión.

2.5 GEOLOCALIZACIÓN DEL PROYECTO DE VIVIENDA

Teniendo en cuenta las consideraciones arquitectónicas, el proyecto se diseña para ser desarrollado en la zona sur del municipio de Ocaña, en el sector de la vereda la Rinconada, del corregimiento No. 7, denominado Portachuelo, clasificada de acuerdo al PBOT del municipio como Suelo de expansión Urbana 9. Sector Acolsure (SEU- 9).

En la ejecución del proyecto se requerirá presentar un Plan Parcial de Mejoramiento Integral de Vivienda, ante la administración municipal. Estos planes parciales se presentan dado que el municipio presenta un alto déficit de vivienda como lo refiere el informe del DANE, ocasionado por el incremento poblacional, la migración rural y el desplazamiento por la violencia, lo que hace que muchas de estas personas se asienten en zonas de alto riesgo.

Refiere el plan de ordenamiento territorial la necesidad de desarrollar las áreas libres que se

localizan dentro del perímetro de la ciudad y que son aptas para la construcción de vivienda VIS, para incorporarlas al suelo urbano. Se hace necesario, desarrollar de forma prioritaria aquellas áreas libres localizadas dentro del perímetro urbano que son aptas para la construcción de vivienda (R2 – R3 – R4), e incorporar en el corto, mediano y largo plazo al suelo urbano.

En concordancia con la Ley 388 de 1997, los planes parciales son “los instrumentos mediante los cuales se desarrollan y complementan las disposiciones de los planes de ordenamiento, para áreas determinadas del suelo urbano y para las áreas incluidas en el suelo de expansión urbana, además de las que deban desarrollarse mediante unidades de actuación urbanística, macroproyectos u otras operaciones urbanas especiales, de acuerdo con las autorizaciones emanadas de las normas urbanísticas generales, en los términos previstos en la presente Ley”.

La figura 5, muestra la ubicación del proyecto, esta zona de expansión urbana ha tenido un crecimiento relativo toda vez que en ella se ubican: La universidad Francisco de Paula Santander, El Seminario Mayor, Instituciones educativas como la Normal Superior y el Colegio Artístico Rafael Contreras Navarro.

Figura 5. Municipio de Ocaña, Norte de Santander, Vereda la Rinconada

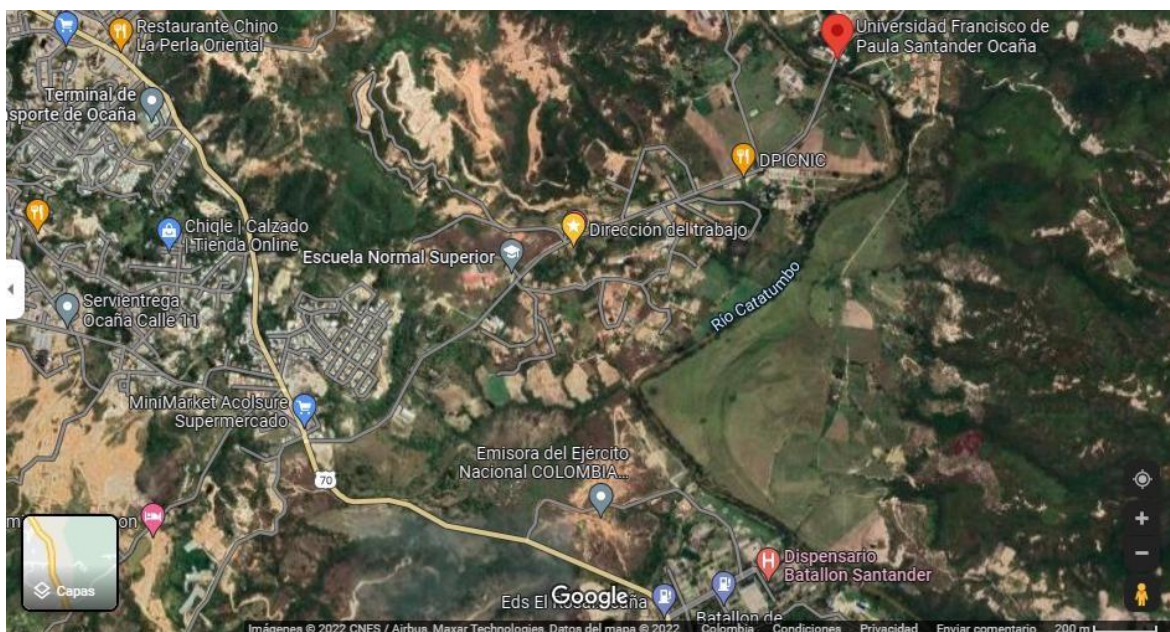


Fuente. Ocaña, Google Maps.

Los predios en este sector, cuentan con disponibilidad de servicios públicos, como agua, energía eléctrica y recolección de basuras. El acceso al lugar se realiza por la vía perimetral que comunica el municipio de Ocaña, con la capital de departamento, como se muestra en la

Figura 6.

Figura 6. Acceso al lugar del proyecto.



Fuente. Ocaña, Google Maps.

Las vías de acceso al lugar se encuentran pavimentadas, las empresas de transporte público urbano cuentan con rutas que asisten a la zona, la distancia en vehículo del sector al centro de la ciudad es de 15 min (6.7 km) por Vía Universidad Francisco de Paula Santander y Av. Circunvalar.

CAPITULO III. FORMULACIÓN

3.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Es viable diseñar soluciones de vivienda de interés social para la población víctima del conflicto en el Catatumbo Colombiano, desde una arquitectura sostenible y bioclimática?

3.2 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una propuesta habitacional sostenible y bioclimática teniendo en cuenta las consideraciones medioambientales de la región del Catatumbo colombiano, que supla las necesidades básicas de la vivienda de los hogares en condiciones de vulnerabilidad económica y social.

3.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar la vivienda partiendo de los elementos básicos de la Arquitectura Sostenible y Bioclimática, que modifiquen el modelo estándar de viviendas de interés social.
- Proyectar dos tipologías de vivienda de interés social para la población desplazada del Catatumbo
- Esquematizar un conjunto de viviendas que responda a dinámicas sociales sostenibles.
- Incorporar tecnologías que permitan reducir costos en habitabilidad a largo plazo.

CAPITULO IV. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Declara la Corte Constitucional mediante la Sentencia T-025 de 2004, que las personas en condición de desplazamiento, víctimas de la violencia tienen el derecho a una vivienda digna, esta población ha tenido que abandonar sus propios hogares o lugares habituales de residencia sometiéndose a condiciones inapropiadas de alojamiento en los lugares hacia donde se desplazan.

Describe el Plan de Desarrollo de Norte de Santander, que la ausencia de una vivienda digna en el departamento ha traído muchas consecuencias que afecta al ser humano, encontrando viviendas insalubres, con altos índices de hacinamiento y cohabitación. El déficit de vivienda para la zona del Catatumbo se encuentra en 32,52% para la población asentada en las ciudades y de 44,50%, para el sector rural.

La propuesta de diseño de viviendas partiendo de los elementos básicos de la arquitectura sostenible y bioclimática, a partir de la Guadua, se constituye en una alternativa para reducir el déficit habitacional. La Guadua es una opción que ofrece soluciones prácticas en la construcción, además ayuda a aminorar el cambio climático, debido a su corto tiempo de cultivo y cosecha además de su posibilidad de reutilización.

Refiere Rivera, que, durante las últimas tres décadas, se ha perfeccionado notablemente el manejo de la Guadua en la construcción, siendo utilizada en sistemas estructurales, cerramientos, las bondades que este material tiene son múltiples, un recurso ecológico, renovable, resistente, sostenible y duradero que se debe aprovechar. Su practicidad lo convierten en uno de los materiales actualmente usados en arquitectura modular, ligera y adaptable, aptos para viviendas de emergencia en zonas del país donde no hay tanta disponibilidad de materiales de construcción.²⁰

Esta propuesta de diseño se convierte en una alternativa no solo para mejorar las condiciones de vida de la población desplazada del Catatumbo colombiano, también contribuye en el desarrollo de acciones que contrarresten el cambio climático, toda vez que el bambú es un material renovable y sus construcciones son antisísmicas. Este sistema de construcción de vivienda en bambú, es rápido y de fácil armado, permitiendo viviendas seguras y a un costo competitivo.

4.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO

Este proyecto de vivienda de interés social en Guadua (multifamiliar) estará ubicado en Ocaña (Norte de Santander), está conformado por 160 viviendas, donde 120 son de tipología A y las 40 restantes de la tipología B, las cuales cumplen con todas las soluciones básicas de la arquitectura bioclimática, relacionado con la iluminación, ventilación natural, comodidad térmica de cada vivienda, cuenta con parqueaderos para residentes y visitantes, salón comunal, espacios verdes, juegos infantiles, ciclo ruta, vías peatonales, gimnasio a cielo

²⁰ RIVERA, Y. (17 de 04 de 2018). ArchDaily. Recuperado el 14 de 04 de 2022, de <https://www.archdaily.co/co/892457/construcciones-en-Guadua-una-tecnica-local-en-colombia-que-debes-conocer>

abierto y cultivo Guadual comunitario, ubicado en cada cuadra de la urbanización donde este será el sostenimiento económico para todas estas familias.

El proyecto va dirigido a las familias desplazadas del Catatumbo de estratos 1, 2 y 3, con un numero de 1 a 6 integrantes, garantizando la necesidad básica de cualquier familia y el derecho a la vivienda digna.

4.2 DETERMINANTES PARA LA FORMULACION DEL DISEÑO

Los aspectos generales que se tienen en cuenta para la calidad de vida de la vivienda son: Se toma en cuenta parámetros de desarrollo urbano como lo son: clima para cultivo Guadual, índice de ocupación, espacio público, vialidad, densidad, topografía del terreno, equipamiento comunitario y circulación.

4.2.1 Usuario

La identificación del diseño se determina a partir de la composición del grupo familiar de los desplazados, los cuales son de un numero alto de integrantes.

4.2.2 Diseño Arquitectónico

Comprende aspectos bioclimáticos el sistema constructivo se diseña cumpliendo con las normas de durabilidad y de materialidad de una vivienda de interés social, con características de sistema de orden y composición de diseño.

4.3 OPERACIONES DE DISEÑO DE PROPUESTA URBANA

4.3.1 Conexiones

Las vías de acceso vehicular y peatonal del interior son el resultado de los puntos de articulación del entorno, la urbanización se ubica en un predio esquinero que conecta con una vía principal.

Ejes: Se trazan unos ejes teniendo en cuenta los factores climáticos de la zona para generar un mejor confort, seguido de esto se establece un sistema de orden para mejorar la accesibilidad de los usuarios al proyecto por medio de la vía principal. Se toman conceptos de antropometría para dar una mejor calidad de vida a los habitantes.

4.4 DISEÑO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR

Se diseñó dos tipologías (A y B) la tipología A con un área de 63 m² que consta de cocina, comedor, sala, dos baños, dos habitaciones, zona de ropas y la tipología B con un área de 80.8 m² con un agregado de una habitación, como se muestra en la Figura 7.

La vivienda es de gran altura para ofrecer mejor confort térmico, recibe ventilación e iluminación natural, la fachada frontal tiene en su parte superior elementos seriados de bambú y la estructura de la cubierta es totalmente en bambú con tableros de esterilla y tejas en gres.

Se diseñó un sobrecimiento para proteger las fachadas de la lluvia, evitando estancamiento y rebote en la base de la misma, sumado a esto se alargaron los aleros de la cubierta para proteger la esterilla y el bambú de la luz solar dando así una sensación térmica más agradable para el usuario.

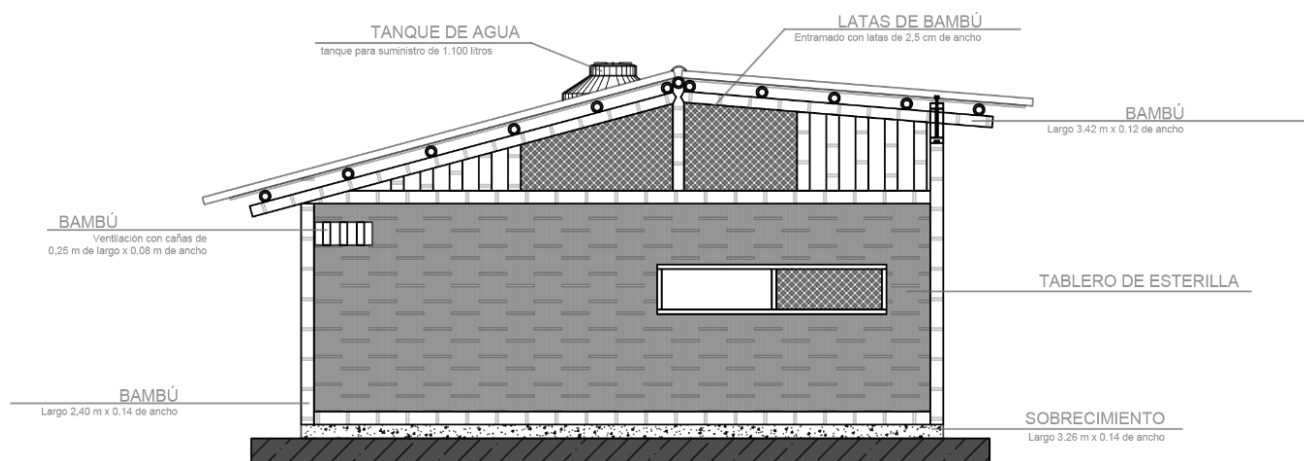
Figura 7. Diseño de Tipologías de Vivienda A y B.



4.4.1 Materialidad

Los muros de la vivienda se componen de tableros de esterilla, Figura 8, las puertas y las ventanas son de bambú laminado ofreciendo una mejor durabilidad y más estética a la fachada. En la parte superior central de la fachada tiene una textura en latas de bambú y a sus lados troncos seriados donde entra la ventilación e iluminación natural.

Figura 8. Materialidad



En las fachadas laterales se diseñaron ventanas longitudinales con marcos en bambú laminado, una lámina de vidrio y una textura en latas de bambú.

La cubierta tiene una estructura en bambú, encima contiene tableros de esterilla para proteger el material de la lluvia y el sol, ofreciendo un clima agradable dentro de la vivienda y por ultimo las tejas en gres como se muestra en la Figura 9.

Figura 9. Cubierta

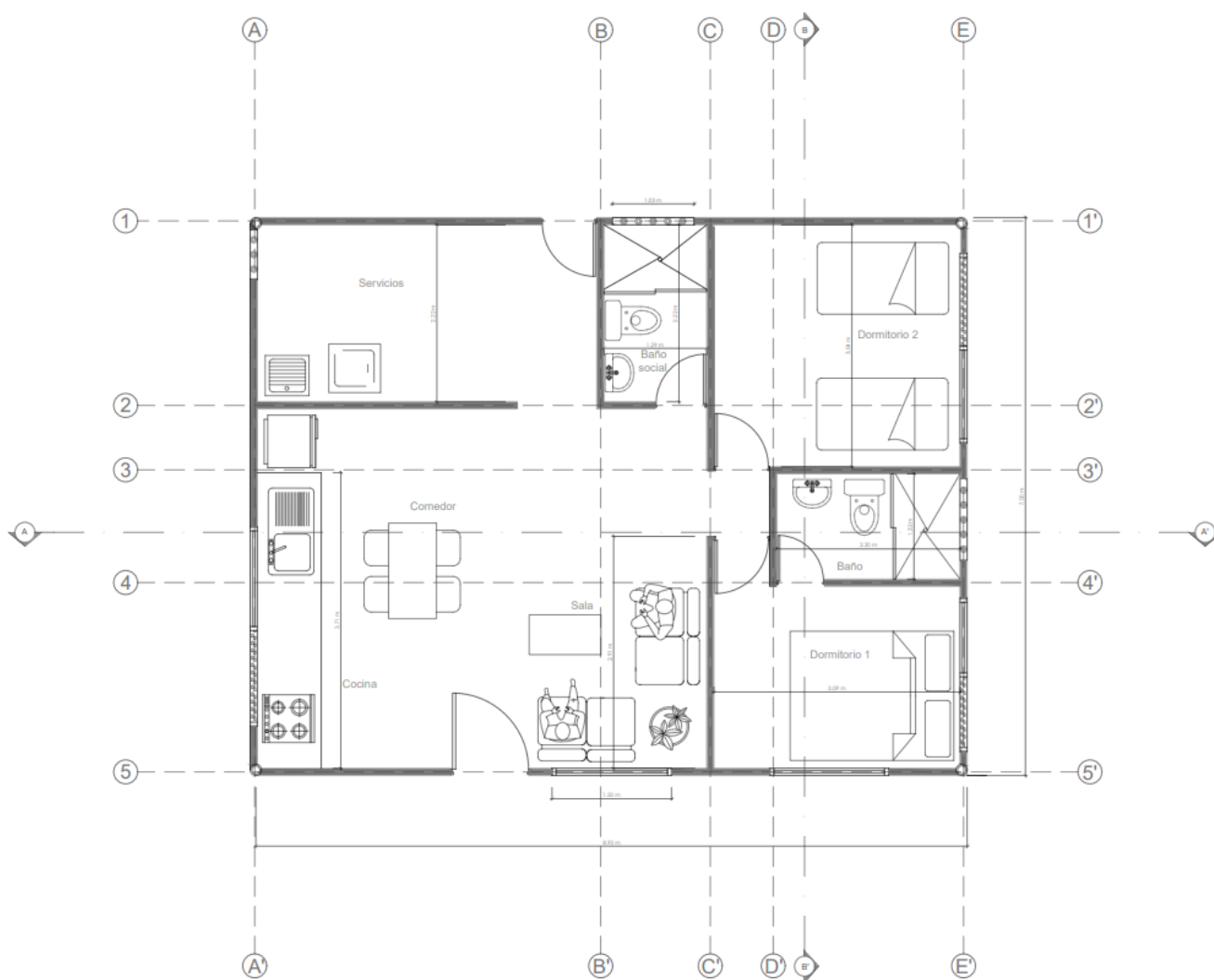


4.4.2 Viviendas Tipología A

Esta tipología se diseña con un área de 63 m², para hogares conformado por 4 personas, las dimensiones son de 9 m x 7 m. En cuanto a la mampostería se propone muros de esterilla de guadua y mortero para su revestimiento, puesto que le da un acabado arquitectónico limpio y amigable con el medio ambiente. Figura 10.

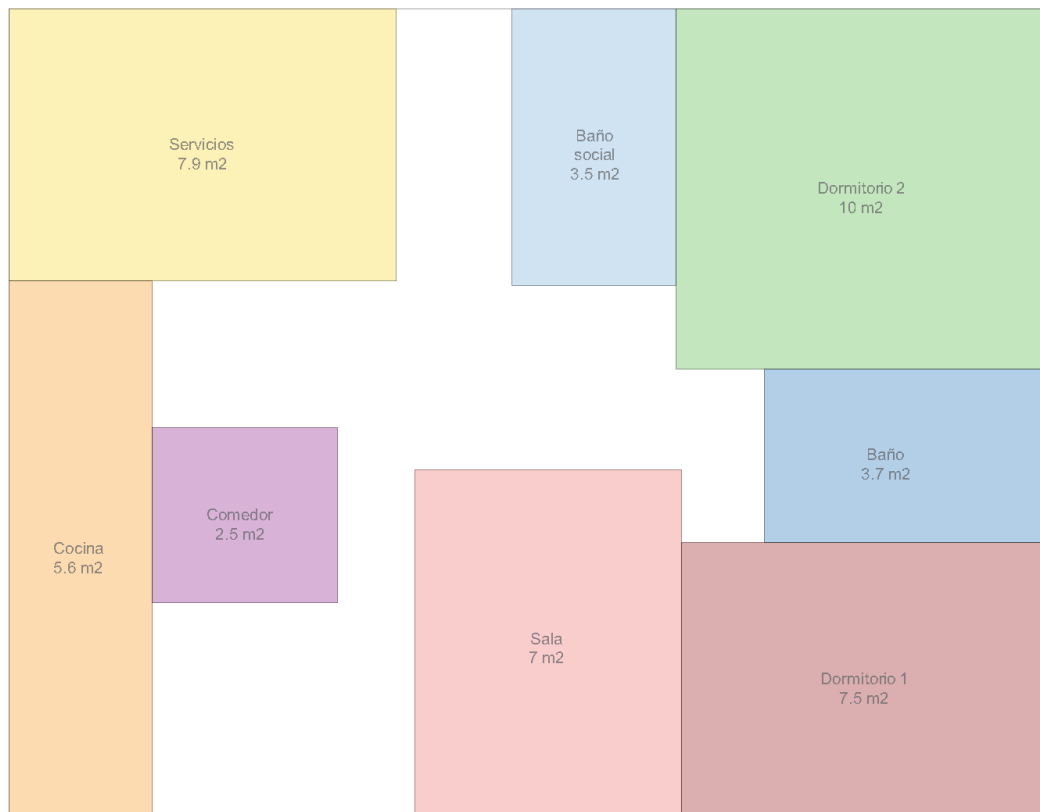
La vivienda dispone de ventilación natural para ayudar a conservar la calidad del aire, las partículas y control de humedad, como se puede apreciar en el diseño de las fachadas, tienen unos espacios con elementos de bambú seriados y en el centro una textura en latas.

Figura 10. Planos Tipología A.



La distribución de la vivienda se presenta en el diagrama de áreas, Figura 11, que permite entender cómo se relacionan las actividades entre sí. Esta tipología se compone de dos habitaciones, una principal con baño y otra para huéspedes, un baño social, comedor, cocina, sala y zona de servicios, se diseñó de esta forma teniendo en cuenta la privacidad y el confort de las personas, se puede observar que en la parte trasera hay un pasillo que conecta con el cultivo guadual comunitario para que sea de fácil acceso.

Figura 11. Diagrama de áreas



4.4.2 Fachadas Tipología A

El paramento exterior de la vivienda lo componen las fachadas, en este orden se consideraron elementos estéticos y funcionales que proyecten las condiciones bioclimáticas de la vivienda con una orientación determinada con respecto a la luz del sol para darle funcionalidad. La Figura 12, 13 y 14 presenta las caras exteriores de la vivienda tipología A. Fachada frontal, lateral derecha y lateral izquierda

Figura 12. Fachada Frontal

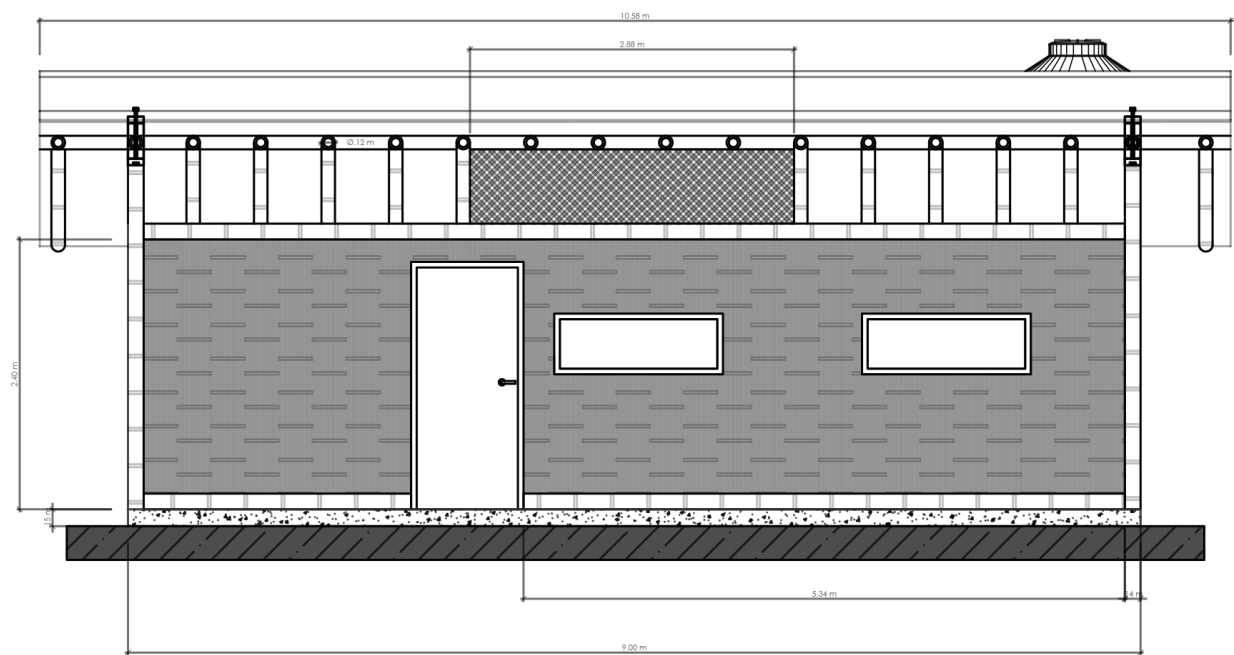


Figura 13. Fachada lateral izquierda

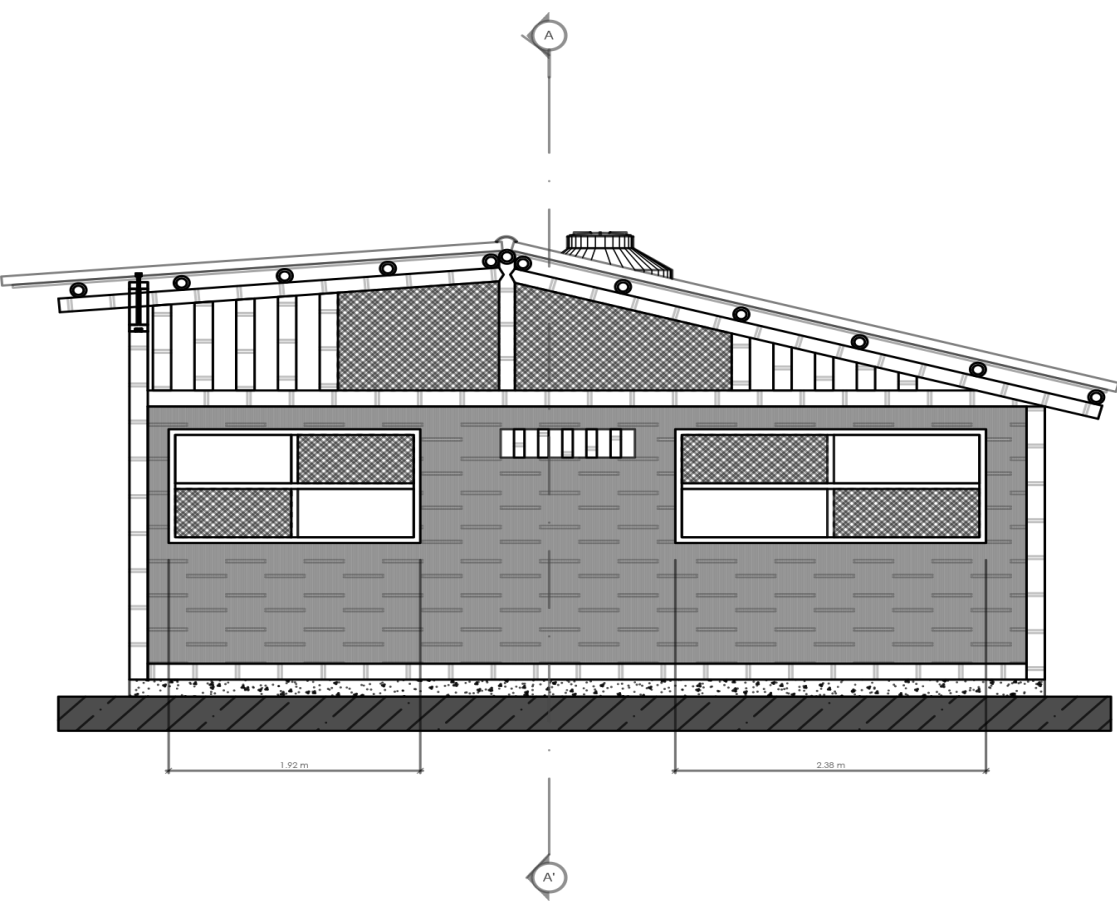
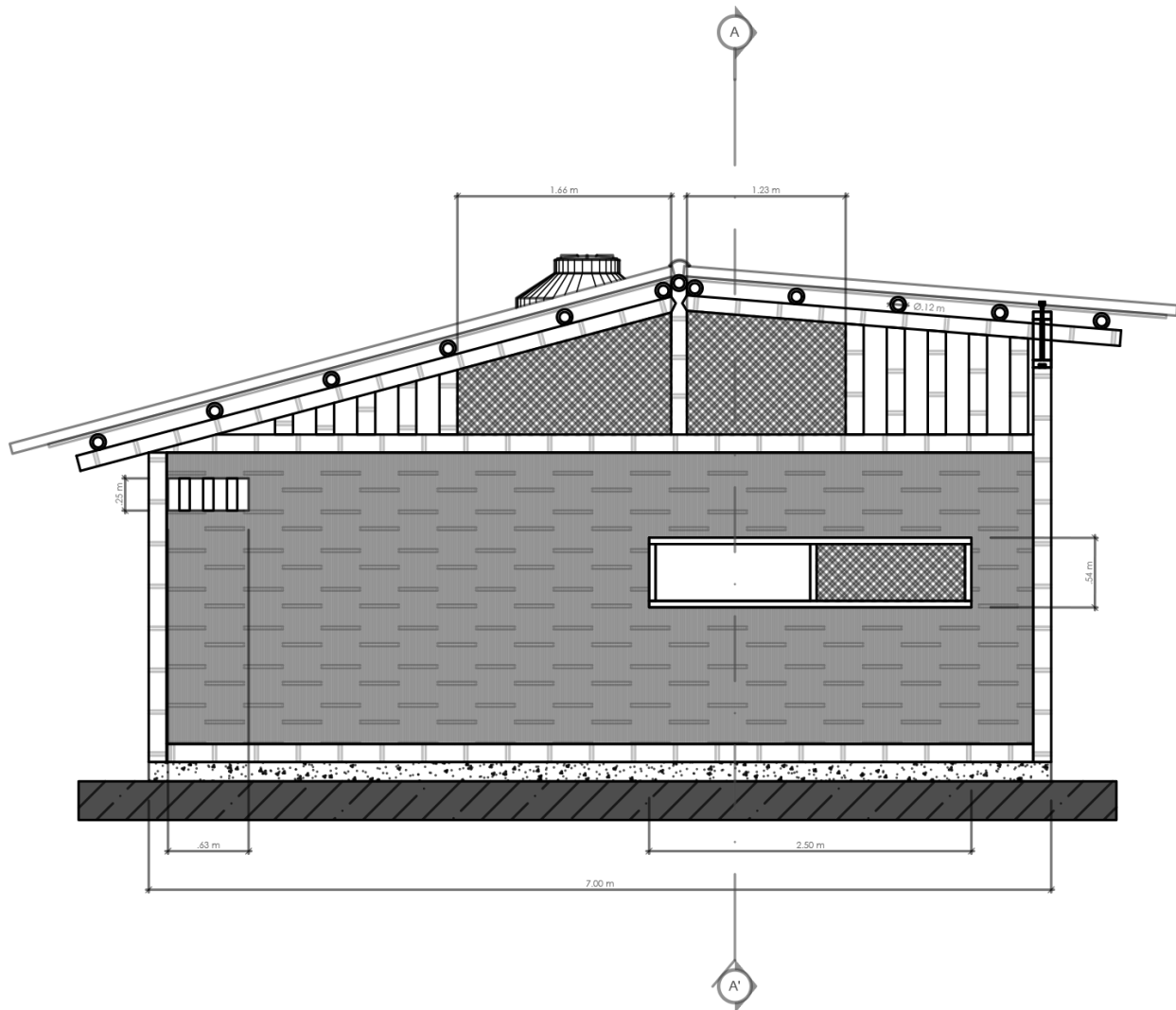


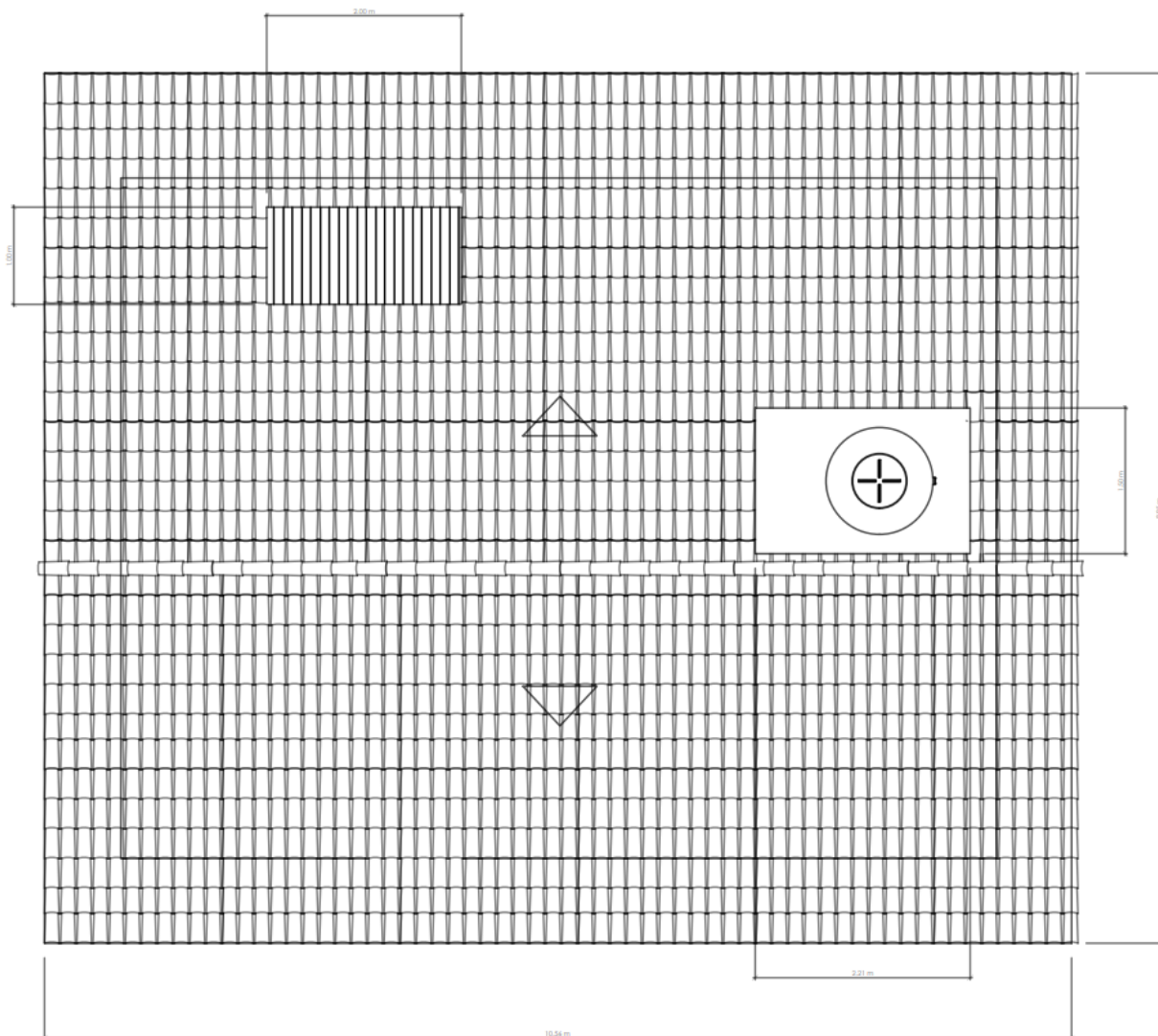
Figura 14. Fachada lateral derecha



4.4.3 Cubierta Tipología A

La cubierta está diseñada a dos aguas, con aleros que protegen el bambú para garantizar la duración y el perfecto estado del material, contiene un tanque aéreo para el suministro de estas personas y en la parte de zona de ropas tiene un tragaluz con pérgolas de bambú. Figura 15.

Figura 15. Plano Cubierta a dos aguas, Tipología A.



Cortes

A continuación, se muestra los cortes de la tipología A con los detalles constructivos en modelo 3D.

Figura 16. Tipología A, Corte A – A'



Figura 17. Tipología A, corte B – B'



Los modelos 3D final de la tipología A de la vivienda de interés social propuesta, se muestran en las Figuras 18 y 19, 20 y 21, en el mismo se pueden apreciar una vista previa del diseño arquitectónico propuesto.

Figura 18. Imagen Fachada Frontal



Figura 19. Vista fachada lateral izquierda.



Figura 20. Vista fachada lateral derecha.



Figura 21. Vista posterior.



4.4.4 Diseño interior, vivienda Tipología A

Su interior se compone de muros de esterilla en bambú, pues tiene grandes ventajas con su naturaleza térmica y usos como aislante acústico. Los muros de esterilla son de gran uso puesto que el bambú tiene cámaras de aire en el interior de sus cañas que se encargan de regular la temperatura y formar una barrera contra el sonido. Las Figuras 22,23 y 24, presentan una imagen del diseño interior.

Figura 22. Zonificación en perspectiva.



Figura 23. diseño interior de la sala.



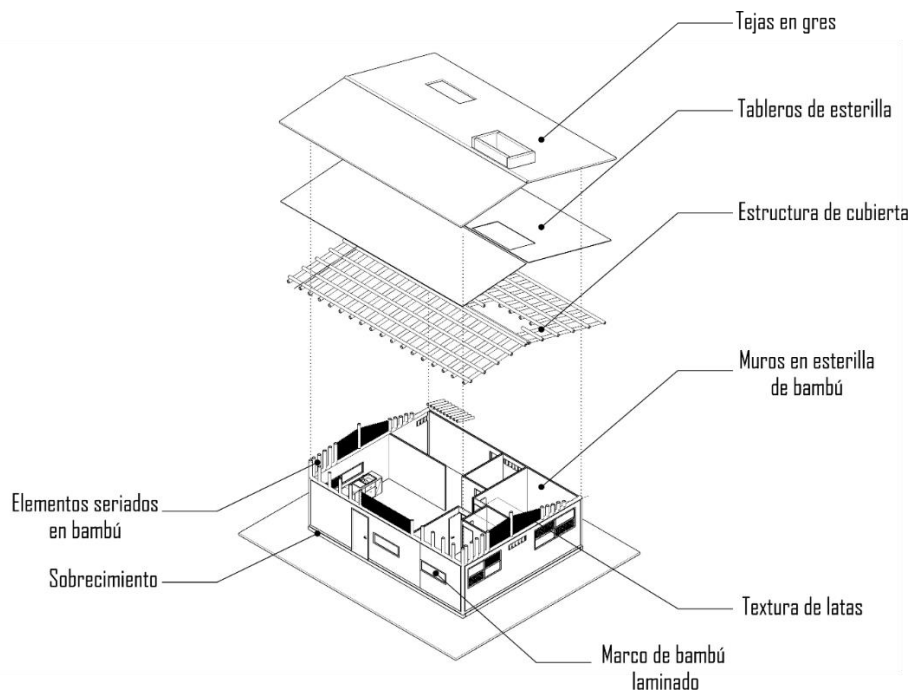
Figura 24. Interior del dormitorio 2.



4.4.5. Isométrico destructivo

La Figura se observa el destructivo de la tipología A con su proceso constructivo donde se muestra el despiece de toda la vivienda, esto indica los acabados, la cubierta y los materiales en un contexto general.

Figura 25. Isométrico destructivo Vivienda Tipología A.



4.4.6 Costo Vivienda tipología A

La tabla 3, presenta los costos aproximados para la construcción de la vivienda tipología A.

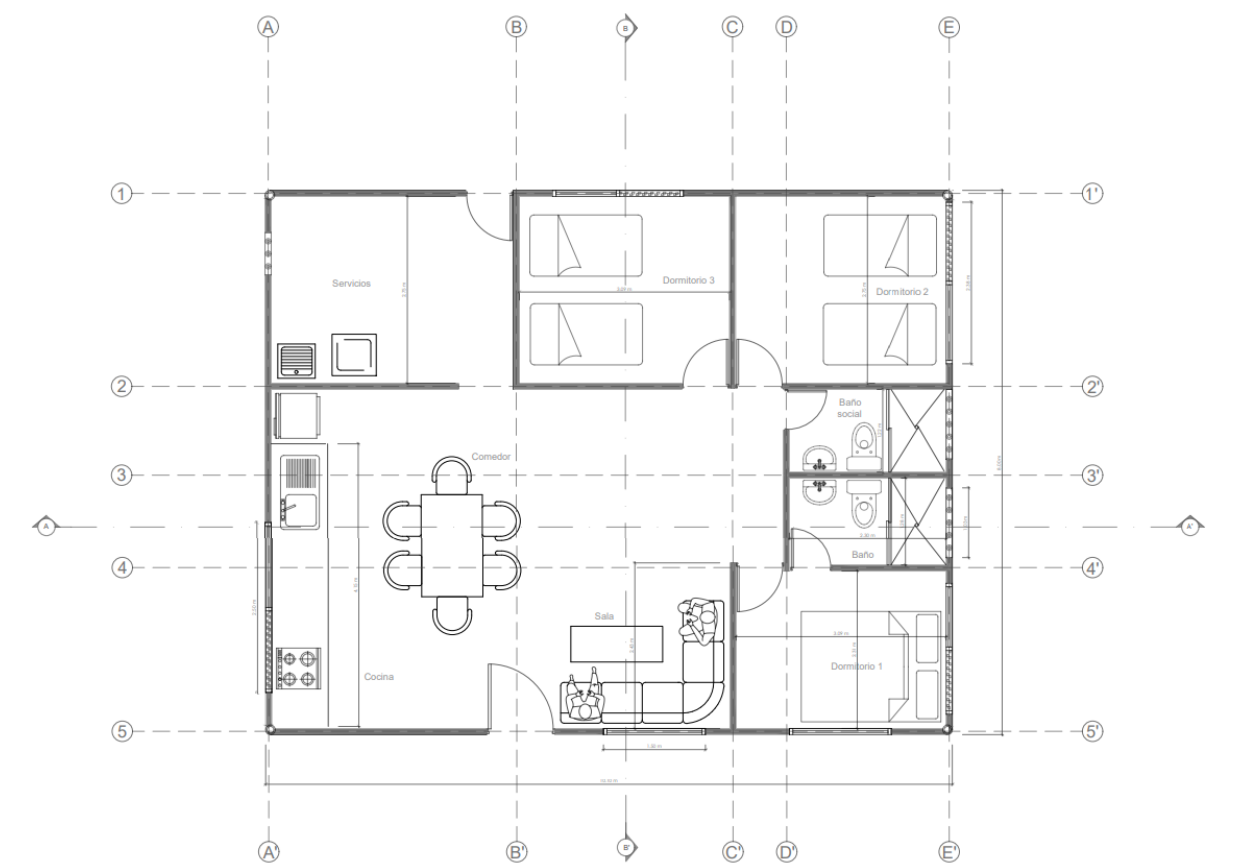
Tabla 3. Costo construcción Vivienda tipología A.

ACTIVIDADES	
Localización y replanteo	\$ 533.000
Campamento	\$ 840.000
Escavación vigas	\$ 190.000
Armado acero vigas	\$ 12.875.000
Vaciado vigas	\$ 1.968.000
Armado acero losa	\$ 9.467.000
Vaciado losa	\$ 4.283.000
Mampostería muros de esterilla	\$ 5.332.000
Instalación red eléctrica + medidor	\$ 4.368.000
Instalación red hidrosanitaria + medidor	\$ 975.200
Instalación ventanas	\$ 435.000
Instalación cubierta	\$ 2.567.000
Instalación puertas	\$ 851.000
Instalación aparatos sanitarios y lavamanos	\$ 682.000
Instalación Griferías (ducha, lavamanos y cocina)	\$ 350.500
Valor suelo para construir	\$ 13.482.000
TOTAL	\$ 59.198.700

4.4.7 Vivienda Tipología B

Esta tipología de 80,8 m² es la más grande, diseñada para 6 personas con dimensiones de 10,10 m x 8 m. La Figura 26, presenta los planos.

Figura 26. Planos Vivienda tipología B.



4.4.8 Diagrama de áreas

Esta tipología como lo muestra el diagrama de áreas Figura 27, se compone de tres habitaciones, una principal con baño y otras dos auxiliares, baño social, comedor, cocina, sala y zona de servicios, se diseñó de esta forma teniendo en cuenta la privacidad y el confort de las personas, como se observa es para mayor número de personas y punto del baño social se diseñó en un lugar céntrico para la comodidad de estos habitantes.

Figura 27. Diagrama de áreas Vivienda tipología B.



4.4.9. Fachadas Vivienda tipología B.

Las Figuras 28,29 y 30 muestran el diseño de las fachadas para esta vivienda.

Figura 28. Fachada frontal.

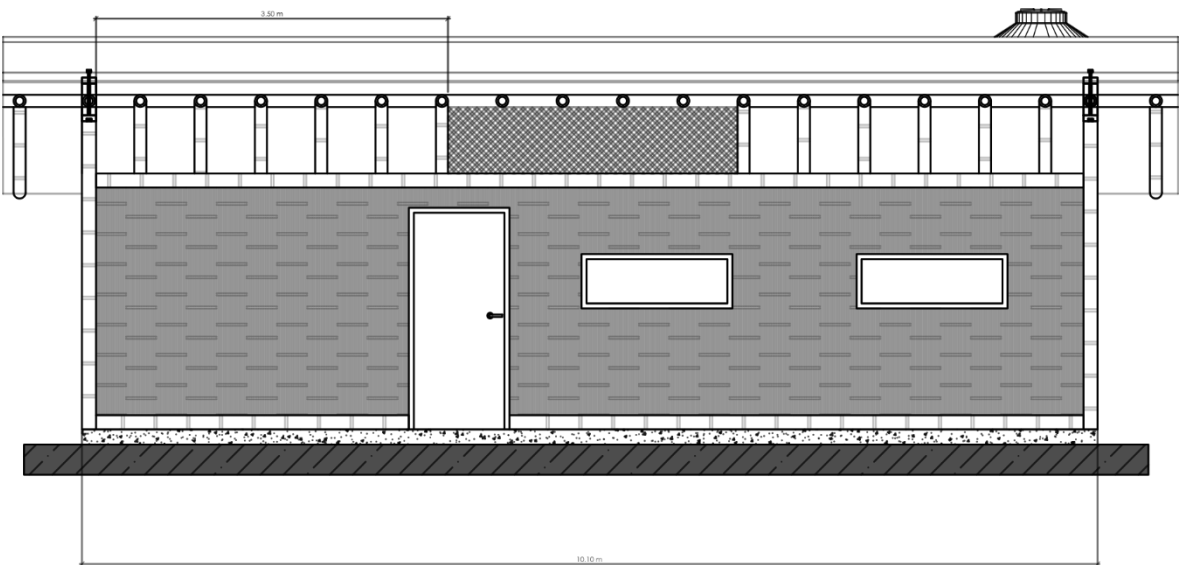


Figura 29. Fachada lateral izquierda

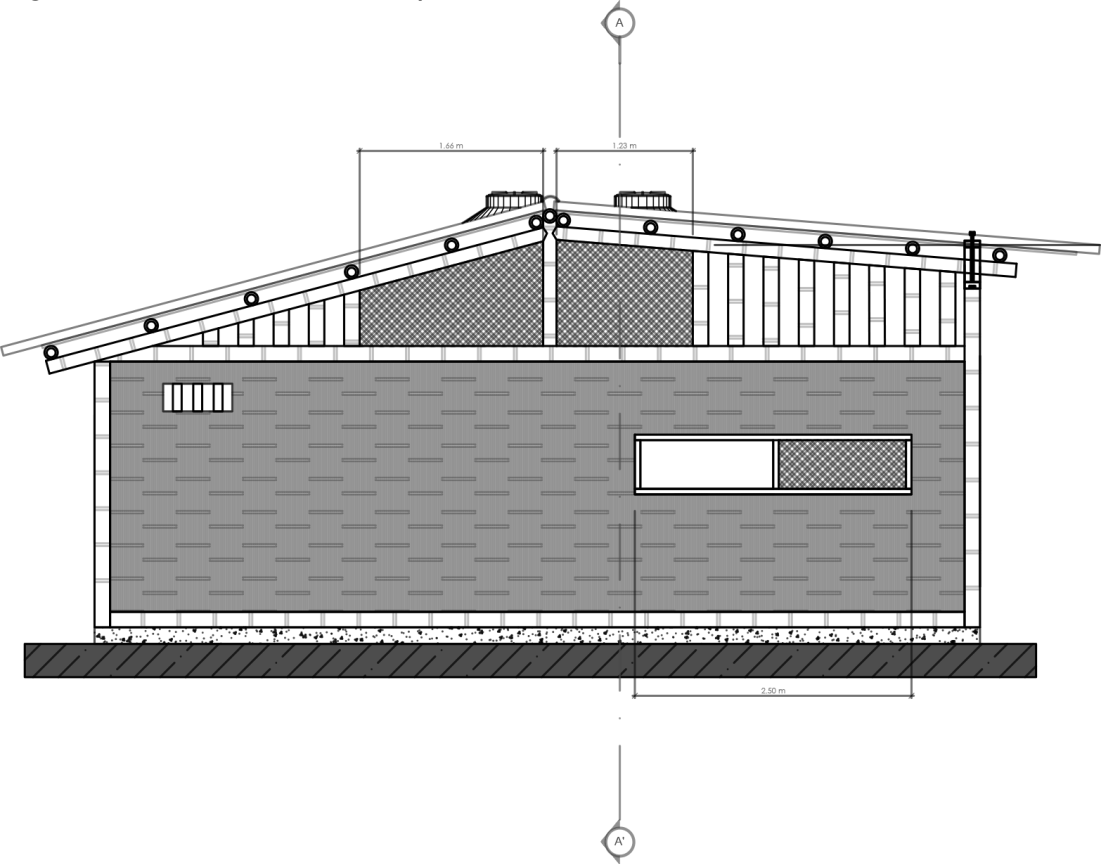
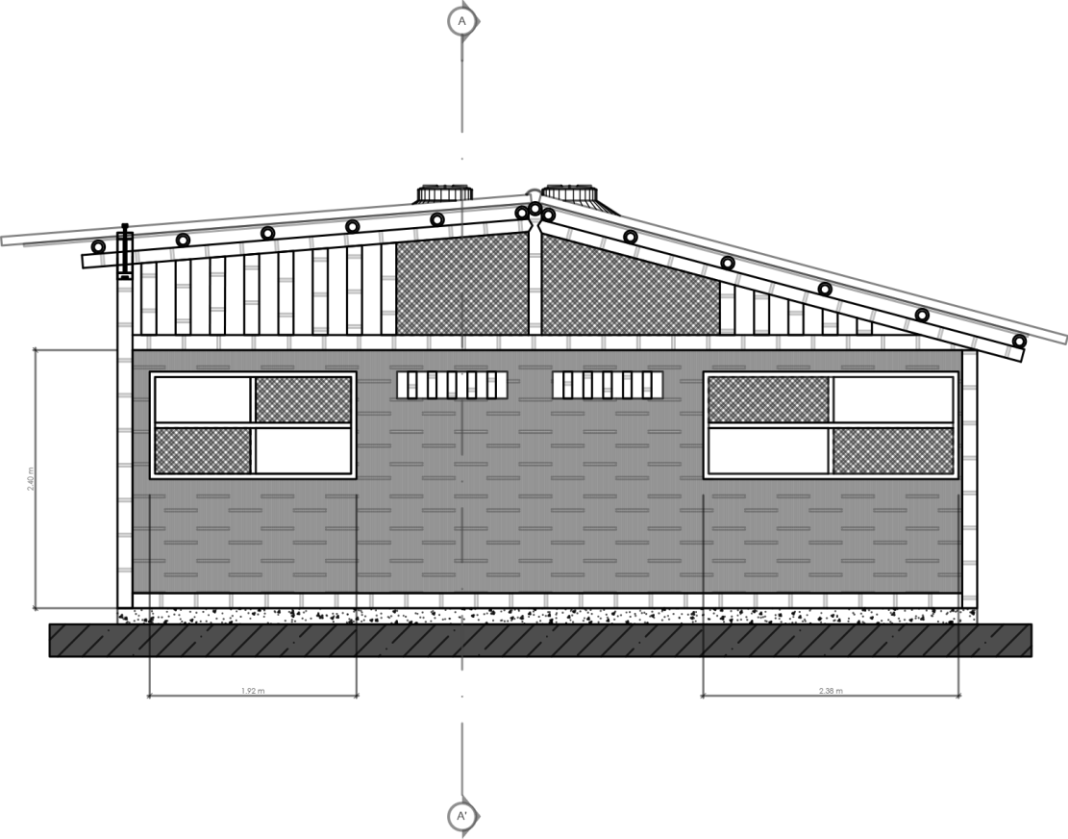


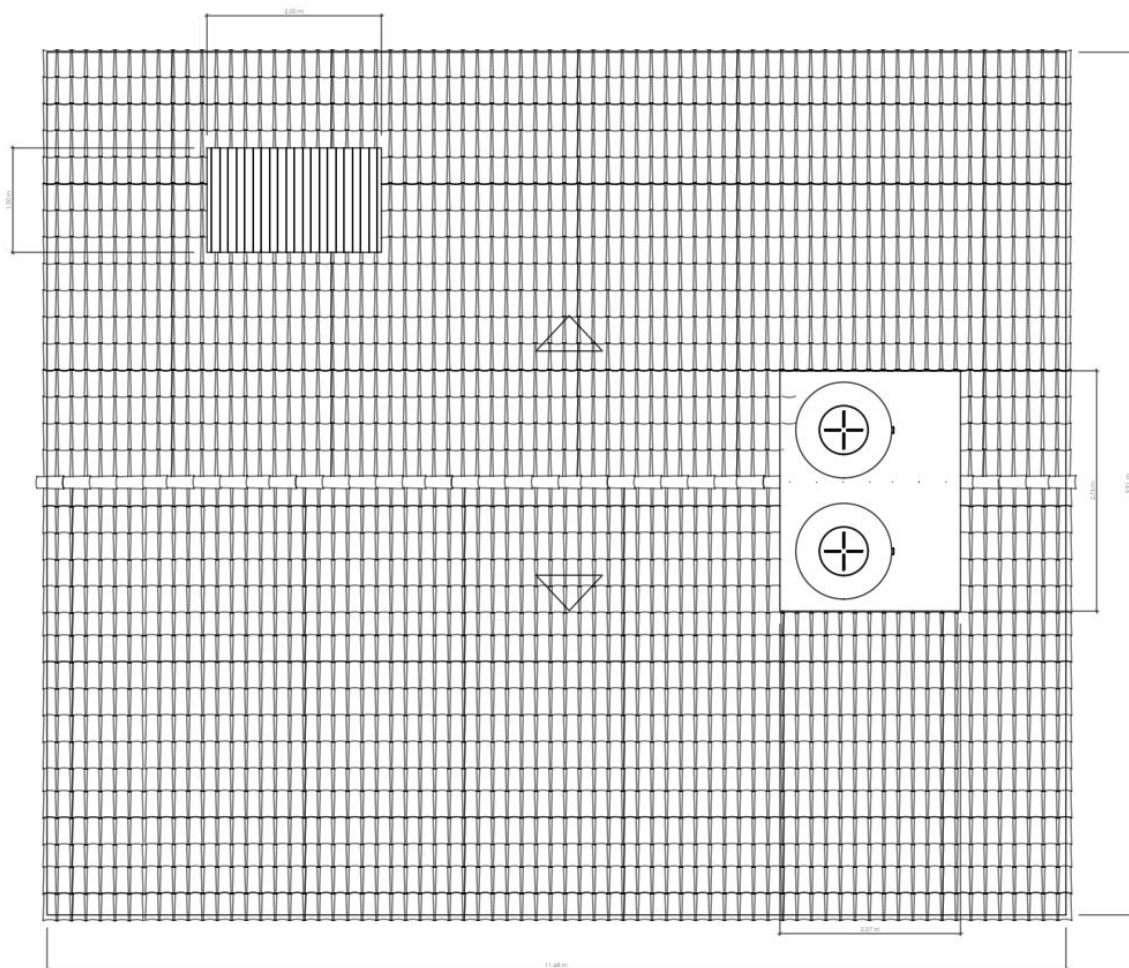
Figura 30. Fachada lateral derecha



4.4.10 Cubierta tipología B

La cubierta está diseñada a dos aguas, Figura 31, con aleros que protegen el bambú para garantizar la duración y el perfecto estado del material, a diferencia de la tipología A esta contiene dos tanques aéreos para el suministro de seis personas.

Figura 31. Cubierta Vivienda tipología B.



Las Figuras 32 y 33, muestran los cortes con los detalles constructivos en modelo

Figura 32. Corte A – A'



Figura 33. Corte B – B'



Los modelos 3D final de la tipología B de la vivienda de interés social propuesta, se muestran en las Figuras 34, 35, 36 y 37, en el mismo se pueden apreciar una vista previa del diseño

arquitectónico propuesto.

Figura 34. Imagen fachada frontal



Figura 35. Vista Fachada lateral izquierda



Figura 36. Vista fachada lateral derecha



Figura 37. Vista posterior



Las figuras 38, 39, 40, 41, 42 y 43, muestran los diseños en perspectiva la interior de la vivienda.

Figura 38. Zonificación en perspectiva

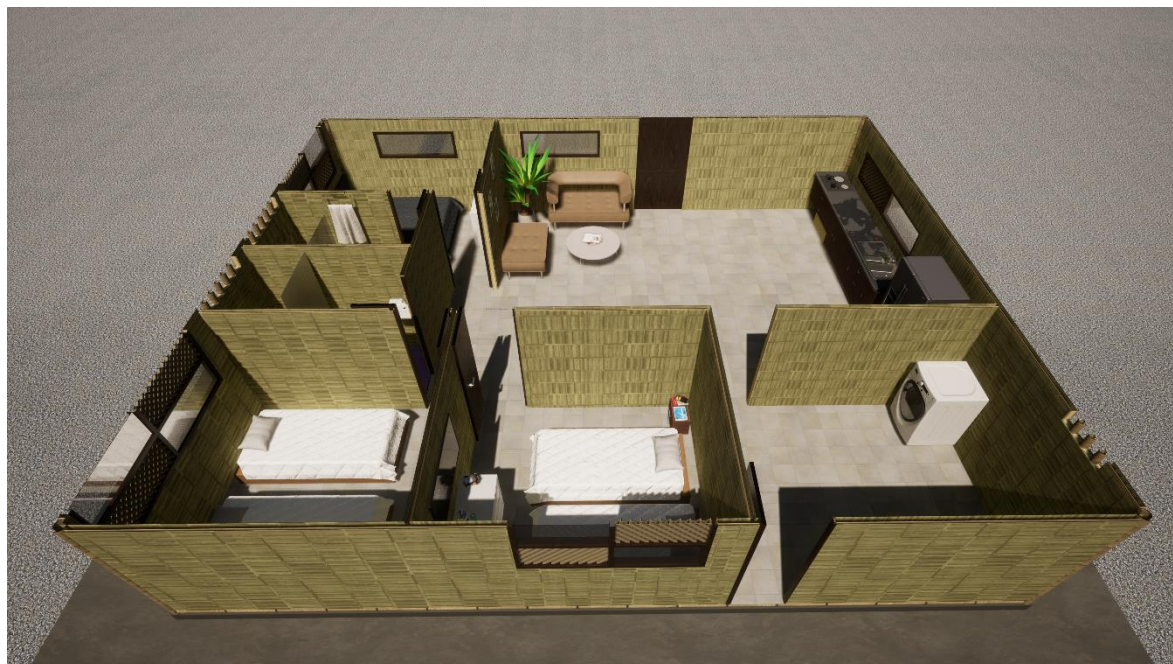


Figura 39. Diseño interior de la sala



Figura 40. Interior de habitación principal



Figura 41. Detalle de baño



Figura 42. Detalle de la cocina



Figura 43. Detalle de zona de servicios



4.4.11 Costo Vivienda tipología B.

La Tabla 4, muestra los costos aproximados para la construcción de la tipología de la A.

Tabla 4. Costos Vivienda tipología B.

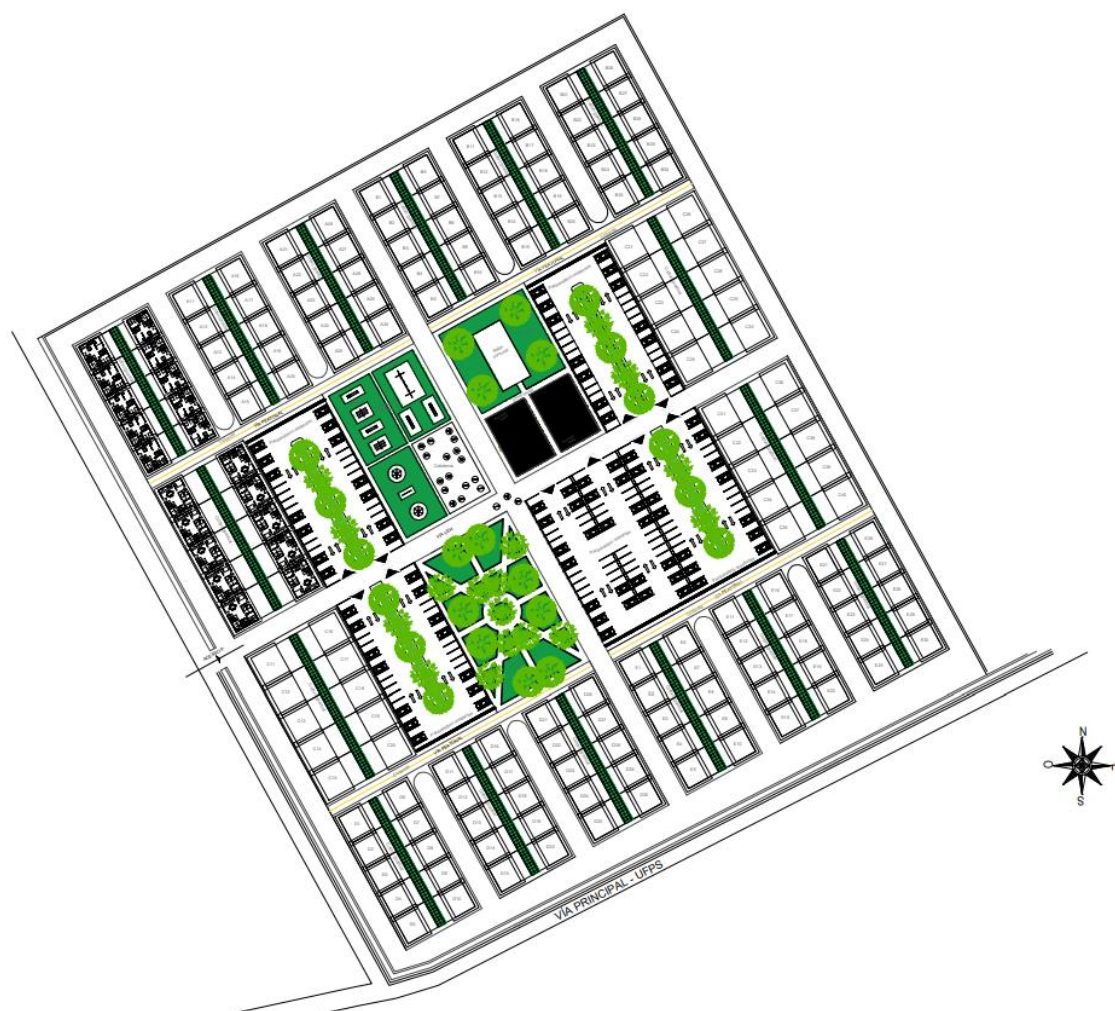
ACTIVIDADES	
Localización y replanteo	\$ 533.000
Campamento	\$ 840.000
Escavación vigas	\$ 217.000
Armado acero vigas	\$ 13.575.000
Vaciado vigas	\$ 2.684.000
Armado acero losa	\$ 9.467.000
Vaciado losa	\$ 5.133.000
Mamposteria muros de esterilla	\$ 6.769.500
Instalación red eléctrica + medidor	\$ 5.856.000
Instalación red hidrosanitaria + medidor	\$ 975.200
Instalación ventanas	\$ 435.000
Instalación cubierta	\$ 3.267.000
Instalación puertas	\$ 987.000
Instalación aparatos sanitarios y lavamanos	\$ 682.000
Instalación Griferías (ducha, lavamanos y cocina)	\$ 350.500
Valor suelo para construir	\$ 14.477.000
TOTAL	\$ 66.248.200

4.5 PLANO GENERAL DEL PROYECTO

El área total del proyecto es aproximadamente de 49.300 m², donde 120 lotes son de la tipología A correspondientes a un área de 96.3 m² y 40 lotes restantes a un área de 137.1 m² de la tipología B.

El fin de implementar este programa de viviendas de interés social es para solucionar temas habitacionales para el estado y mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del Catatumbo, donde se cumplen normas de acceso a la vivienda y de urbanización, como es alumbrado público, tránsito vehicular, andenes, sardineles y áreas de arborización. Las orientaciones de las viviendas surgen a partir de los aspectos de bioclimática, funcionalidad y accesibilidad. La Figura 44, muestra el plano urbano del proyecto general.

Figura 44. Plano arquitectónico del proyecto.



4.6 ZONIFICACION DEL PROYECTO

Las Figuras 45 y 46, muestran el plano urbano del proyecto y el render con sus respectivas áreas de cesión, donde poseen juegos infantiles, zonas verdes, gimnasio al aire libre, zona social, ciclo ruta, accesibilidad, parqueaderos y cultivo gradual.

Figura 45. Zonificación del proyecto general.



Figura 46. Render general del proyecto.



4.7 DETALLES CONSTRUCTIVOS URBANOS

Las Figuras 47 y 48, detallan los planos en corte de los detalles constructivos de la ciclo ruta y la zona de parqueaderos del proyecto.

Figura 47. Detalle vial de ciclo ruta

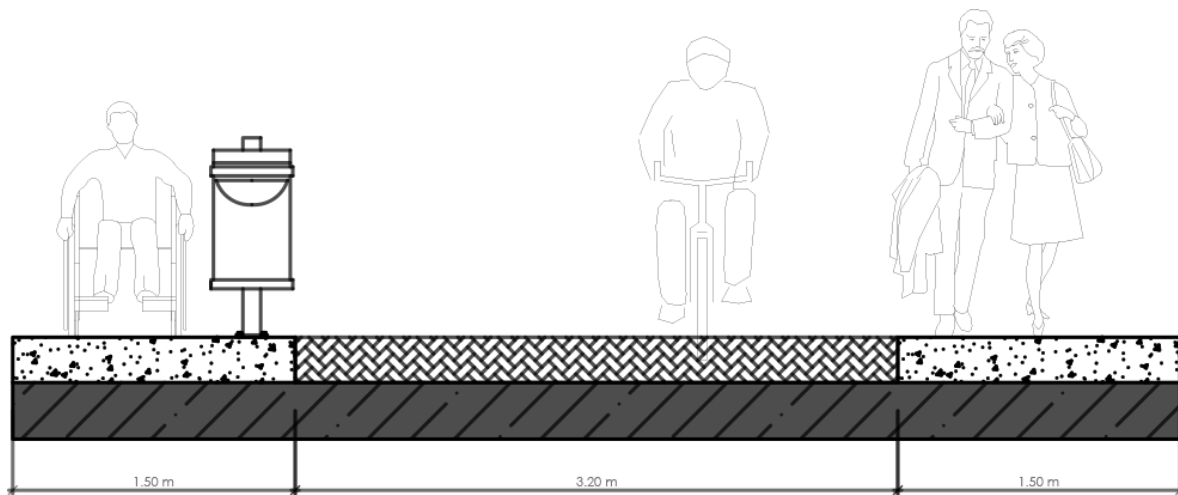
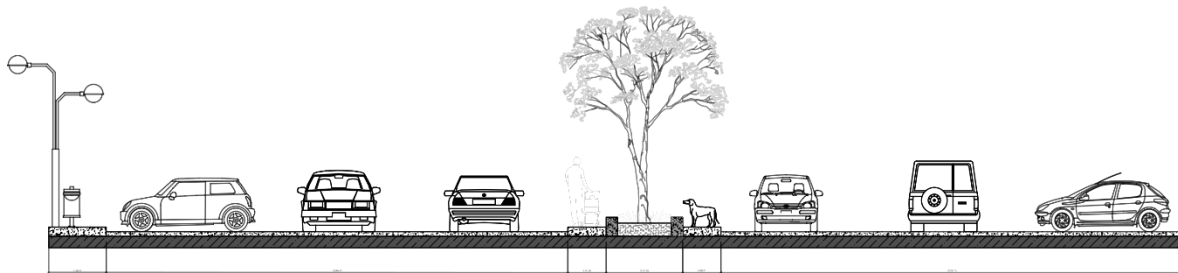


Figura 48. Detalle constructivo de parqueadero



Las Figuras desde la 49 a la 64, muestran las representaciones tridimensionales y animaciones realistas del diseño arquitectónico propuesto, donde se pueden ver temas de iluminación, texturas, sensaciones de profundidad y materiales del proyecto en general.

Figura 49. Detalle urbano de la vía peatonal



Figura 50. Detalles de las zonas verdes.



Figura 51. Zona de cultivo comunitario.



Figura 52. Detalle urbano de las viviendas.



Figura 53. Detalles de espacios urbanos.



Figura 54. Zonas de parqueaderos.



Figura 55. Detalle de juegos infantiles.



Figura 56. Detalle de gimnasio a cielo abierto.



Figura 57. Detalle de columpios y zonas verdes.



Figura 58. Detalle urbano de zonas de parques y viviendas.



Figura 59. Vista de ciclo ruta y cultivo gradual.



Figura 60. Vista urbana exterior de la vía principal.



Figura 61. Vista urbana del proyecto.



Figura 62. Detalle de zona social.



Figura 63. Vista isométrica general de las viviendas.



Figura 64. Vista isométrica general de zonas verdes, juegos infantiles y recreación.



4.8. CONSIDERACIONES GENERALES RELATIVAS A LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA EN GUADUA O BAMBÚ.

La guadua como material constructivo para viviendas bioclimáticas y su costo en la construcción de viviendas de interés social le otorga característica a ser consideradas en el diseño de programa de vivienda de interés social, los materiales con los cuales se construyen las viviendas bioclimáticas, provienen de la naturaleza, la resistencia de la Guadua y otros elementos más como se presentan en la Figura 65, la constituyen en un material de primer orden en la construcción

Figura 65. Ventajas de Construcción de Viviendas en Guadua para la región del Catatumbo.

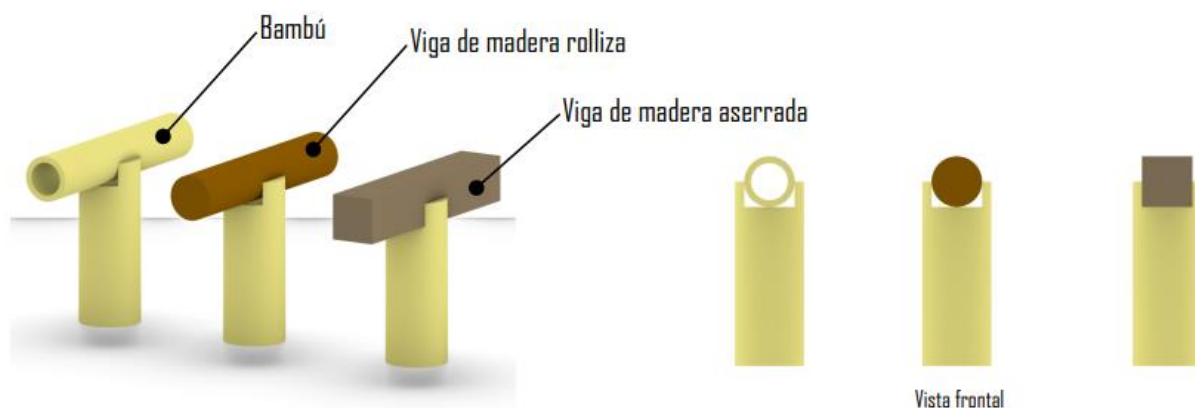


Para el desarrollo fácil ensamblaje de la vivienda modular, se tienen en cuenta cada una de las uniones y cortes que debe tener la guadua para su montaje, es importante establecer que la guadua no debe tener un contacto directo con el suelo.

4.8.1. Uniones Horizontales y Verticales del Bambú

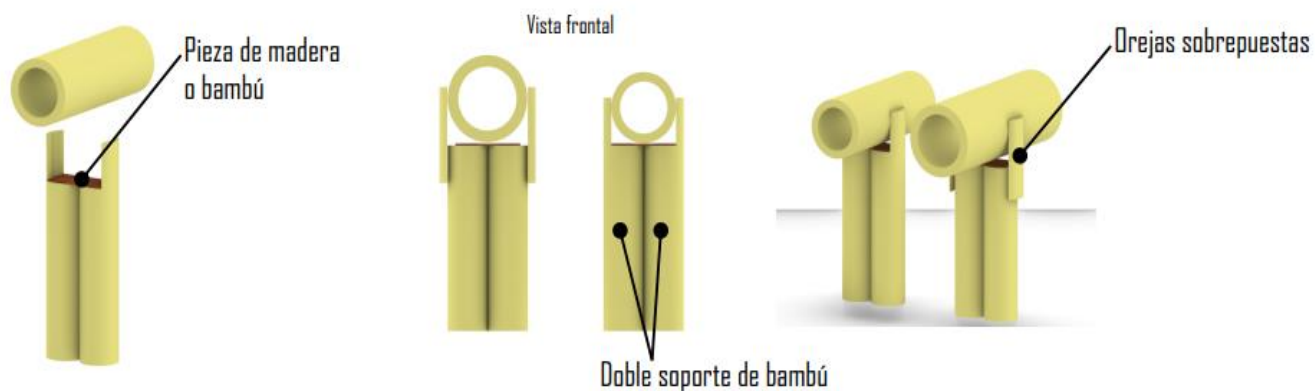
Soporte con una o dos orejas. Estos soportes son utilizados para recibir cargas de vigas de bambú, madera rolliza y aserrada. Figura 66.

Figura 66. Soporte con una o dos orejas



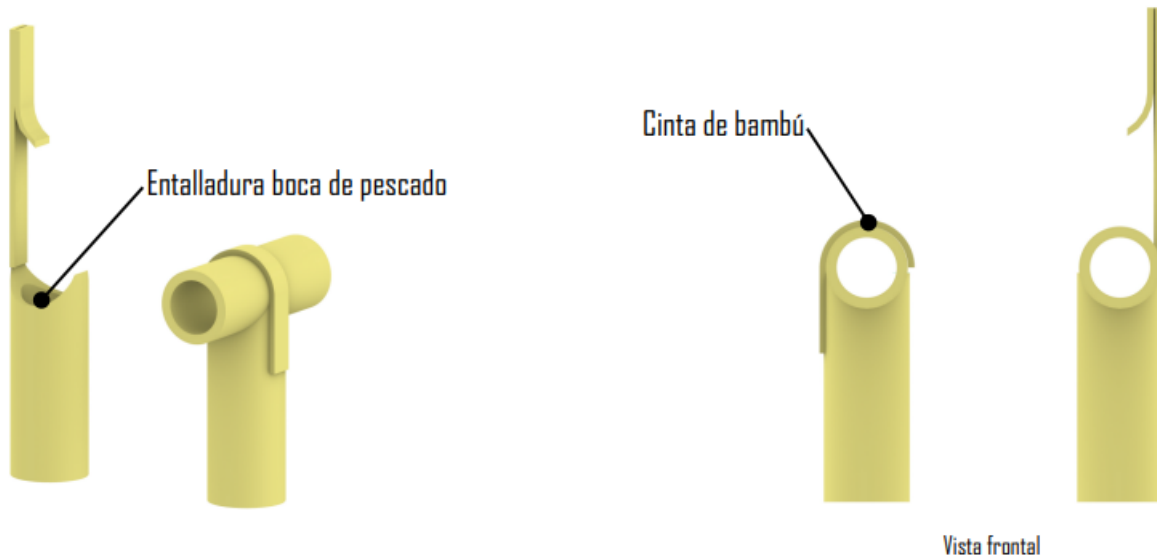
Doble soporte con oreja. Se utiliza cuando las vigas son de mayor diámetro que el de las columnas, en varios casos se utilizan orejas donde son sobrepuestas. Figura 67

Figura 67. Doble soporte con oreja



Soporte con solapa. Se utiliza cuando no hay ningún tipo de alambre para el amarre, se procede a utilizar cintas de bambú para su debido amarre. También se puede hacer con entalladura de boca de pescado. Figura 68

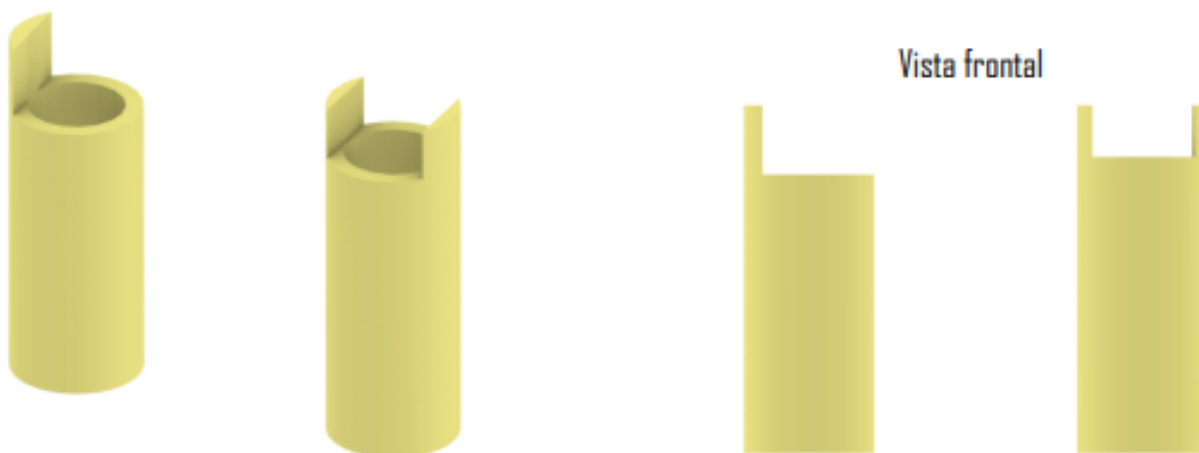
Figura 68. Soporte con solapa



4.8.2 Entalladuras Utilizadas para Uniones de Piezas de Bambú

Con oreja y dos orejas. Se utilizan para el soporte de vigas de sección transversal rectangular, el de una oreja cuando el diámetro es mayor que la caña de la columna y el de dos orejas cuando el diámetro de la viga no supera el diámetro de la columna. Figura 69.

Figura 69. Entalladuras con oreja y dos orejas



A Bisel. Se utiliza para elementos diagonales los cuales recaen directamente sobre otro elemento vertical y horizontal o cuando los elementos se unen entre sí de forma ortogonal. Figura 70.

Figura 70. Entalladura a Bisel.



Pico de flauta. Se emplea en elementos diagonales y se puede apoyar en elementos horizontales o verticales al mismo tiempo. Figura 71.

Figura 71. Entalladura pico de flauta.



Boca de pescado. Se utiliza para unir los extremos de las cañas de forma estructural. Figura 72.

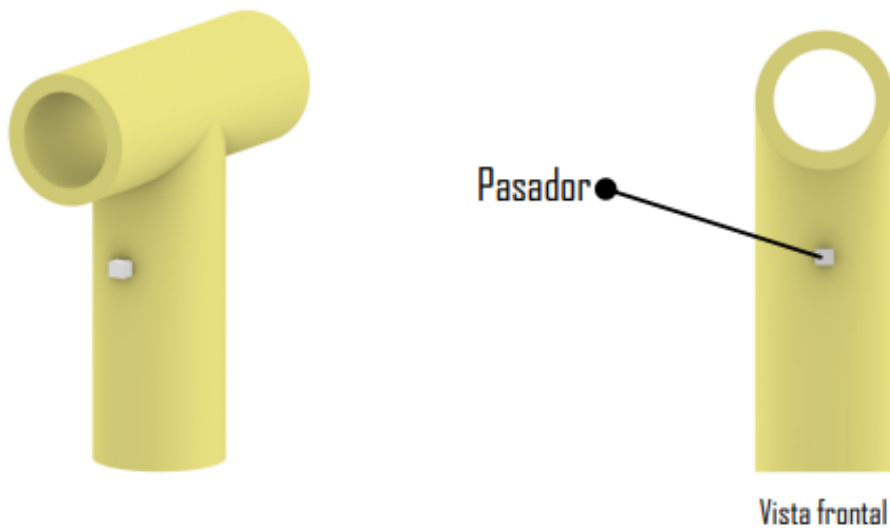
Figura 72. Entalladura Boca de pescado.



4.8.3 Pasadores y Anclajes en Uniones de Piezas Horizontales y Verticales

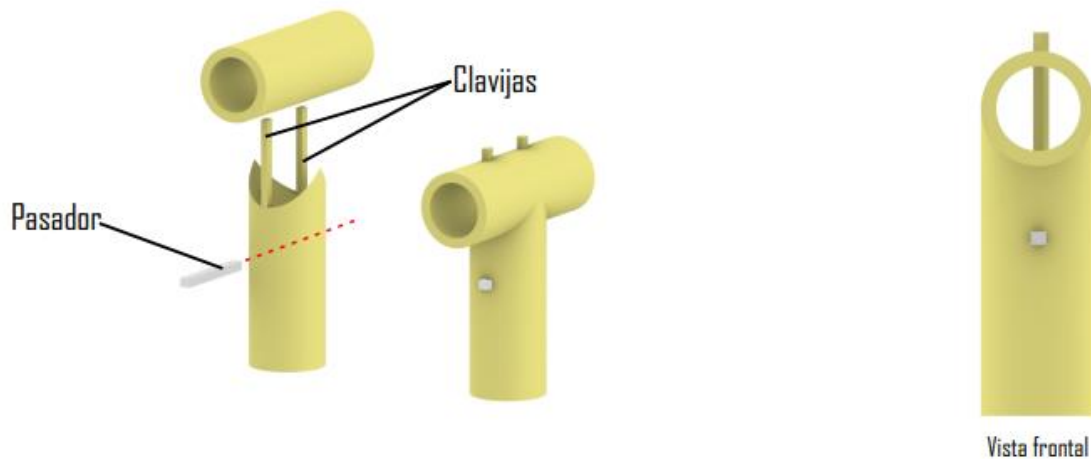
Unión de pieza con amarre y clavija. La clavija se coloca perpendicular o paralela a la viga. Figura 73.

Figura 73. Unión de Pieza con amarre y clavija



Boca de pescado con clavijas. Se realiza dos orificios en la viga para poder pasar los dos extremos y se procede a colocar el pasador.

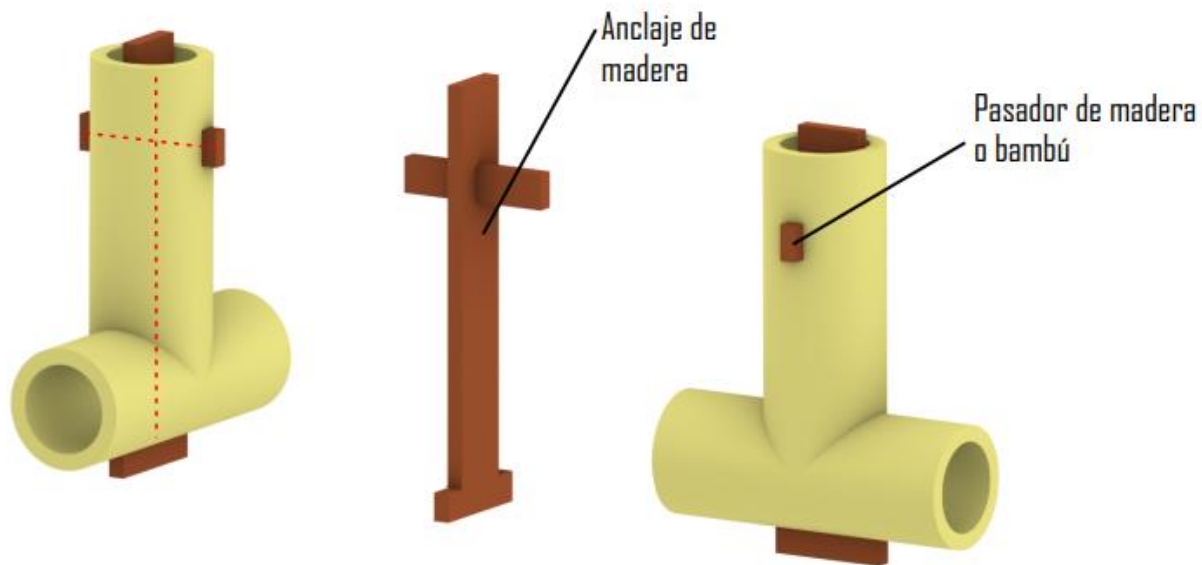
Figura 74. Boca de pescado con clavijas



4.8.4 Unión con anclaje de madera.

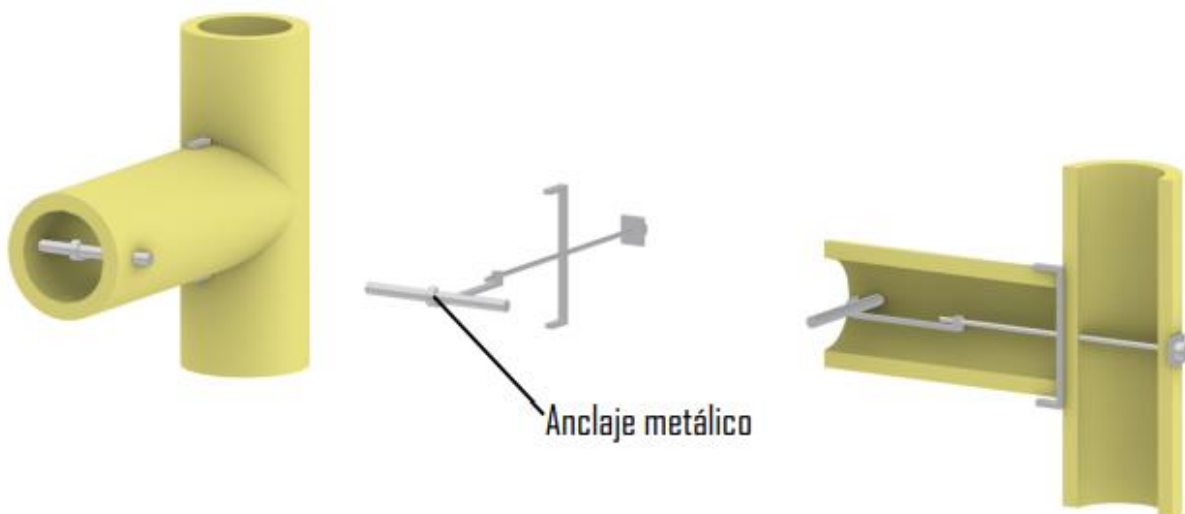
También se puede emplear de forma invertida. Figura 75 y 76.

Figura 75. Unión de anclaje de madera.



Unión con anclaje metálico. Se utiliza en diferentes posiciones.

Figura 76. Unión con anclaje metálico

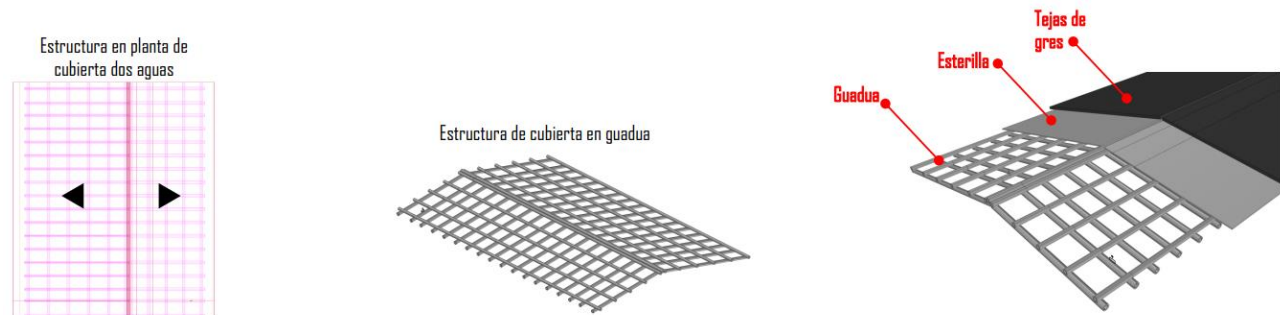


4.8.5 Cubierta en Estructura de Guadua

Cubierta dos aguas en bambú con tejas de barro. En estas cubiertas se emplean soleras y correas de bambú para el soporte de las tejas de barro. También se emplean los tableros de esterilla, este se ancla con las cañas de la cubierta y sirve como protección del sol y la lluvia

de la guadua. Figura 77.

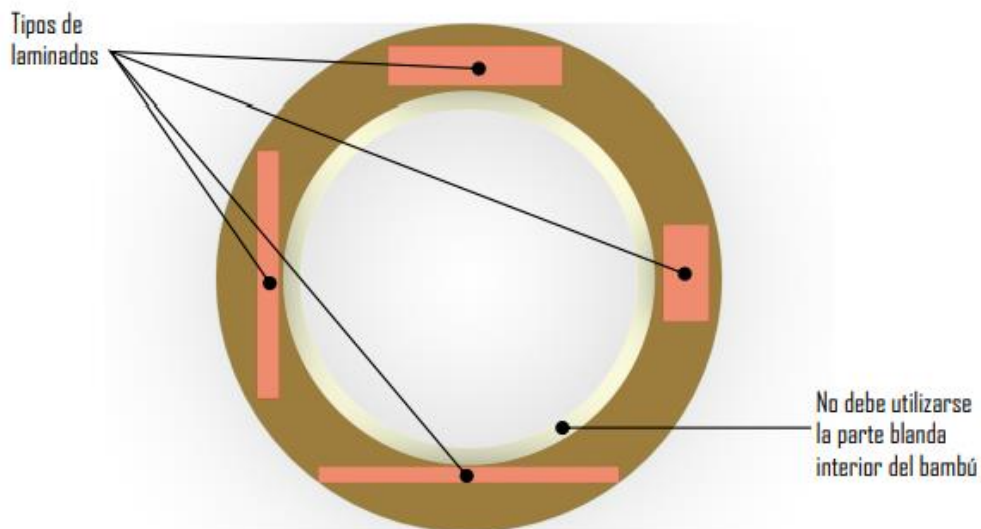
Figura 77. Cubierta dos aguas en bambú con tejas de barro



4.8.5 Elaboración de Laminados de Bambú

Los laminados de bambú son muy utilizados para marcos de puertas, ventanas, paneles de fachadas, baldosas para pisos, muebles y demás. Una de sus grandes ventajas a comparación de la madera común es que tiene tres veces más resistencia, siempre y cuando sea tratado con los conservantes adecuados. Para la elaboración de laminados en bambú se tiene en cuenta que la parte blanda del bambú no se utiliza. Figura 78.

Figura 78. Laminados de Bambú



CONCLUSIONES

Desde la época precolombina en Colombia, se ha utilizado la Guadua o Bambú, como un material para la construcción de viviendas, su fácil y abundante reproducción, la resistencia y durabilidad de sus tallos, le configuran unas características especiales que utilizadas de acuerdo a las normas técnicas ayudan a mitigar las necesidades de vivienda de la población.

Las personas que habitan la región del Catatumbo Colombiano, han sufrido los embates de la violencia que ha generado desplazamiento de la población hacia las cabeceras municipales, configurando a Ocaña como el municipio de mayor recepción de población desplazada.

La honorable Corte Constitucional se ha pronunciado sobre la obligación que le asiste al Estado Colombiano de proporcionar vivienda digna a esta población, de ahí la necesidad de desarrollar programas de vivienda para atender a esta población y que además considere las condiciones medioambientales de la zona.

El proyecto de vivienda aquí detallado, se presenta como una alternativa viable para hacer frente a la problemática deficitaria en materia de vivienda que tiene el municipio de Ocaña, teniendo en cuenta las características de la población a quienes se ha dirigido el proyecto, diseñando 2 viviendas a bajo costo y con las condiciones bioclimáticas requeridas.

Es importante destacar que las viviendas construidas en Guadua, pueden resistir terremotos y amenazas, ayudan en la mitigación del cambio climático, se adaptan al clima, la configuración de los techos, la altura y amplitud de los aleros evitan que el agua ingrese en tiempos de lluvia, permiten la ventilación y entrada de luz natural, lo que reduce gastos de energía, en general son viviendas bioclimáticas y amigables con el medio ambiente.

BIBLIOGRAFIA

ASOMUNICIPIOS OCAÑA Y SUR DEL CESAR. (2018). Propuesta para la construcción de políticas públicas en la región del Catatumbo, provincia de Ocaña y sur del Cesar. . Ocaña: Imaginarte.

COLOMBIA, DEFENSORIA DEL PUEBLO REPUBLICA DE. (2014). Derecho a la Vivienda para los desplazados, Balance de la política publica de estabilización socioeconómica. Bogotá: Imprenta Nacional.

DANE, Ocaña, Censo poblacional 2018.

GIRALDO HERRERA Edgar y SABOGAL OSPINA Aureliano, LA GUADUA una alternativa sostenible, publicación de la corporación autónoma regional del Quindío, CRQ. Quindío. 1999.

GONZALEZ, Mauricio. Beneficios sociales, ambientales y económicos de la Guadua angustifolia. En: El Tiempo. Bogotá D.C. 18 de octubre de 2008. Disponible en: <<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-4611130>>

HERNÁNDEZ, P. Los materiales en la Arquitectura Bioclimática, Recuperado de: <https://pedrojhernandez.com/2014/03/04/los-materiales-en-la-arquitectura-bioclimatica/>

CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA LEY 99 de 1993.

CONGRESO DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA Ley 2206 del 17 de mayo de 2022

MINISTERIO DE VIVIENDA Y DESARROLLO SOSTENIBLE (2012), Republica de Colombia, Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana Recuperado de: https://moam.info/queue/criterios-ambientales-para-el-diseo-y-construccion-de-vivienda-_59c367201723dddad9d48142.html

MUNICIPIO DE OCAÑA, PBOT, Municipio de Ocaña, 2002, Recuperado de: <https://www.corporacion.gov.co/pot/Ocana/Proyecto%20de%20Acuerdo/Ocana%20Proyecto%20de%20Acuerdo%20Tomo%201.pdf>

PÁEZ GARCÍA, Armando, Energía al Debate, Recuperado de: http://www.energiaadebate.com/Articulos/febrero_2006/armando_paez_garcia.htm

Plan de Desarrollo departamento Norte de Santander, 2020-2023 “MÁS OPORTUNIDADES PARA TODOS”

PLAN DE DESARROLLO “MAS POR OCAÑA 2020-2023, Recuperado de:
https://ocananortedesantander.micolombiadigital.gov.co/sites/ocananortedesantander/content/files/000764/38184_plan-de-desarrollo-2020--2023-mas-por-ocana.pdf

Revista ECOHABITAR, La Guadua una maravilla natural de grandes bondades. (2019). Recuperado de: <https://ecohabitar.org/la-Guadua-una-maravilla-natural-de-grandes-bondades/>.

RIBA, J. (2019) Casas Bioclimáticas: Edificaciones muy Zeo Que Ayudan a frenar el Cambio Climático. Recuperado de: <https://plataformazeo.com/es/casas-bioclimaticas-caracteristicas/>

RIVERA, Y. (17 de 04 de 2018). ArchDaily. Recuperado el 14 de 04 de 2022, de <https://www.archdaily.co/co/892457/construcciones-en-Guadua-una-tecnica-local-en-colombia-que-debes-conocer>

RODRIGUEZ LOPEZ, D. A. (2017). Guadua, material sostenible para viviendas de interes social. Loja.

TENECHE, G. (2019). Guadua y Bambú en Colombia. Recuperado de: <https://Guaduabambucolombia.com/construccionesenGuadua>.

VÉLEZ, Simón, LA GUADUA ANGUSTIFOLIA “El Bambú Colombiano”, Recuperado de: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/93442/06_ESD_Cos_pp_35_81.pdf