

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA*
ANGUSTIFOLIA KUNTH, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE
OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA



Presentado por: Arq. Santiago Alejandro González Camargo

Director: Dr. Arquitecto Santiago Muñiz Gómez

Máster Universitario en Edificación Sostenible

Curso 2021-2022

Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica EUAT



MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Resumen

Tomando como referencia la avenida torrencial ocurrida en Mocoa, Putumayo, Colombia, en el año 2017, y luego de un análisis de la forma en como las autoridades competentes dieron respuesta a la comunidad en términos de alojamiento temporal, evidenciando que dicha respuesta correspondió a una carpa tipo camping, estructura que si bien brinda la posibilidad de refugio inmediato, con el paso del tiempo deja de garantizar aspectos de carácter humanitario que garanticen la dignidad y privacidad de las personas afectadas, el presente trabajo plantea el diseño de un modelo de vivienda de emergencia basado en 3 ejes que permitan cualificar dicho modelo como sostenible, estos ejes son el uso de un material sostenible y de origen local, siendo este la *Guadua Angustifolia Kunth*, el diseño de la vivienda acorde a las condiciones climáticas del lugar y el uso del Manual Esfera como referente en aspectos mínimos que debe tener en cuenta un alojamiento temporal para garantizar una asistencia basada en la dignidad humana de los afectados, en este caso por eventos naturales.

Palabras Clave : Desastre natural, Mocoa, vivienda de emergencia, sostenibilidad, bambú, *Guadua angustifolia kunth*

Abstract

Taking as a reference the torrential flood that occurred in Mocoa, Putumayo, Colombia, in 2017, and after an analysis of the way in which the competent authorities responded to the community in terms of temporary housing, evidencing that such response corresponded to a camping type tent, a structure that although it provides the possibility of immediate shelter, with the passage of time fails to ensure humanitarian aspects that guarantee the dignity and privacy of the affected people, The present work proposes the design of an emergency housing model based on 3 axes that allow to qualify this model as sustainable, these axes are the use of a sustainable and locally sourced material, this being the *Guadua Angustifolia Kunth*, the design of housing according to the climatic conditions of the place and the use of the Sphere Manual as a reference in minimum aspects that must take into account a temporary shelter to ensure assistance based on the human dignity of those affected, in this case by natural events.

Key Words: Natural disaster, Mocoa, emergency shelter, sustainability, bamboo.

Índice

Introducción	6
1. Contextualización.	8
1.1. Caracterización Geográfica y Socioeconómica de Mocoa	8
1.2. La Ciudad de Mocoa Frente a Los Fenómenos Naturales.....	13
1.3. La Avenida Torrencial Ocurrida en el Año 2017.	18
1.4. Zonas de Riesgo.....	19
2. Estado del Arte.....	20
2.1. Definición de Desastre Natural y Marco Normativo para la Atención de Desastres en Colombia	20
2.2. Los Albergues Temporales en Mocoa	23
2.3. El Proyecto Esfera. Origen y Propósitos	25
2.4. Los Conceptos de Alojamiento, Asentamiento y Vivienda de Emergencia 27	
2.5. Tiempo de Duración Estipulado para Un Alojamiento Temporal.....	29
2.6. Principales Materiales Utilizados en la Construcción de Vivienda de Emergencia	30
2.7. Proyectos de vivienda de emergencia desarrollados con Bambú Guadua Angustifolia Kunth.....	37
3. Objetivos.	49
4. Metodología.	50
4.1. Descripción de la metodología	51
5. Desarrollo y Resultados.....	52

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

5.1. Normas del Manual Esfera edición 2018 Referentes a Alojamientos y Asentamientos	52
5.2. Bambú Guadua Angustifolia Kunth	60
5.3. Estrategias de Arquitectura Pasiva	78
5.4. El Modelo de Vivienda De Emergencia	94
6. Conclusiones	129
7. Limitaciones De La Investigación.....	131
8. Futuras Líneas De Investigación.....	131
9. Bibliografía	132
10. Anexos	136

Introducción

La situación de emergencias en Colombia ha puesto en evidencia la necesidad de profundizar aspectos tan importantes como la realización de viviendas de emergencia en corto plazo y la utilización de materiales de fácil acceso, eficientes, de bajo costo, con características renovables y de bajo impacto en el medio ambiente para su construcción. Colombia ha sido uno de los países con mayor incremento en la vulnerabilidad y exposición a eventos naturales debido a su ubicación en el cinturón de fuego del pacífico y sumado a la informalidad y el uso de técnicas inadecuadas para la construcción de vivienda.

Dado lo anterior y a partir de la avenida torrencial ocurrida en Mocoa, Putumayo en el año 2017, se realiza la revisión del manejo del desastre y de la respuesta de las entidades a cargo en cuanto a tema de alojamiento temporal, evidenciándose que la respuesta se materializó a través de carpas tipo camping, estructuras que si bien representan ventajas en su tiempo de armado y transporte, con el paso del tiempo y la magnitud del desastre, dejan de garantizar a los damnificados otros aspectos importantes tales como privacidad, unión familiar, confort espacial y confort térmico, que trascienden el simple hecho de la protección a la intemperie de los damnificados y que toman mayor relevancia en una situación como la ocurrida en Mocoa, en la que dada la magnitud del desastre los damnificados se ven obligados a enfrentar un largo tiempo de espera para adquirir una solución de vivienda definitiva.

Por lo anterior, a través de la investigación realizada del evento mencionado, sus antecedentes y las posibles causas que lo originaron, para el desarrollo del presente trabajo, se determinó como principal objetivo, desarrollar una vivienda de emergencia asumiendo que un evento de dicha naturaleza se pudiera volver a presentar en este lugar, por lo tanto, el abordaje del desarrollo de este modelo de vivienda se realiza desde en 2 ejes fundamentales para su diseño.

El primero, el eje de la sostenibilidad, expresado en una materialidad con bajo impacto ambiental y apto para la construcción de estructuras, obteniendo como respuesta el bambú *Guadua Angustifolia Kunth*, una especie vegetal presente en el lugar de la tragedia y que cumple con las características necesarias para su uso en la construcción, lo anterior, acompañado de un diseño arquitectónico acorde a las condiciones climáticas del lugar con el fin de contribuir a la recuperación emocional de los damnificados con un espacio confortable térmicamente y espacialmente.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Y un segundo eje, enfocado en el cumplimiento de criterios mínimos que debe cumplir un alojamiento en términos de habitabilidad expresado en aspectos como área mínima por persona en un alojamiento, criterios de implantación para un alojamiento y servicios con los cuales debe contar un asentamiento, aspecto para el cual se tomó como referencia el Manual Esfera, edición 2018.

El diseño de la vivienda a través de estos ejes estratégicos, buscan dar respuesta a una situación de emergencia con un modelo de alojamiento temporal sostenible y aplicable a las condiciones de riesgo y climáticas del lugar, que garanticen a la población unas condiciones óptimas de habitabilidad al enfrentarse a un evento de desastre natural, sin tener que sumar a su sufrimiento situaciones como el hacinamiento, la pérdida de privacidad y la separación familiar.

1. Contextualización.

1.1. Caracterización Geográfica y Socioeconómica de Mocoa

Mocoa es un municipio colombiano ubicado en el departamento del Putumayo, localizado en el piedemonte Amazónico de la cordillera oriental, en la cuenca del río Mocoa, según datos de la Alcaldía Municipal de Mocoa (2022), cuenta con un área de 1.263 km², la extensión del área urbana es de 580 km² y altura sobre el nivel de mar oscila entre los 600 y 1.200 metros.

Fisiográficamente comprende una variada gama de geoformas, que van desde laderas altas de cordillera con características geomorfológicas de pendientes mayores al 75%, valles en V y suelos superficiales, laderas bajas de cordillera, zona de Piedemonte Cordillerano, en la cual se encuentra ubicada la ciudad de Mocoa y que corresponde a zonas de colinas altas y bajas, con terrazas fuertemente disectadas con pendientes que oscilan entre 10% y 50%, hasta Planicies Ligeras y Medianamente onduladas con pendientes entre 0 y 10% y altura sobre el nivel del Mar desde los 400 a 600 metros. (Alcaldía Municipal de Mocoa, 2022).



Fig. 1. Mapa de localización de Mocoa Fuente: elaboración propia.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Respecto a la hidrografía, Mocoa se encuentra ubicada en la cuenca del río Mocoa, el cual flanquea a la ciudad por su costado Este, así mismo, el desarrollo urbano tiene lugar entre los ríos Mulato y Sangoyaco, los cuales desembocan en el Río Mocoa y dividen la ciudad en tres grandes sectores.



Fig. 2. Mapa Hidrografía de Mocoa Fuente: Vásquez et al (2018)

De acuerdo con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2015), la ciudad de Mocoa presenta una precipitación media anual de 3800 mm, siendo los meses de abril a agosto la época de lluvias (Temporada invernal), donde pueden esperarse lluvias por más de 15 días al mes y sobrepasar 200 milímetros en 24 horas, así mismo, en la temporada invernal se registra la disminución de las temperaturas medias, medias mínimas y máximas.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

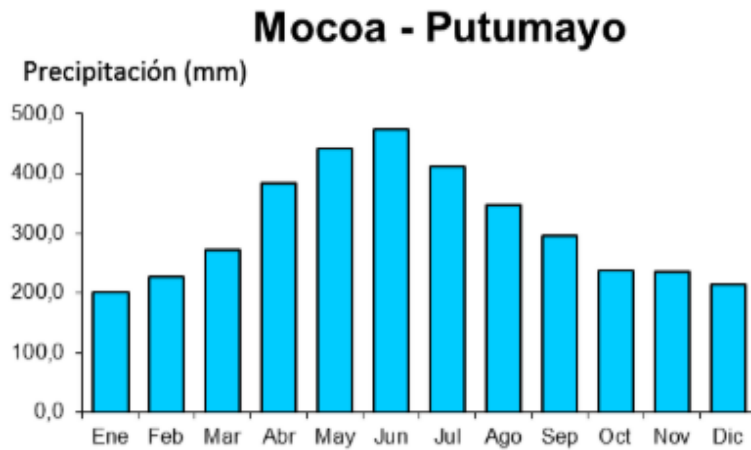


Fig.3. Precipitaciones de Mocoa, Putumayo. Fuente: IDEAM, Atlas Climatológico de Colombia – Interactivo (2015).

En cuanto al clima, de acuerdo con el IDEAM (2015), el municipio presenta un clima cálido húmedo con una temperatura media de 22,9 °C, la humedad relativa promedio es de 85%.

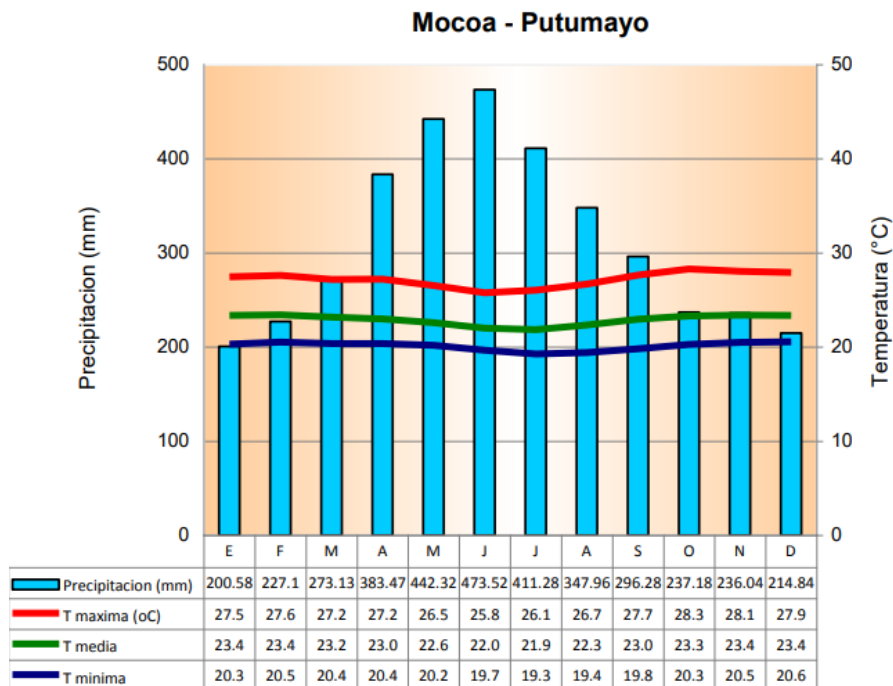


Fig.4. Temperatura y Precipitaciones de Mocoa, Putumayo. Fuente: IDEAM, Atlas Climatológico de Colombia – Interactivo (2015)

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

De acuerdo con la rosa de los vientos en el municipio de Mocoa, los vientos predominantes provienen del Sureste con velocidades de 0,3 m/s, 1,6 m/s hasta 3,4 m/s.

Según Jojoa (2003), los vientos soplan del valle del río Mocoa hacia la zona montañosa durante el día y en la noche el proceso se invierte, así mismo, estos sufren variaciones en cuanto a su velocidad, dependiendo de la altura sobre el nivel del mar, por ejemplo, en las partes altas, éste soplará con más fuerza que en la parte plana.

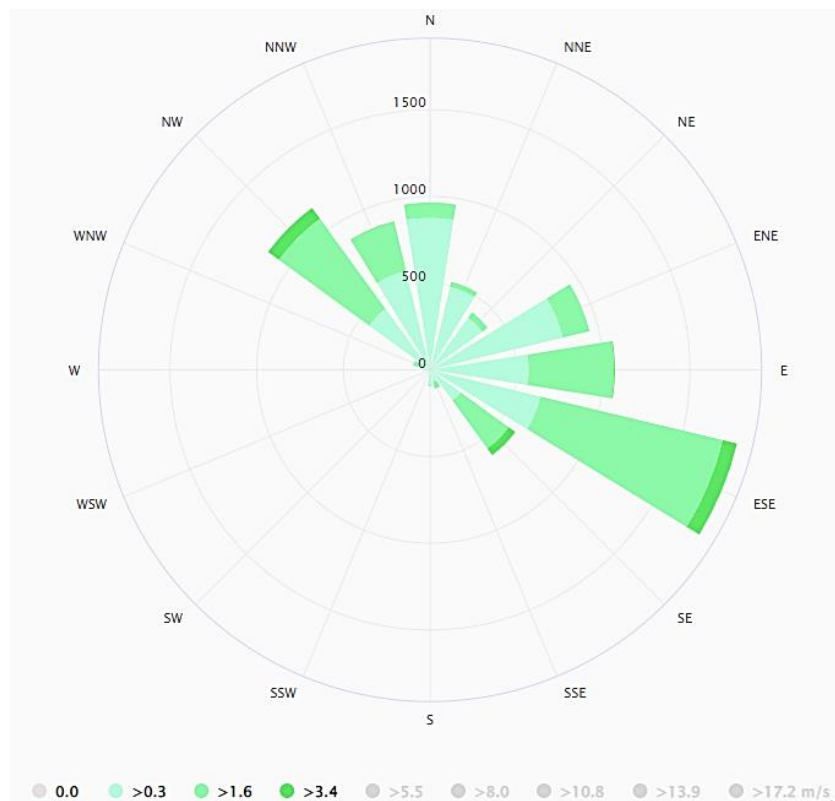


Fig.5 Rosa de los vientos Moca. Fuente: Meteoblue (s.f)

En el ámbito económico, las actividades de mayor importancia son la minería, agricultura y la ganadería solo se ven en el alto putumayo. Se destacan los cultivos de maíz, plátano, yuca, piña, chontaduro fruto y palmito, caña de azúcar y en menor escala arroz, ñame, hortalizas y frijol. La ganadería presenta grandes excedentes lácteos principalmente en el Valle de Sibundoy. Se han descubierto yacimientos de petróleo en el municipio de Orito, considerados entre los más grandes del mundo.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Existen yacimientos de oro de veta y aluvión en las formaciones geológicas del denominado Macizo Colombiano, especialmente en la cordillera Centro – Oriental actualmente se explota en los ríos Curiyo y Cascabel, afluentes del Caquetá, e incluso en este mismo también se extrae en el río San Pedro, afluente del Putumayo en el Valle de Sibundoy. (Alcaldía Municipal de Mocoa,2022).

Mocoa, su fundación se encuentra en el marco de la conquista española, esta matizada de diferentes contextos históricos, su nombre está asociado a los indios Mocoas pertenecientes a la tribu de los andaquies que habitaban en una gran provincia denominada Paria, en el pie de monte Amazónico de Caquetá y Putumayo. Descrito como un caserío disperso en medio de la selva, habitado por un pueblo de indios civilizados y sumisos, que se alimentaban de caña de azúcar, maíz, yuca y plátano. (Academia Putumayense de Historia 2020).

Se considera que Mocoa era un paso estratégico dentro del comercio que se hacía de Pasto y Belén do Para en Brasil, convirtiéndose en un centro para el intercambio comercial de cacao, con pasto y Oro, en Zarzaparrilla con Brasil, desde donde se traía ropa, perfumes y cosméticos para este lugar. También fue un centro misional desde donde se proyectó la política de evangelización y colonización para vincular al Putumayo y Caquetá al modelo Socioeconómico de las elites criollas de Quito, Popayán y Bogotá. Este municipio durante parte de su historia fue regido a nivel educativo, desarrollo, economía y cultura por la curia. (Academia Putumayense de Historia 2020).

Actualmente el total de habitantes de Mocoa pertenecientes a comunidades indígenas es de 10.057 personas, correspondientes a 2233 familias. El número de mujeres indígenas del municipio es de 5365, mientras que la población masculina es de 4692 personas. De acuerdo con el Plan de Desarrollo vigente, habitan en Mocoa 845 personas de la población afrodescendiente o negritudes. (Gerencia Integral del Proyecto GIP, s.f.)

De acuerdo con las proyecciones de población del DANE 2018-2020, Mocoa cuenta con un total de 58.938 habitantes, de los cuales 40.689 residen en la cabecera municipal y 18.249 residen en el territorio restante. Si se tiene en cuenta que la población del Putumayo es de 359.127 habitantes. Mocoa representa el 16,41% de la población total del Departamento. (GIP, s.f)

1.2. La Ciudad de Mocoa Frente a Los Fenómenos Naturales

Colombia al igual que muchos países en Latinoamérica, presenta un alto nivel de exposición frente a la ocurrencia de fenómenos naturales, según el Banco Mundial (2012) dada su amplia diversidad geológica, geomorfológica, hidrológica y climática, la cual se expresa en un conjunto de fenómenos que a través del tiempo han tenido lugar en diferentes partes del territorio nacional y que actualmente, continúan representado una potencial amenaza para el desarrollo social y económico del país, especialmente para las ciudades y regiones con menos recursos económicos.

De acuerdo con el Banco Mundial (2012), la distribución del nivel de exposición indica que en Colombia el 36% del territorio está en situación de amenaza sísmica alta, el 28% en alto potencial de inundación y el 8% en amenaza alta por movimientos en masa. De estas cifras es importante mencionar que, mientras los eventos geológicos ocasionan grandes pérdidas concentradas en un territorio y en un lapso relativamente corto, los fenómenos hidrometeorológicos generan impactos más localizados, pero de alta frecuencia, lo cual de manera acumulativa en el tiempo significa pérdidas, incluso mayores a las asociadas a los eventos sísmicos y erupciones volcánicas.

En este contexto de riesgo, se encuentra y sobresale el departamento del Putumayo y su capital Mocoa, lugares en donde la lluvia y las características geológicas y geográficas, han desencadenado a lo largo del tiempo la ocurrencia de fenómenos naturales que han afectado en diferente medida al departamento y a la ciudad.

Para el caso del departamento de Putumayo, solo en el año 2018, se registraron 7 calamidades públicas regionales y 71 municipales, 2 urgencias manifiestas regionales y 1 urgencia manifiesta a nivel municipal, todas relacionadas con eventos generados por la temporada de lluvias.

A nivel municipal, encontramos que, en Mocoa, según Corpoamazonia (2014) , se han identificado amenazas de origen natural de variado tipo, como lo son meteorológicas (fuertes precipitaciones), hidrológicas (inundaciones) y movimientos en masa (flujos de escombros o de sedimentos), siendo estas las principales amenazas del municipio, con un reporte de 46 avenidas torrenciales entre 1947 y 2013, adicional, se encuentran las amenazas de tipo antrópico como la deforestación y el uso inadecuado del suelo.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Dichas amenazas de tipo antrópico han condicionado a la ciudad al aumento de su vulnerabilidad frente los desastres naturales, según las cifras de la Subdirección de Desarrollo Ambiental Sostenible del Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2017) y la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD, 2016), desde 1998 el municipio ha sufrido al menos 80 eventos desastrosos de los cuales 64 se asocian a fenómenos geomorfológicos e hidrológicos, evidenciándose un incremento paulatino de los desastres a partir del año 2007, siendo esto una tendencia observada también a nivel nacional. (Consejo Nacional de Política Económica y Social; República de Colombia y Departamento Nacional de Planeación DNP, 2017). (Figura. 6)

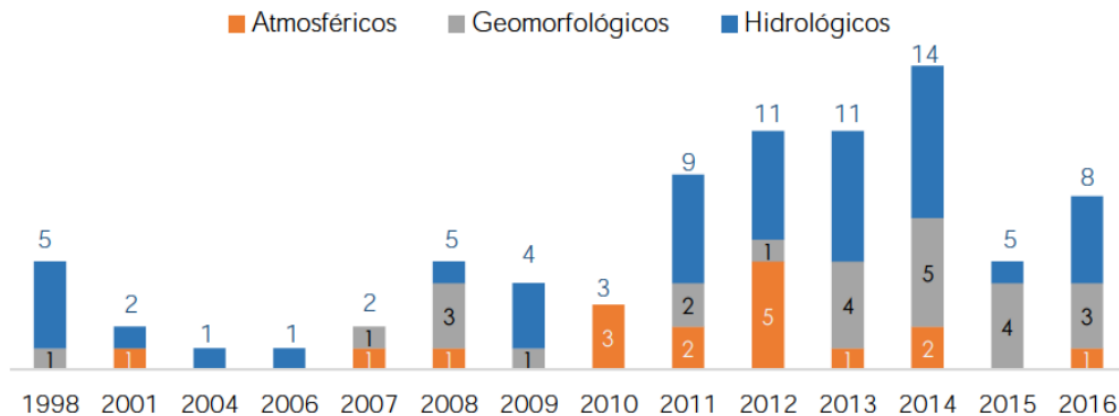


Fig. 6, Registro histórico de desastres en Mocoa, 1998-2016. Fuente: Subdirección de Desarrollo Ambiental Sostenible del DNP (2017) y UNGRD (2016) en Consejo Nacional de Política Económica y Social y Departamento Nacional de Planeación (2017)

Con estas cifras, a continuación, se presentan algunos de los factores que han sido determinantes de la vulnerabilidad y el aumento de la exposición al riesgo de Mocoa frente a los fenómenos naturales.

1.2.1. Características Climáticas Y Geológicas Del Territorio

De acuerdo con Jojoa (2003), entre las determinantes naturales de este municipio, se encuentra la abundante pluviosidad, 3800 mm promedio al año, según el IDEAM (2015), lo cual trae consigo una serie de eventos en cadena tales como la infiltración y sobresaturación de los suelos que al fluir ayudados por las fuertes pendientes de las laderas, generan fenómenos de remoción en masa, los cuales terminan por represar las corrientes, originándose con el tiempo el flujo de sedimento de rocas

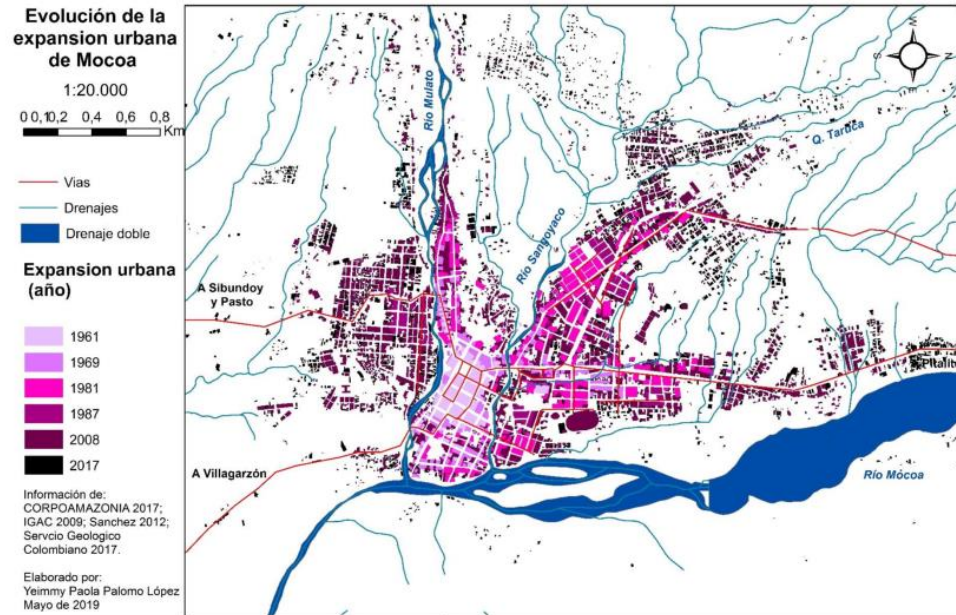
de material suelto, así como, inundaciones, eventos naturales que han afectado en las últimas décadas a diferentes zonas del municipio.

1.2.2. Desarrollo Urbano Informal y Normatividad Urbanística Tardía

De acuerdo con Palomo (2021) el desarrollo urbano de Mocoa entorno a los ríos sobre los cuales se originó la ciudad desde la época prehispánica obedecieron en primera instancia a motivos de defensa, posteriormente, el desarrollo y crecimiento de esta, ha estado marcado por sucesos históricos tales como la violencia y el desplazamiento forzado a nivel de la Amazonia y nacional desde 1946, lo cual trajo consigo un acelerado aumento de población y condujo a procesos ilegales de ocupación, expandiendo el área urbana, dando origen a asentamientos subnormales, carentes de títulos de propiedad, servicios y espacios dignos (Arcila, 2011)

Bajo este contexto, de acuerdo con Buitrago et al. (2018) Mocoa es uno de los municipios de Colombia donde la mitad de la población es víctima del conflicto armado, fenómeno que comenzó desde 1998, y que ha llevado a la configuración de cuarenta asentamientos que se han ubicado, inicialmente, en el casco urbano y, posteriormente, en el área suburbana y rural. Según Jojoa (2003) esta situación, aunada a lo reducido del espacio vital, al desconocimiento de la normatividad ambiental, los bajos niveles de cultura ciudadana y finalmente la ausencia de planificación en cuanto a la ocupación del espacio territorial en función de la vocación de usos de los suelos, ha ocasionado la intervención de áreas de estricta función protectora, en donde múltiples familias establecen asentamientos y explotaciones agropecuarias conflictivas especialmente en las riberas de ríos y quebradas, y que según Palomo (2021) fueron transformando espacios rurales a urbanos sobre terrenos de descarga de ríos o abanicos aluviales propicios a la remoción y las avenidas fluvio torrenciales como lo son parte de las cuencas de los ríos Mocoa, Mulato, Sangoyaco y las quebradas Taruca y Taruquita, situación que es de suma importancia ya que, el riesgo se está acumulando permanentemente en las ciudades y en las áreas rurales, debido a la falta de aplicación y control de las políticas e instrumentos de ordenamiento territorial municipal y la insuficiencia en el manejo de cuencas hidrográficas, dando paso a eventos como la avenida torrencial ocurrida en el año 2017.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA



Mapa 4: Evolución de la expansión urbana de Mocoa y su ingreso a la zona de riesgo. Fuente: La autora.

Fig. 7. Mapa 4: Evolución de la expansión urbana de Mocoa y su ingreso a la zona de riesgo. Fuente: Palomo (2021)

Paralelo al crecimiento desordenado y sin un control por parte de las entidades territoriales, de acuerdo con Palomo (2021) solo hasta el año 2000, se aprobó el primer Plan Básico de Ordenamiento territorial (PBOT) de Mocoa, este plan surge ante la urgencia de pensarse la ordenación del municipio en un escenario de crecimiento acelerado, sin embargo, las capacidades técnicas para su elaboración fueron limitadas y ocurrió un vicio en la elaboración de varios de estos documentos en el país.

De ahí en adelante este documento, ha tenido ajustes aun entre las vigencias determinadas para este, dichos ajustes se han dado en los años 2002, 2008, 2012, 2016 y 2017, correspondiendo este último ajuste a la avenida torrencial ocurrida en ese año.

En general, se podría afirmar que, los ajustes al PBOT de Mocoa, buscaban la concordancia entre el desarrollo de la ciudad y sus dinámicas territoriales, socioeconómicas y de riesgos, no obstante, aspectos como la forma de ocupación del territorio, la cantidad de eventos naturales y de amenaza presentados a lo largo de la historia de la ciudad aunado a la tardanza en la implementación de dichos planes de ordenamiento reflejan lo contrario.

1.2.3. Deterioro Ambiental

De acuerdo con Jojoa (2003), aspectos como el desconocimiento de la normatividad ambiental, la intervención de áreas de estricta función protectora, la deforestación y acelerada ampliación de la frontera agraria podría ser un detonante para posteriores flujos de detritos e inundaciones, así mismo el uso inadecuado del suelo trae consigo amenazas de tipo antrópico tales como la contaminación por basuras y vertimientos de aguas residuales.

Por otro lado, la amazonia colombiana de la cual hace parte Mocoa es una zona de alta trascendencia planetaria por su importancia en la biodiversidad y ante los escenarios de cambio climático, su cobertura boscosa debería ser una prioridad. Incluso a nivel local esta permite la regulación hídrica y aunque no es el determinante de la eliminación de riesgos, si es una medida de mitigación. Cabe resaltar que según el Banco Mundial (2012), a nivel nacional la amazonia entre el periodo del año 2000 a 2007 fue la zona más deforestada.

TABLA 1.4. Rangos de área deforestada y deforestación promedio anual 2000-2007

Región	Deforestación total periodo 2000 – 2007 (ha)			Deforestación promedio anual (ha/año)		
	Inferior	Media	Superior	Inferior	Media	Superior
Andina	462.902	578.627	694.353	66.129	82.661	99.193
Pacífica	376.718	470.897	565.076	53.774	67.217	80.660
Orinoquia	204.394	255.493	306.592	29.199	36.499	43.799
Amazonia	585.088	731.360	877.632	83.584	104.480	125.376
Caribe	256.054	320.068	384.082	36.579	45.724	54.869
Total	1'885.156	2'356.445	2'827.734	269.265	336.581	403.897

Fig. 8. Rangos de área deforestada y deforestación promedio anual 2000- 2007. Fuente: Ideam (2009b) en Banco Mundial (2012)

La deforestación se constituye en un factor importante de la degradación de los suelos y este impacto no alcanza a ser compensado por los proyectos de reforestación, ya que las áreas sembradas son menores y los procesos se concentran principalmente en proteger las cuencas abastecedoras de agua potable y no en controlar la erosión, aunque se reconoce que de manera indirecta la reforestación en cuencas puede tener impactos mínimos positivos sobre el territorio (Banco Mundial, 2012, p.37)

1.3. La Avenida Torrencial Ocurrida en el Año 2017.

Dentro de los diferentes desastres naturales ocurridos en Mocoa, la avenida torrencial del 31 de marzo de 2017 a las 11:30 de la noche, ha sido la mayor tragedia que se ha presentado en la ciudad, logrando incluso ser uno de los eventos de desastre natural más relevante a nivel país ese año y documentado en los diferentes medios de información a nivel nacional.

De acuerdo con el Consejo Nacional de Política Económica y Social y el DNP (2017), esta tragedia se originó a partir de fuertes lluvias que provocaron los desbordamientos de los ríos Mocoa, Mulato y Sangoyaco, y las Quebradas Taruca, Conejo y Almorzadero, generando flujos de lodo que según el reporte presentado por la Unidad Nacional de la Gestión del Riesgo y Desastres (UNGRD) dejó a su paso 238 heridos, 322 personas fallecidas y 77 desaparecidos, afectando 17 barrios y dejando al municipio en situación de emergencia urbana y vulnerabilidad frente a otra súbita creciente. Adicionalmente, se presentaron graves afectaciones en la infraestructura vial, prestación de los servicios públicos y sociales básicos.



Fig. 9. Avenida Torrencial en Mocoa año 2017. Fuente: EFE en Álvarez (2017).

De los eventos de desastre por fenómenos naturales ocurridos en Mocoa, es claro que existen características climáticas y ambientales inevitables tales como las

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

precipitaciones que determinan un riesgo permanente para la ciudad, a estas características se añaden otros factores de tipo territorial, ambiental y socio-cultural, que resultan importantes de reconocer, ya que a través del tiempo, han contribuido al aumento de la exposición y vulnerabilidad de Mocoa frente a eventos naturales, por lo cual se hace indispensable en el corto plazo dar respuesta a esta población ante dichos riesgos con una solución habitacional en caso de nueva emergencia como la ocurrida en el año 2017, la cual se constituye como base para el desarrollo del presente trabajo.

1.4. Zonas de Riesgo

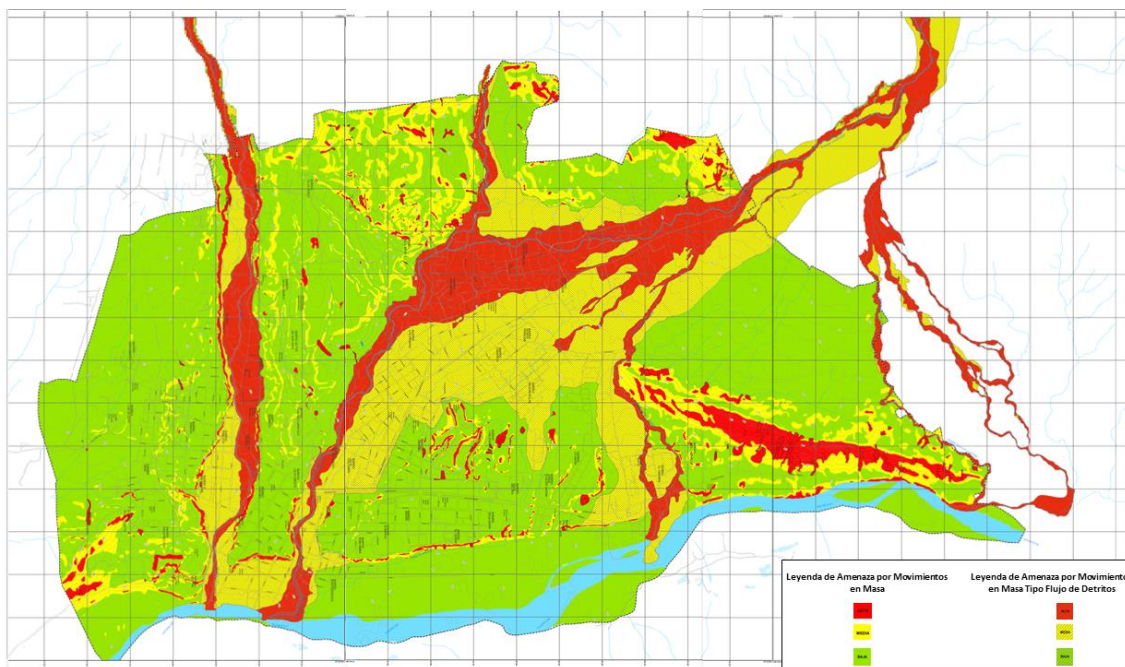


Fig. 10. Mapa de zonificación de amenazas por movimientos en masa y avenidas torrenciales del área urbana, periurbana y de expansión del municipio de Mocoa, Putumayo. Fuente: Elaboración Propia con información del Servicio Geológico Colombiano (SGC,2017)

De acuerdo con el mapa, las amenazas del municipio son los movimientos en masa y los movimientos en masa tipo flujo de detritos (flujo de sedimentos), de estos riesgos podemos mencionar que, el segundo riesgo se presenta en las zonas en donde hay presencia de cuerpos de agua, como las quebradas Taruca y el río Sangoyaco, que atraviesan la ciudad de noroeste a sureste y el río Mulato que la atraviesa de oeste a este, todos desembocando en el río Mocoa, de hecho, fueron estos cuerpos de agua los que tras las fuertes lluvias presentadas en abril de 2017 ocasionaron la avenida torrencial.

Como tal el riesgo de movimiento en masa se hace presente en zonas de ladera y relieve pronunciado el cual aumenta hacia el costado oeste de la ciudad, es decir hacia el costado contrario al río Mocoa.

Las zonas con más bajo riesgo en cuanto a movimientos en masa y flujo de detritos se encuentran en diferentes sectores de la ciudad ubicados en el sur, el norte y el este, no obstante, gran parte de la ciudad se encuentra en zona de riesgo alto y medio, principalmente todo el sector que bordea la quebrada Taruca acompañada de una zona de influencia bastante amplia con riesgo de nivel medio. Esta zonificación es de gran relevancia ya que en la etapa de propuesta nos permitirá evaluar y definir un lugar con bajo riesgo de movimientos en masa y de flujo de detritos en el cual se puedan ubicar de forma segura las viviendas de emergencia.

2. Estado del Arte.

2.1. Definición de Desastre Natural y Marco Normativo para la Atención de Desastres en Colombia

En primera instancia, es importante definir que es un desastre, ya que esta definición nos da una idea muy general de las entidades a cargo de la atención y de las acciones de respuesta a ejecutar por parte de estas ante la ocurrencia de un desastre.

Desastre: Es el resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios o los recursos ambientales, causa daños o pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad, que exige del Estado y del sistema nacional ejecutar acciones de respuesta a la emergencia, rehabilitación y reconstrucción. (Ministerio del Interior República de Colombia, 2012, P. 17)

Decreto 1547 de 1984

Según la UNGRD (s.f.), El Fondo Nacional de Calamidades, fue creado para atender intereses públicos y asistencia social referente a situaciones o necesidades ocasionadas por desastres naturales o calamidades públicas. No obstante, este decreto fue modificado por el artículo 70 del decreto Ley 919 de 1989, debido a este

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

en la actualidad El Fondo Nacional de Calamidades es denominado como Fondo Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres.

Decreto Ley 919 de 1989

Se organiza El Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, que según la UNGRD (2014), es un conjunto de entidades públicas y privadas; Si bien, éste documento expone principalmente, cómo se debe realizar la ayuda humanitaria y qué organismos deben responder a las ayudas mencionadas anteriormente, no detalla a fondo como se debe conformar un albergue de emergencia.

ley 1523 del 2012

Desde el año 2012, el gobierno desarrolló e implemento la ley 1523 del 2012, por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD), el cual según el Consejo Nacional de Política Económica y Social y el DNP, (2017) , se crea como un sistema abierto, público, privado y comunitario, dirigido por el presidente de la República y en las entidades territoriales por los respectivos gobernadores y alcaldes. (Figura 11)



Fig. 11. Estructura organizacional para la atención de desastres en Colombia. Fuente: UNGRD (s.f)

Con el establecimiento del SNGRD, el gobierno nacional ha buscado garantizar la ejecución de tres (3) procesos esenciales para el país, correspondiente a proceso

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

de conocimiento del riesgo, proceso de reducción del riesgo, y proceso de manejo de desastres, (Ministerio del Interior República de Colombia, 2012). En la siguiente figura, se pueden evidenciar cada uno de los procesos mencionados anteriormente con sus respectivos subprocesos (Figura 12)

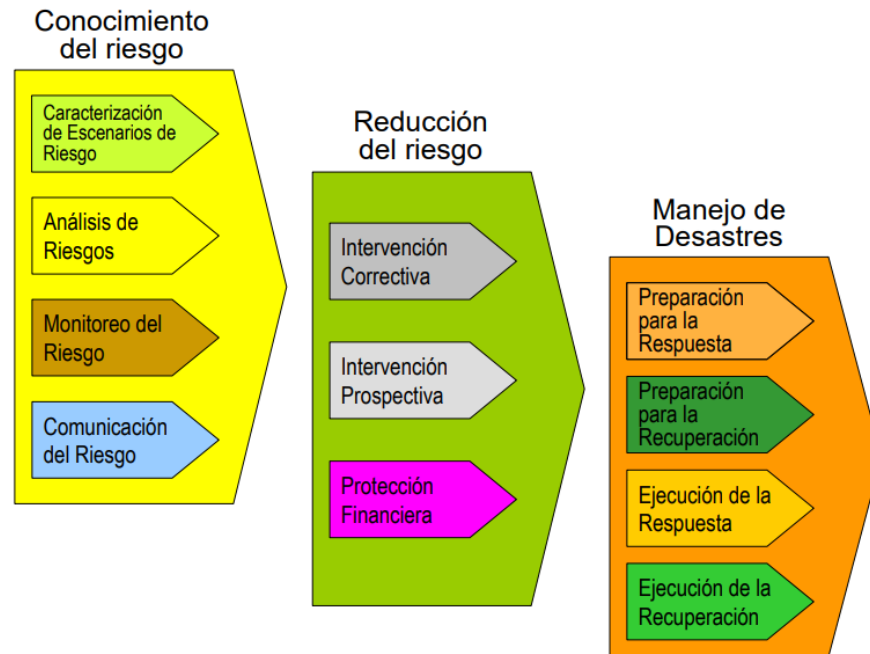


Fig. 12. Procesos y subprocesos de la gestión del riesgo. Fuente: Guía Municipal para la Gestión del Riesgo (DGR, 2010)

De acuerdo con lo anterior, es evidente que, para el caso de Mocoa, los dos primeros procesos no fueron llevados a cabo, conllevando a que la aplicación de lo contemplado en el SNGRD correspondiera al tercer proceso, una vez ocurrida la avenida torrencial del 2017.

2.1.1. La Atención del Desastre de Mocoa

Una vez ocurrido el desastre natural, el gobierno nacional en articulación con las entidades del nivel departamental y municipal, el sector privado y la comunidad, y, en el marco del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SNGRD), dio inicio al protocolo para el manejo de desastres compuesto por tres fases principales: Respuesta, estabilización y reconstrucción, con sus respectivos tiempos y actividades. (Consejo Nacional de Política Económica y Social y DNP, 2017)

La Fase de Respuesta: Planteada para una duración de hasta 18 días, en esta primera etapa se llevaron a cabo actividades de coordinación interinstitucional, asistencia humanitaria de emergencia, apoyo exequial, el restablecimiento del servicio de telefonía y del servicio de energía, y la vacunación para personas y animales. (Consejo Nacional de Política Económica y Social y DNP, 2017)

Fase de estabilización: Planteada para una duración de hasta 90 días, en esta etapa se llevaron a cabo la habilitación de alojamientos temporales, subsidios de arriendo, agua y saneamiento, transporte y traslado de personas a otras ciudades, infraestructura (habilitación de vías y puentes vehiculares), prestación de servicios de educación y cultura, empleo y capacitación. (Consejo Nacional de Política Económica y Social y DNP, 2017)

Fase de reconstrucción: Consta de un tiempo de duración de 6 años, la recuperación integral del municipio requiere un proceso de reconstrucción de mediano y largo plazo que propenda por la mitigación del riesgo, la construcción de sistemas resilientes y el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas y de calidad de vida de la población. (Consejo Nacional de Política Económica y Social y DNP, 2017)

Conocido el protocolo de atención de desastres en Colombia, la articulación de las entidades a cargo de la atención y su aplicación en el desastre natural de Mocoa en el año 2017, resulta importante reflexionar sobre la respuesta dada en lo referente al alojamiento temporal, temática que atañe el desarrollo del presente trabajo y que resulta de suma importancia dado el largo proceso de reconstrucción al que se ha enfrentado el municipio desde el 2017.

2.2. Los Albergues Temporales en Mocoa

Respecto al caso de la avenida torrencial de Mocoa, es importante señalar que, el protocolo de atención de desastres le permitió a las entidades involucradas en la atención de dicho evento, prestar y restablecer servicios vitales y básicos para la comunidad afectada, tales como salud, servicios públicos básicos, infraestructura vial, alojamiento temporal, entre otros, no obstante, a pesar de lo robusto de este sistema de atención, en cuanto al aspecto de alojamiento temporal, es evidente que, la respuesta en términos materiales y de su contribución a los damnificados a la superación de este tipo de eventos traumáticos no obedecen al cumplimiento de parte los propósitos de los albergues temporales considerados por entidades como la Sociedad Nacional de la Cruz Roja Colombiana y la Dirección Nacional del

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Socorro Nacional, (2008), quienes consideran que un albergue debe garantizar la dignidad humana, conservar la unidad familiar y la cultura de las personas afectadas, así como su estabilidad física, mental y psicológica, promoviendo la organización comunitaria, así mismo, el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres Colombia (SNGRD, 2011) considera que, en un alojamiento temporal, el espacio les brindará a las personas afectadas las condiciones que les ayudarán a conservar la salud, la intimidad, la dignidad, la seguridad y todo lo relacionado en cuanto a ayuda humanitaria se refiera.

Estos propósitos claramente trascienden la materialización de un albergue en el menor tiempo posible, sin que esto deje de ser un factor muy importante, no obstante, es claro que, la materialidad y disposición de las carpas utilizadas en Mocoa, no contribuyeron al cumplimiento de los propósitos anteriormente descritos y establecidos para un albergue temporal por las entidades mencionadas, y en donde la materialidad y diseño de este tipo de estructuras, juegan un papel muy importante en el cumplimiento de dichos propósitos, aún más en un contexto de desastre, en donde, no solo en el caso de Mocoa si no en otros desastres, la estancia de los damnificados en los albergues suele prolongarse, excediendo el tiempo de funcionamiento para el cual fueron proyectados.



Fig.13. Carpas instaladas en Mocoa en cancha deportiva. Fuente: UNGRD (2017)

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Ante la respuesta dada en Mocoa por las entidades responsables de la atención del desastre, en términos de alojamiento temporal, siendo las carpas el medio más utilizado en la atención de desastres, no solo de Mocoa, si no a nivel nacional, dado su bajo costo y su facilidad de armado, pero reconociendo que, en términos materiales y de agrupamiento, no garantizan los demás propósitos de carácter humanitario establecidos por entidades como la Cruz Roja y el SNGRD , en el siguiente capítulo, nos referiremos al Proyecto Esfera y a su manual edición 2018I, en su cuarta edición, el cual tiene como objetivo mejorar la calidad de las respuestas humanitarias en situaciones de desastre o de conflicto y la rendición de cuentas del sistema humanitario ante la población afectada por el desastre.

2.3. El Proyecto Esfera. Origen y Propósitos



Fig. 14. Manual Esfera Cuarta Edición (2018). Fuente: Asociación Esfera (2018)

Creado desde 1997, por un grupo de organizaciones no gubernamentales humanitarias y el Movimiento de la Cruz Roja y la Media Luna Roja, tiene como objetivo mejorar la calidad de las respuestas humanitarias en situaciones de desastre o de conflicto ante la población afectada, lo anterior, a través de su manual el cual se ha venido publicando desde el año 1998 en su primera edición preliminar, seguido de ediciones revisadas en los años 2000, 2004, 2011 y 2018, este manual

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

“se sustenta en los fundamentos jurídicos y éticos del humanitarismo con orientaciones prácticas, buenas prácticas de ámbito mundial y recopilación de evidencias para asistir al personal humanitario donde quiera que trabaje.” (Asociación Esfera, 2018, p.v)

Dichas orientaciones y buenas practicas se establecen a través de una serie de acciones mínimas a implementar en sectores clave, correspondientes al abastecimiento de agua, saneamiento y promoción de la higiene (WASH), el alojamiento y asentamiento, la seguridad alimentaria y la salud (Figura 15) , con el fin de que las personas sobrevivan y se recuperen de la crisis con dignidad, al respecto, es importante mencionar que, el manual establece las normas y acciones a implementar en términos cualitativos y cuantitativos, con el fin de que los objetivos de cada sector se vean materializados y se pueda garantizar de esta forma la dignidad de la población afectada.



Fig. 15. Normas del Manual Esfera edición 2018. Fuente: Asociación Esfera (2018)

Estas acciones y normas mínimas son el resultado de la filosofía de la Asociación Esfera, la cual se manifiesta en dos convicciones esenciales: “las personas afectadas por un desastre o un conflicto tienen derecho a vivir con dignidad y, por lo tanto, a recibir asistencia, y se deben tomar todas las medidas posibles para aliviar el sufrimiento humano ocasionado por los desastres o los conflictos” (Asociación Esfera, 2018, p. 4),

Teniendo en cuenta que el manual y sus normas tienen una aplicación a nivel mundial y en situaciones tales como conflictos internos en cada país y situaciones de desastre, para el presente trabajo, tomaremos como referencia las normas y acciones mínimas establecidas en el Manual Esfera Edición 2018, correspondientes a una situación de desastre y aplicables al contexto colombiano, más específicamente a las condiciones de Mocoa, así mismo, se tomarán primordialmente las normas aplicables a alojamiento y asentamiento como base para el diseño del modelo de vivienda de emergencia que se quiere desarrollar en el presente trabajo, y de las cuales se ampliará la información en el capítulo de

desarrollo y resultados. No obstante, resulta importante entender que, la aplicación de las normas en conjunto son necesarias para una atención digna de la población afectada y por tanto estas normas se encuentran interrelacionadas entre sí, por lo cual existirán determinadas acciones de las demás normas contempladas en el manual que seguramente tendrán una incidencia o impacto directo sobre la vivienda de emergencia que se quiere proyectar.

2.4. Los Conceptos de Alojamiento, Asentamiento y Vivienda de Emergencia

En primera instancia, resulta importante conocer según el Manual Esfera edición 2018, que es un alojamiento, los tipos de alojamiento que allí se estipulan, sus características físicas y temporales para posteriormente con estas características determinar bajo un concepto determinado de vivienda de emergencia, determinar a qué tipo de alojamiento pertenecería este tipo de estructura según las definiciones del manual.

Alojamiento: “Es el espacio habitable que tiene la unidad familiar e incluye los elementos necesarios para el desarrollo de las actividades cotidianas.” (Asociación Esfera, 2018, p.268)

Asentamiento: “Es el lugar o territorio donde viven las personas y la comunidad.” (Asociación Esfera, 2018, p.268)

Las distintas soluciones para alojamiento suelen variar en función de la eficiencia que debe ser prestada a las necesidades de los usuarios. Por eso, los organismos de ayuda humanitaria se enfrentan al dilema de disponer un abrigo de prestaciones mínimas para muchas personas, o abrigos más preparados para una cantidad más reducida de afectados (Anders, 2007)

Dentro de los alojamientos, de acuerdo con el Manual Esfera 2018, encontramos:

Alojamientos temporales: “Soluciones de alojamiento a corto plazo, destinadas a retirarse una vez se alcance la siguiente fase de la solución de alojamiento. Normalmente se construyen con costos limitados.” (Asociación Esfera, 2018, p.315)

Alojamientos de Transición: “Alojamientos rápidos que se construyen con materiales y técnicas pensados para pasar a ser estructuras más permanentes. El alojamiento se debe poder reformar, reutilizar, revender o trasladar de los terrenos temporales a sitios permanentes.” (Asociación Esfera, 2018, p.315)

Al alojamiento se atañe un factor de temporalidad el cual es complejo de definir ya que, según la Sociedad Nacional de la Cruz Roja Colombiana y la Dirección Nacional del Socorro Nacional, (2008), estos pueden ser muy variables en su duración y la principal razón puede darse por la magnitud de la emergencia y la capacidad local de rehabilitar o reconstruir,

En cuanto a los conceptos de temporalidad y transición, ambos tipos de alojamiento denotan un factor de tiempo y permanencia definida.

De acuerdo con Gordillo (2004) el concepto de temporalidad “denota el carácter específico de lo que es en un lapso en el que no hay nada duradero ni permanente, que subsiste solo por cierto periodo de tiempo y que pasa con el tiempo.” (p.148)

Respecto al concepto de transitoriedad este “se presenta como algo pasajero, no concluyente, que está destinado a no prorrogarse durante mucho tiempo porque en su acontecer aparece lo momentáneo, lo temporal, la caducidad, la fugacidad, lo efímero. (Gordillo, 2004, p.148)

En este punto, con el fin de hacer énfasis sobre el tipo de alojamiento que se plantea desarrollar en el presente trabajo, nos remitimos a la definición de vivienda de emergencia de la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública del Gobierno de Chile- ONEMI. (s.f) “la vivienda de emergencia tiene como propósito dar solución en el corto plazo y de forma temporal al problema de habitabilidad de una o más personas a raíz de un evento catastrófico que inhabilita su hogar” (párrafo 1), esta se caracteriza por ser una construcción ligera, de montaje y transporte rápido y adaptable a diferentes tipos de suelo.

En ese sentido, características contempladas la Asociación Esfera en su manual en su edición 2018, en cuanto a alojamiento de transición, como que sean alojamientos rápidos, reutilizables y que permita su traslado, se relacionan con factores de ligereza, montaje y transporte rápido, por lo cual para el caso puntual considero que la vivienda de emergencia corresponde a un alojamiento de transición.

Por último de acuerdo con el Manual Esfera, edición 2018, aunado a las características técnicas de la vivienda de emergencia e independientemente de su tiempo de duración, se integran conceptos esenciales que debe cumplir el alojamiento y el asentamiento para satisfacer las necesidades de la población a atender, estos conceptos se pueden evidenciar en la siguiente figura

CONCEPTOS ESENCIALES EN MATERIA DE ALOJAMIENTO Y ASENTAMIENTO

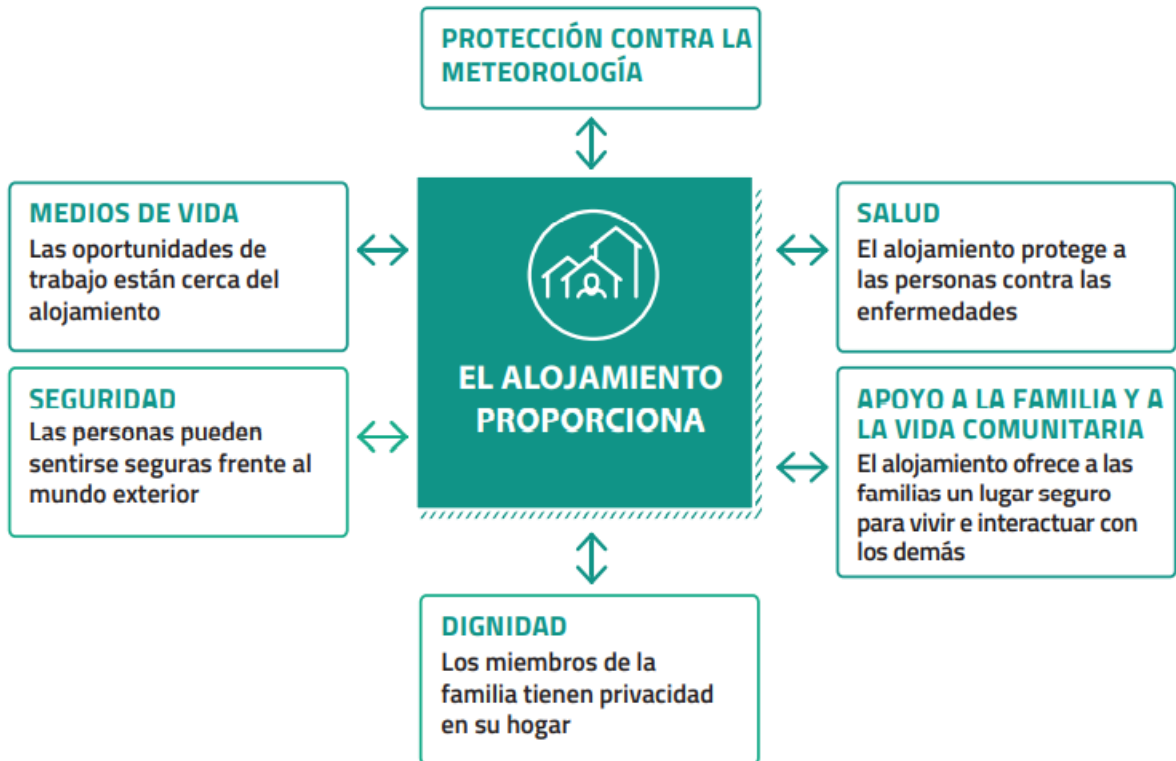


Fig. 16. Conceptos esenciales en materia de alojamiento y asentamiento. Fuente: Asociación Esfera (2018)

2.5. Tiempo de Duración Estipulado para Un Alojamiento Temporal

Como se manifestó anteriormente, al alojamiento se atañe un factor de temporalidad determinado por aspectos como, la magnitud del desastre, la capacidad técnica y económica de las entidades a cargo de la atención de los desastres, los planes de atención de emergencias definidos por cada entidad territorial y la capacidad de rehabilitar o reconstruir, por lo tanto aunque la magnitud del desastre puede llegar a ser igual en dos ciudades diferentes, la respuesta en términos alojamiento puede variar entre estas, no obstante, la Sociedad Nacional de la Cruz Roja Colombiana y la Dirección Nacional del Socorro Nacional (2008) propone unos parámetros para definir la duración de los alojamientos.

A Corto Plazo: Tienen un tiempo de operación promedio de 24 horas, se usan en emergencias pequeñas o menores, donde el número de personas afectadas es mínimo y la capacidad local es suficiente para la atención de la emergencia.

Mediano Plazo: Tienen un tiempo de operación promedio de 10 a 30 días, se usan en emergencias de mayor complejidad, con afectaciones mayores, y donde intervienen los gobiernos departamentales e incluso el nacional

A Largo Plazo: Tiene un tiempo de operación de 30 a 90 días los cuales pueden ser prorrogables en tiempo según el avance de las acciones de rehabilitación y reconstrucción. se usan en eventos catastróficos de gran magnitud, tales como eventos de desastres naturales, eventos de carácter social, de orden público o tecnológico que requieren de atención permanente, adicionalmente, los albergues utilizados en este caso pueden ser de cualquier tipo.

A pesar de una clasificación ideal para la duración de los alojamientos, en términos generales estos tienden a prolongarse más de lo planificado y dependiendo del evento cambian las condiciones de cada uno, por ello es ideal y necesario contar con buenos albergues y ofrecer a las personas buenos diseños, con materiales apropiados a la región y costumbres de los habitantes. (Sociedad Nacional de la Cruz Roja Colombiana y Dirección Nacional del Socorro Nacional, 2008)

2.6. Principales Materiales Utilizados en la Construcción de Vivienda de Emergencia

Con la búsqueda de referentes arquitectónicos y documentos relacionados a viviendas de emergencia, es fácil darse cuenta de que existe un sin número de materiales que se pueden utilizar para la construcción de este tipo de estructuras y claramente de diversa naturaleza, no obstante, en una clasificación simple, estos podrían dividirse en artificiales y naturales, así mismo, su uso en cada caso, depende de muchos factores tales como durabilidad, resistencia a agentes medioambientales, peso, facilidad de transporte, producción o ensamblaje, disponibilidad en el entorno, entre muchos otros.

De acuerdo a lo anterior, en el siguiente tabla se muestran los materiales que de acuerdo a su naturaleza son los mas utilizados en esta clase de estructuras, adicionalmente, en una búsqueda sobre estos materiales se encontró una publicación del portal web de Arquitectura Archdaily Colombia, en el cual se mencionan 5 materiales alternativos que están siendo usados por profesionales o

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

entidades vinculadas a la arquitectura de emergencia como los es el Arq. Shigeru Ban o el Colegio de Arquitectos de Ecuador, los cuales dado su factor diferenciador y en muchos casos dada su presencia o uso en Sur América se mencionan de manera adicional a la presente tabla.

Materiales Artificiales	
Material	Características/Aplicaciones
Plástico	Impermeable, flexible, delgado, fácil de transportar, manipular o cortar, frágil ante elementos filosos, altamente inflamable, uso en cubiertas o muros.
Botellas PET	Las botellas de este material rellenas con arena y unidas con mortero se pueden usar como muros en muros que se juntan con mortero, como depósitos, las tiras de PET son usadas como cuerda gracias a su resistencia a la tracción, rellenas de agua e instaladas en las cubiertas actúan como focos de luz, son reciclables.
PVC	En forma tubular da la posibilidad de ser utilizado como estructura, principal o secundaria, inflamable, flexibilidad o rigidez según su diámetro (tubular) o grosor (Planchas), varias medidas, accesorios de unión a medida, fácil ensamblaje, prefabricado, liviano.
Lonas	Listo para ser utilizada principalmente como cerramiento de refugios, fácil transporte, impermeable, ajustable a cualquier forma, fácil manipulación, liviana, reutilizable.
Botellas de vidrio	Transparente o multicolor, unidas con mortero pueden ser usadas para construcción de muros, reciclable, impermeable

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Papel	Reciclable, liviano, frágil ante el agua, posibilidad de múltiples formas, usado como división interior.
Láminas de Metal	Diversos calibres y medidas, impermeables, resistente a factores medioambientales, usado en cubiertas o muros.
Acero	Varios diámetros o calibres, como platinas se usa para unión de elementos de madera.
Aluminio	utilizado en marcos de ventanas, liviano, resistente a la intemperie, varias formas.
Materiales Naturales	
Material	Características/Aplicaciones
Maderas	Diversidad de formas, secciones y composiciones, medidas estandarizadas en la construcción, disponibilidad en múltiples localizaciones, múltiples formas de unión, usos como elementos estructurales o como cerramiento, características térmicas favorables, necesita de inmunización
Paja	Puede ser utilizada en techumbres y en muros, posibilidad de recubrimiento con mortero, impermeable.
Tierra	Disponible en todo el mundo, diversidad de técnicas constructivas, propiedades de aislamiento térmico favorables, con el tiempo es frágil al agua y al viento.

Tabla 1. Materiales utilizados en la construcción de vivienda de emergencia. Fuente: Elaboración Propia.

Cartón/ Artificial



Fig. 17. Tubos de Cartón. Fuente: ArchDaily Colombia (2020)

Como tabiques divisorios o como estructuras independientes, los tubos de cartón proporcionan un rápido montaje y desmontaje a través de sistemas de encajes, prescindiendo de mano de obra especializada, un factor esencial en las situaciones de emergencia. Además de las estructuras antes mencionadas de Shigeru Ban, el cartón puede desempeñar un papel importante en la creación de muebles, como camas, asientos y espacios de almacenamiento, que pueden llegar a lugares remotos en chapas pre cortadas y con instrucciones de plegado y ensamblaje. (Souza, 2020, párrafo 4)

Caucho/ Artificial



Fig.18. Ladrillos de caucho reciclado. Fuente: Grupo Rosver (s.f.)

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

El caucho puede ser reciclado para diferentes propósitos y en la construcción se ha utilizado, entre otras aplicaciones, para la fabricación de ladrillos. A diferencia de los ladrillos comunes, los reciclados del caucho proporcionan un ensamblaje rápido y permiten su ocupación inmediata. Los refugios construidos con esta técnica pueden ser aprovechados en las fases posteriores a la emergencia, debido a la alta rigidez del material en comparación con los tejidos impermeables, utilizados comúnmente en el despliegue de carpas. (Souza, 2020, párrafo 5)

Bambú / Natural



Fig. 19. Bambú en la construcción. Fuente: ArchDaily Colombia (2021)

Altamente resistente a la compresión y a la flexión, el bambú es ideal para ser utilizado como estructura, pero también como revestimiento y cubierta, ya que crece muy rápidamente y se encuentra disponible en gran parte del mundo, especialmente en climas cálidos. En la construcción de refugios de emergencia, sus ventajas incluyen una rápida ejecución y la posibilidad de mejorar paulatinamente las estructuras para generar viviendas permanentes. Es importante señalar que, aunque es un material con propiedades físicas impresionantes, es necesario considerar su tratamiento químico antes de su uso en la construcción civil, para evitar la pudrición y el ataque de insectos.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Otro requisito de la construcción con bambú es que los componentes deben estar bien protegidos del sol y la lluvia. (Souza, 2020, párrafo 6)

Materiales reciclados, impresos en 3D /Artificial



Fig. 20 Muros construido con material reciclado impreso en 3D. Fuente: ArchDaily Colombia (2021)

A pesar de su costo relativamente alto, la impresión 3D se ha extendido a lo largo de los años y ha demostrado ser una posibilidad real para la construcción de refugios de emergencia. La compañía holandesa DUS Architects, por ejemplo, ha desarrollado una impresora 3D altamente móvil ("KamerMaker") que es capaz de imprimir espacios completos a partir de materiales reciclados. Sin embargo, las impresoras 3D podrían ser muy importantes durante una emergencia al permitir la impresión de piezas pequeñas y conectores. El desarrollo de uniones que puedan facilitar el ensamblaje de piezas de diferentes materiales puede ser una gran ventaja a la hora del montaje. (Souza, 2020, párrafo 7)

Cajas plásticas /Artificial



Fig. 21. Muros construido con cajas plásticas. Fuente: ArchDaily Colombia (2021)

Utilizadas en muchos de los refugios de emergencia diseñados por Shigeru Ban, las cajas plásticas, llenas de sacos de arena para agregar masa, pueden desempeñar el papel de una fundación base para soportar una estructura superior. En los casos en que sea necesario proteger la construcción de la acción del clima, las cajas se pueden utilizar para aislar y proteger a los demás materiales del agua. La idea de reutilizar cajas tiene más sentido si se usaron previamente para llevar suministros al sitio. En situaciones como estas, es importante que todos los recursos utilizados se piensen como parte de un ciclo, desde la llegada al lugar hasta su destino final. (Souza, 2020, párrafo 8)

Dentro de las múltiples posibilidades de materiales que existen para la construcción de vivienda de emergencia, encontramos la posibilidad de usar materiales naturales, disponibles localmente y con técnicas de construcción locales, esto se asocia con factores como la rapidez en la construcción de las viviendas de emergencia, la participación e integración ciudadana en medio de la emergencia, y la sostenibilidad de los albergues al usar estos casos estos materiales de origen natural y de la zona como la madera, las hojas de palma, cuerdas, la tierra entre otros, contemplando en muchos casos, además de la materialidad aspectos de arquitectura vernácula y bioclimática, en ese sentido, para el desarrollo del presente trabajo se tomará como

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

materia prima para el diseño de la vivienda de emergencia, el Bambú *Guadua Angustifolia Kunth*, un material de origen natural, con grandes beneficios ambientales y estructurales, ampliamente usado en la construcción en continentes como Asia y Sur América, todas estas cualidades serán ampliadas en el capítulo de desarrollo y resultados del presente documento, sin embargo, con el fin de dar a conocer las posibilidades constructivas que permite este material en materia de vivienda de emergencia, a continuación se dan a conocer algunos proyectos que se han desarrollado en Latinoamérica como respuesta a situaciones de desastre natural.

2.7. Proyectos de vivienda de emergencia desarrollados con Bambú *Guadua Angustifolia Kunth*

Refugio Piura



Fig. 22. Refugio Piura, Perú. Fuente: Pastor y Maldonado (2017) en Bayona, D. (2017)

Ubicación: Piura, Costa norte del Perú

Año: 2017

Diseñadores: Arq. Carlos A. Pastor Santa María con Estudiantes de Arquitectura de la Universidad de Piura (UDEP)

Descripción general:

Estudiantes de Arquitectura de la Universidad de Piura (UDEP), diseñaron, desarrollaron y construyeron un prototipo de vivienda refugio a escala real para situaciones de post-desastres, junto con un manual de procesos para su montaje. De acuerdo con Bayona (2017), este proyecto fue diseñado considerando las limitaciones económico de los pobladores y familias del desierto de Piura, por ello, tomaron en cuenta aspectos como, estrato socioeconómico e impacto social de la imagen del proyecto, lo cual conllevó a los estudiantes a realizar un diagnóstico de los materiales tanto de procedencia artesanal como industrializados que responden al bajo costo para el desarrollo del proyecto.

Área: El refugio, de 3x3 m, para un área total de 9m²

Capacidad: 4 personas.

Duración de construcción y cantidad de personas: 12 horas, entre 9 personas (Estudiantes).

Tipo de alojamiento: El refugio que corresponde a la arquitectura temporal o de transición.

Espacios auxiliares (Baño y cocina): No especifican, pero por la fotografía se evidencia que únicamente ofrece espacio para dormir.

Materialidad:

De acuerdo con Pastor et al. (2017), como se cita en Bayona (2017), luego del diagnóstico realizado por los estudiantes, el refugio se fabricó únicamente con materiales que están al alcance del poblador de la periferia de la ciudad. Los materiales y su uso se describen a continuación:

- Bambú o Guadua, utilizado como pie derecho o estructuras en general en viviendas del desierto.
- Estera de caricillo, comúnmente utilizada para cerramientos en viviendas del desierto.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

- Perfiles metálicos, al alcance del poblador, los cuales hemos diseñado para su prefabricación con mano de obra no especializada.
- Perfiles de drywall, los cuales se encuentran a disposición del poblador y son de muy bajo costo.
- Pernos industriales y soldaduras, para uniones.
- Plásticos y cartón, para cerramientos e uniones.
- Llantas recicladas, para las cuatro cimentaciones del proyecto refugio.



- Fig. 23. Materialidad Refugio Piura. Fuente: Pastor y Maldonado (2017) en Bayona, D. (2017)

Criterios de diseño pasivo o bioclimáticos: No especifican, no obstante, en la figura 23, se logra observar la elevación de la estructura del suelo y la permeabilidad del cerramiento que permite una ventilación continua del espacio interior.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Teatina-Quincha Shelter.



Fig. 24. Teatina-Quincha Shelter. Fuente: Hirose, E. (s.f) en León, A. (2011)

Ubicación: Desierto costa sur, Perú

Año: Sin información

Diseñadores: Alexia León Principal, leondelima arquitectos

Descripción General:

Según León (2011), el refugio temporal posterremoto, con una capacidad para dos ocupantes, plantea una preocupación ambiental y constructiva y revisa un modo básico de habitar.

Así mismo, a través del diseño del refugio, se intenta facilitar a los usuarios una mayor observación de los componentes del paisaje natural, de modo de renovar visiones y vínculos con la naturaleza.

De acuerdo con León (2011), por medio del diseño se buscó responder a aspectos sociales y ambientales de la realidad peruana tales como, la situación precaria de la población, existente incluso antes del desastre natural y las características específicas de la costa de ese país, así mismo a las lógicas de construcción, organización, estructura y materiales reconocibles en las tradiciones locales, formales e informales

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

“La teatina-quincha shelter está inspirada en dos elementos arquitectónicos tradicionales de la costa desértica peruana: la teatina y el alar. La teatina es un dispositivo de ventilación e iluminación natural que comúnmente se utiliza en los techos.” (León, 2011, p.64)

Área: Medidas de 3.60 por 2.30, para un área total de 8.28 m²

Capacidad: 2 personas.

Duración de construcción y cantidad de personas: El proyecto fue construido en tres días por 5 personas.

Tipo de alojamiento: El proyecto consiste en un refugio temporal posterremoto, mínimo y para dos ocupantes.

Materialidad:



Fig. 25. Materialidad de Teatina-Quincha Shelter. Fuente: Hirose, E. (s.f) en León (2011)

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

El uso de materiales orgánicos facilita la reutilización de componentes y el manejo de sus residuos.

Su ligereza hace posible su fácil ensamblaje y aminora la carga sobre la edificación, por lo que, en caso de colapso, no produce daños severos.

- El panel de quincha utilizado es un sistema estructural conformado por columnas y vigas de bambú atados con fibra vegetal,
- la superficie textil de bambú atada a la estructura base
- Cobertura de la superficie textil de bambú con torta de barro que, además, otorga suficiente aislamiento térmico.

Criterios de diseño pasivo o bioclimáticos: De acuerdo con León (2011), se podría mencionar que, en cuanto al diseño del refugio con relación a las características climáticas del lugar, se consideraron los aspectos descritos a continuación.

La Teatina, se trata de un dispositivo que tiene un doble propósito, de ventilación y de iluminación natural, este elemento se localiza principalmente en los techos ya que mediante este se logra captar de forma controlada la luz natural y liberarla al espacio interior.

Respecto a la forma de la estructura, se pensó teniendo en cuante factores como el sol y los vientos ya que permite captar la luz del Sur y los vientos del Sur-Oeste de una manera eficiente.

Otro aspecto relacionado con la forma es el muro inclinado en el norte el cual aminora la radiación solar directa en verano y permite el cultivo de plantas de muy baja demanda de agua tal como la Tillandsias domésticas.

Respecto al acabado de refugio, el recubrimiento de barro en las paredes otorga suficiente aislamiento térmico.

Espacios auxiliares (Baño y cocina): No especifican, sin embargo, en la figura 25, se evidencia únicamente espacio para dormir.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Refugio Temporal de Bambú – Temporary Bamboo Shelter



Fig. 26. Refugio Temporal de Bambú. Fuente: Cerron Arquitectos (2020)

Ubicación: Para Costa Norte y Centro del Perú.

Año: 2018

Diseñadores: Cerron Arquitectos SAC

Descripción General:

El diseño del del refugio temporal de bambú, parte de la premisa de crear una solución segura y ecológica, basada en 3 pilares: Simplicidad, Eficiencia y Replicabilidad, no obstante, para ello les fue necesario estudiar diferentes referentes exitosos a nivel mundial, proceso que llevaron de la mano con la revisión de las Normas Mínimas sobre Alojamiento y Asentamientos Humanos y Artículos No Alimentarios.

De acuerdo con Cerron Arquitectos (2020), la propuesta como resultado del proceso anteriormente mencionado, es una estructura de bambú que sigue el principio de Da

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Vinci, fundamentado en los siguientes criterios: simplicidad, es decir, sencillo de construir ya que el 95% son piezas corte recto, eficiencia, pues es estructuralmente adecuado, todas las piezas cumplen una función estructural, y replicabilidad, reflejado en piezas en serie y prácticas.

Área: 19.60 m² (total)

Capacidad: 5 personas

Duración de construcción y cantidad de personas: 4 días entre 6 personas.

Tipo de alojamiento: Refugio Temporal

Materialidad:



Fig. 27. Render Refugio Temporal de Bambú. Fuente: Cerron Arquitectos SAC (2020)

De acuerdo Cerron Arquitectos (2020), los materiales utilizados para la construcción del refugio fueron los siguientes:

- Principalmente bambú, especie: *Guadua Angustifolia* (8 a 11 cm de diámetro), proveniente de las plantaciones de La Florida, Limoncito, Cajamarca.
- Bambú rollizo, chancado y latillas
- Varillas electrosoldadas 3/8"

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

- Pernos y arandela electrosoldadas de 3/8"
- Laminas de OSB y madera local.
- Tela y plástico

Criterios de diseño pasivo o bioclimáticos: Los diseñadores no especifican, no obstante, en la figura 27, se logra observar en la recubrimiento en barro otorgando a los muros aislamiento térmico del frío o del calor, acompañado de aberturas en fachada y en la cubierta para la ventilación cruzada, adicionalmente, la disposición de los cerramientos laterales sobre las cañas podían actuar como una especie de fachada flotante. Así mismo, la cubierta posee aleros para la protección solar directa.

Espacios auxiliares (Baño y cocina): No especifican, sin embargo, como se evidencia en la figura 27, se evidencia únicamente espacio para dormir.

Vivienda emergente QE-90



Fig. 28. Render Vivienda QE-90. Fuente: HEKA Estudio (2016)

Ubicación: Ecuador

Año: 2016

Diseñadores: Héctor Zambrano Lozano y Karla Velez Espinoza de HEKA Estudio

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Descripción General:

De acuerdo con los autores de la vivienda emergente, HEKA Estudio (2016), este prototipo surge como respuesta para los damnificados del terremoto de 7.8 que aconteció en Ecuador el 16 de abril del 2016, tras el suceso, de acuerdo con Martí Buigues (2018) los arquitectos notaron que, entre las construcciones derruidas, las que habían logrado mantenerse en pie estaban construidas con caña de bambú, razón por la cual decidieron desarrollar un prototipo completamente construido en este material.

Área: Ocupa un área de 21 m²

Capacidad: Inicialmente sirve para una familia de 4 personas con una expansión permitida para albergar 8 personas.

Duración de construcción y cantidad de personas: Según Martí Buigues (2018), el proyecto podría desarrollarse en menos de tres días con un equipo de 5 personas.

Tipo de alojamiento: Se trata de una vivienda completa con dormitorio, baño, cocina, además cuenta con una zona exterior de terraza. (Martí Buigues, 2018). Por sus características podría considerarse que con el tiempo puede llegar a convertirse en vivienda permanente.

Materialidad:



Fig. 29. Render Vivienda QE-90. Fuente: HEKA Estudio (2016)

Según Martí Buigues (2018), la vivienda está compuesta por los siguientes materiales:

- Cimentación de dados de hormigón para poder levantar la vivienda sobre una base sólida.
- Estructura de caña guadua, que es el nombre que se le da al bambú originario de Ecuador. Se comenzará con los pilares y el arriostramiento de la base del suelo, culminando con el amarre de la parte superior y la estructura de la cubierta.
- Pallets para la formación del suelo y su anclaje a la estructura de arriostramiento. Por último, se colocarán las
- Paredes, elaboradas con paneles de estructura de madera con paneles de caña picada. Una vez construida la vivienda se procederá a la colocación de las instalaciones sanitarias.
- Cubierta Metálica.

Criterios de diseño pasivo o bioclimáticos: Según Martí Buigues (2018), “La vivienda está levantada 40 centímetros del suelo, lo que garantiza su aislamiento de la humedad que el terreno pueda transmitir y al mismo tiempo permite un flujo de aire constante bajo el suelo.” (p.57)

Espacios auxiliares (Baño y cocina): Si, la propuesta es una vivienda completa con dormitorio, baño y cocina.

Conclusiones del subcapítulo

El bambú y sus derivados dan amplitud de diseño y forma de la vivienda a construir, no obstante, las formas geométricas puras facilitan la replicabilidad o progresividad y parametrización en cuanto a las piezas y sus dimensiones.

El tiempo de construcción y/o ensamble de los refugios en Bambú es mayor frente a opciones como la carpa tradicional, no obstante, el confort de los construidos en bambú en cuanto al área, privacidad y clima de las construcciones es mayor.

Respecto a la construcción en bambú, es evidente que la implementación de elementos de unión tales como platinas metálicas y mediante tornillos agiliza el

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

tiempo de construcción frente a técnicas de unión netamente naturales, como la unión de piezas con cuerdas.

Casi todos los refugios, de acuerdo con la cantidad de personas para las que fueron proyectados cumplen con un área mínima de 3,5 m² por persona, excepto el refugio Piura, no obstante, este criterio puede llegar a variar según se determine por las entidades competentes cuantas personas en realidad se pueden llegar a alojar en dicho refugio.

La posibilidad de la progresividad del refugio con el tiempo está contemplada principalmente a viviendas que con el tiempo se pueden convertir en permanentes y por lo general ya cuentan con espacios vitales y complementarios a la habitación tales como baño y cocina.

La construcción con bambú y sus derivados usados como cerramiento permite a los diseñadores proyectar de acuerdo a las condiciones climáticas, por ejemplo, cerramientos con mayor masa térmica o por el contrario, materiales permeables que permitan el paso del aire de manera controlada.

3. Objetivos.

Objetivo General:

Diseñar un modelo de vivienda de emergencia en *Guadua Angustifolia Kunth*, tomando como referencia la avenida torrencial ocurrida en Mocoa, Colombia

Objetivos Específicos:

Determinar la viabilidad de la *Guadua Angustifolia Kunth* como recurso constructivo y sostenible para la construcción de la vivienda de emergencia.

Desarrollar un modelo constructivo en *Guadua Angustifolia Kunth* de fácil armado y transporte.

Aplicar estrategias de arquitectura pasiva y bioclimática para el diseño del modelo de vivienda de emergencia.

Proponer un esquema de agrupamiento de las viviendas de emergencia en un terreno determinado para tal fin.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

4. Metodología.

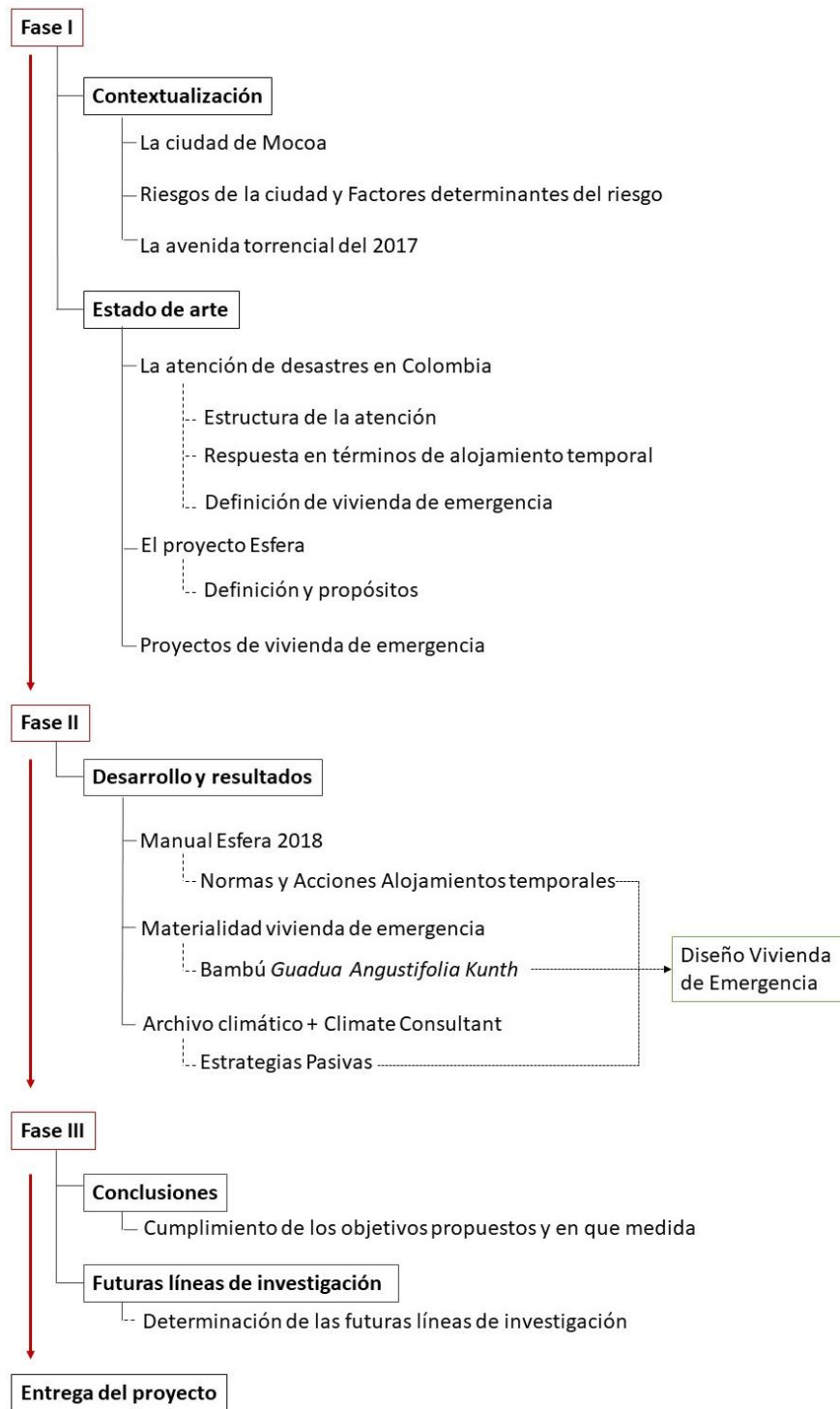


Fig.30. Metodología. Fuente: Elaboración Propia

4.1. Descripción de la metodología

El diseño de la vivienda de emergencia, como producto final y objetivo principal del desarrollo del presente trabajo, condensa y es el resultado del abordaje y cumplimiento de los objetivos específicos definidos en el presente trabajo, los cuales buscan cualificar a la vivienda de emergencia como una estructura sostenible en aspectos como su materialidad, métodos constructivos, confort térmico para los usuarios e implantación en el territorio.

No obstante, el cumplimiento de los objetivos específicos, se enmarcan en una situación de desastre, a la cual se busca dar respuesta con la vivienda de emergencia a través de su espacialidad, materialidad, técnicas constructivas, y formas de agrupamiento en un área determinada, por lo tanto, en esta instancia, se hace necesario el abordaje de unas normas y acciones clave específicas definidas en materia de alojamiento por organizaciones internacionales expertas en atención de desastres, tal como la organización Esfera, a fin de garantizar con el proyecto unas condiciones dignas de habitabilidad de las personas afectadas en medio de una situación de desastre.

Por lo tanto, teniendo en cuenta los objetivos específicos y el contexto de desastre al cual se busca responder con la vivienda de emergencia se definió la siguiente estructura metodológica.

El manual Esfera:

La utilización del manual esfera y sus normas de alojamiento temporal como recurso proyectual de:

El asentamiento: Permitiendo la definición a nivel esquemático de, la forma de agrupación de las viviendas de emergencia y la determinación de espacios y servicios comunes tales como retretes, duchas, puntos de acceso a agua y cocinas, en un terreno determinado, siendo este, elegido en función del nivel de riesgo de la zona frente a eventos naturales y el área disponible para tal fin.

Vivienda de emergencia: Cumplimiento del área mínima por persona y altura mínima de la vivienda de acuerdo con el clima en la que esta se encuentre localizada, adopción de criterios proyectuales de acuerdo con el clima del lugar tales como orientación, disposición de la cubierta, espacios anexos y materiales ideales con el objetivo de garantizar confort térmico a los ocupantes.

Por último, con el uso de la norma de sostenibilidad, se tomaran en cuenta acciones encaminadas a la reducción del consumo energético de la vivienda, por ejemplo, a través de estrategias de arquitectura pasiva y bioclimática, la consideración del uso de fuentes de energía renovable, así como, acciones tales como la conservación de la vegetación existente, la selección adecuada del terreno, y el uso de materiales locales o la reutilización de materiales, encaminadas a la reducción del impacto medioambiental causado por el asentamiento y su construcción.

El estudio del bambú *Guadua Angustifolia Kunth* como recursos constructivo y sostenible.

Este paso de la metodología consiste en evidenciar a través de diferente tipo y fuentes de información, el por qué la guadua es un recurso viable y sostenible para la construcción de la vivienda de emergencia, para ello se ha contemplado exponer información tal como la disponibilidad del recurso a nivel de la amazonia colombiana, el ciclo de vida de la planta hasta su disponibilidad para ser usada como elementos constructivo, sus beneficios e impactos, sus cualidades físico-mecánicas los usos en el área de la construcción, así como las normas que regulan el uso de la *Guadua Angustifolia Kunth* en el campo de la construcción en Colombia.

El archivo climático del lugar y la determinación de las estrategias pasivas más relevantes para el diseño de la vivienda.

A través del archivo climático de la ciudad y la utilización del software climate consultant, se pretende conocer las variables climáticas de la ciudad, identificar las estrategias de diseño sugeridas por el software y seleccionar las estrategias aplicables o más relevantes para el diseño de la vivienda de emergencia.

5. Desarrollo y Resultados.

5.1. Normas del Manual Esfera edición 2018 Referentes a Alojamientos y Asentamientos

En el presente capítulo se darán a conocer las normas mínimas contempladas en el Manual Esfera, edición 2018, referentes al sector de alojamiento y asentamiento y las acciones contempladas en cada norma que a mi criterio influyen directamente o de manera transversal en el diseño de la vivienda de emergencia y en la ubicación del asentamiento, aspectos que se fijaron como objetivos del presente trabajo y que definen el alcance del mismo.

Normas y su definición	Acciones contempladas en las normas
<p>Norma 1. Planificación</p> <p>En esta norma se consideran aspectos relacionados con a la configuración del alojamiento y la construcción del albergue</p>	<p>Aspectos como la ubicación de los alojamientos y los lineamientos para la construcción de los albergues, deben ser comunicados, compartidos y en lo posible consensuados con la población beneficiaria con el fin de hacerla participe</p> <p>La construcción de albergues debe contar con la mano de obra de la población afectada como apoyo no remunerado a estas acciones y con actividades comunitarias de ayuda, por ejemplo, en la adecuación de espacios comunitarios, como cocinas, jardines, etc.</p> <p>Se debe realizar una sensibilización a la población para darles a conocer las características de los módulos, su ubicación y los mecanismos de vinculación a su construcción y cuidado.</p>
<p>Norma 2. Localización y planificación del asentamiento</p> <p>Los alojamientos y asentamientos se localizan en zonas seguras, que ofrecen espacio adecuado y acceso a servicios esenciales y medios de vida. Es importante tener en cuenta que, aunque en una zona esté prohibido construir</p>	<p><i>Superficie de asentamientos planificados o espontáneos:</i></p> <p>En los asentamientos planificados, la superficie útil mínima es de 45 metros cuadrados por persona en campamentos.</p> <p>Cuando se prestan servicios comunitarios en instalaciones existentes o adicionales fuera del asentamiento planificado, la superficie mínima debería ser de 30 metros cuadrados por persona.</p>

Normas y su definición	Acciones contempladas en las normas
<p>no implica que esté prohibido prestar asistencia, por lo que esto no debería retrasar las respuestas en materia de alojamiento o asentamiento.</p>	<p>Cuando se opere en una zona urbana, se deberá hacer uso de los servicios y del inventario de viviendas existentes, garantizar una separación y privacidad adecuadas entre los hogares.</p> <p>Drenaje de aguas pluviales y aguas de crecida, debe evitarse elegir un terreno situado sobre una llanura aluvial, ya que puede ser peligroso para la seguridad.</p> <p>Seguridad contra incendios: Establecer cortafuegos de 30 metros cada 300 metros en las zonas construidas de asentamientos tipo campamentos.</p> <p>Reducción de crímenes: El diseño del asentamiento puede contribuir a reducir los crímenes y la violencia de género.</p> <p><i>Servicios e instalaciones esenciales:</i></p> <p>Abastecimiento de agua: La cantidad de agua por persona es de 15 litros por persona y por día, la distancia hasta un punto de distribución de agua debe ser menor a 500 metros, en todo momento.</p> <p>Saneamiento y promoción de la higiene: Todas las personas afectadas cuentan con baños adecuados, apropiados y aceptables, el ratio de retretes compartidos corresponde a Mínimo 1 retrete por cada 20 personas y la distancia entre la vivienda y el retrete compartido a máximo 50 metros, la distancia entre las instalaciones de</p>

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Normas y su definición	Acciones contempladas en las normas
	<p>contención y las fuentes de agua deberá ser como mínimo de 30 metros. Duchas (divididas por género) 1 por cada 20 personas</p> <p>Seguridad alimentaria: Medios de almacenamiento y preparación de alimentos (como cocinas y combustible), asistencia alimentaria.</p> <p>Apoyo al sustento – Disponibilidad de tierra para posibilitar agricultura, así como espacio para eventuales mercados.</p> <p>Salud: Riesgo vectorial – Reducir el riesgo vectorial (propagación de enfermedades).</p>
<p>Norma 3. Espacio Habitable</p> <p>Esta norma determina los criterios mínimos del espacio habitable para permitir el desarrollo de las actividades domésticas esenciales y los medios de vida. Las áreas mínimas determinadas en el manual esfera 2018, son las siguientes, así mismo estas</p>	<p>Mínimo 3,5 metros cuadrados de espacio habitable por persona, sin contar el espacio para cocinar, la zona de baño y las instalaciones de saneamiento.</p> <p>4,5-5,5 metros cuadrados de espacio habitable por persona en climas fríos o entornos urbanos, donde se incluye el espacio interno para cocinar y las instalaciones de baño y/o saneamiento.</p> <p>Altura mínima de 2 metros suelo al techo (2,6 metros en climas calurosos) en su punto más elevado.</p>

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Normas y su definición	Acciones contempladas en las normas
<p>varían según la configuración del alojamiento.</p>	<p>Además de cumplir con estas áreas mínimas según sea el caso, el alojamiento debe garantizar privacidad y la separación de las personas según se requiera, bien puede ser entre sexos, grupos de edad o familias dentro de un hogar concreto.</p> <p>De acuerdo con la rapidez que se requiera el alojamiento se pueden tener en cuenta algunos criterios para la atención de los damnificados:</p> <p>Permitir la Construcción de un techado para el espacio habitable mínimo y continuar con las paredes, puertas y ventanas.</p> <p>Construir un alojamiento con menor superficie para incrementarla después.</p> <p>En climas húmedos se deben tener en cuenta los siguientes criterios de diseño del alojamiento:</p> <p>Orientación adecuada del alojamiento con el fin de obtener tengan la máxima ventilación y lograr reducir mínimo la entrada de luz solar directa.</p> <p>Techo elevado para facilitar la circulación del aire, así mismo, el techo debe contar con una inclinación adecuada y voladizos anchos para desaguar el agua lluvia, salvo en zonas con presencia de fuertes vientos.</p> <p>Un espacio anexo cubierto contribuye a reducir la luz directa del sol y protege de la lluvia.</p>

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Normas y su definición	Acciones contempladas en las normas
	<p>Respecto a la materialidad del alojamiento se deben construir con materiales ligeros y de baja capacidad térmica (por ejemplo, madera).</p> <p>Elevar la construcción del para evitar que entre agua en el espacio habitable.</p>
<p>Norma 4. Artículos Domésticos</p> <p>En esa norma se aborda la asistencia a los damnificados concerniente a artículos domésticos que contribuyen a mantener la salud, la dignidad y la seguridad, así como a realizar actividades domésticas cotidianas en los alojamientos y sus inmediaciones.</p>	<p>Dentro de los aspectos que en consecuencia pueden influir directamente en la proyección del alojamiento se encuentran la entrega de colchones o esteras.</p> <p>El uso de mosquiteros tratados con insecticidas de larga duración, cuando sean necesarios.</p> <p>almacenamiento de agua, conservación, preparación y consumo de alimentos, esto de acuerdo con la disposición de los espacios determinados para tal fin, si es en un espacio común o proyectado por alojamiento.</p>
<p>Norma 5. Asistencia Técnica</p> <p>Esta norma considera aspectos como la participación de las comunidades en diversas tareas</p>	<p>Participación de los damnificados en la configuración espacial del alojamiento y la construcción de los albergues, el acompañamiento técnico a la comunidad afectada permitirá la construcción de alojamientos de acuerdo con las condiciones climáticas, los recursos, las capacidades de construcción y de mantenimiento a futuro, siguiendo normativas de construcción aplicables.</p>

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Normas y su definición	Acciones contempladas en las normas
relacionadas con la construcción del albergue.	<p>Aprovisionamiento de materiales: Suministro de materiales y herramientas que posibiliten y faciliten la construcción de los alojamientos temporales por parte de la comunidad, los materiales deben ser preferiblemente de origen local, así como, preferiblemente materiales con los cuales la población se encuentre relacionada o identificada, no obstante, en situaciones donde estos factores no se cumplan, es posible utilizar materiales alternativos o sistemas de alojamientos comerciales.</p>
<p>Norma 6. Seguridad de la tenencia</p>	<p>Consiste en asegurar a la población afectada la seguridad de tenencia en sus opciones de alojamiento y asentamiento, de acuerdo con las posibilidades de atención determinadas por las entidades encargadas de atender la emergencia.</p>
<p>Norma 7. Sostenibilidad medio ambiental</p> <p>Acciones orientadas a reducir al mínimo los impactos negativos del alojamiento y asentamiento en el medio ambiente natural.</p>	<p>Evaluación de impacto medio ambiental: Elección del terreno permitiendo visualizar y determinar aspectos positivos y negativos respecto a la ubicación de un asentamiento en un determinado lugar.</p> <p>Aprovisionamiento de materiales: Concienciación del impacto medio ambiental causado por el uso de recursos naturales como agua, madera, tierra entre otros materiales vegetales, así como de la quema de combustibles para la cocción de ladrillos y tejas, promoción de reutilización de materiales rescatados y producción de materiales alternativos. Considerar la reforestación como una manera de producir materiales de construcción sostenible.</p>

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Normas y su definición	Acciones contempladas en las normas
	<p>Selección del terreno: Elección del terreno con base en la exposición al riesgo relacionado con el clima, así como a la relación de este con infraestructuras cercanas que puedan contribuir a disminuir el impacto medioambiental.</p> <p>Energía: Reducción de las necesidades energéticas de los alojamientos mediante un diseño que tenga en cuenta conceptos pasivos de refrigeración o calefacción según el clima, acompañado del uso de artículos domésticos que contribuyan al uso eficiente de la energía tales como lámparas solares (LED) y cocinas eficientes, considerar el uso de energías alternativas, como, por ejemplo, paneles solares.</p> <p>Erosión: Conservación de árboles y vegetación con propósitos tales como estabilización de la tierra y la generación de sombra, permitiendo la máxima protección del asentamiento frente al clima, por ejemplo, del sol y los fuertes vientos.</p> <p>Gestión de escombros y reutilización o readaptación de residuos: Con esta gestión se pretende favorecer el rescate, reutilización, adaptación o eliminación de forma segura de los residuos o escombros.</p> <p>Contextos urbanos y rurales: Considerar el impacto medio ambiental causado por el uso de materiales provenientes de zonas lejanas a la ubicación del alojamiento, con el fin de tomar decisiones informadas sobre estos impactos.</p>

Tabla 2. Normas y acciones de alojamientos y asentamientos del Manual Esfera edición 2018. Fuente: Elaboración Propia con información del Manual Esfera edición 2018.

5.2. Bambú *Guadua Angustifolia Kunth*



Fig. 31. Bambú *Guadua Angustifolia Kunth*. Fuente: Núñez Retana (2022)

El bambú, es una gramínea gigante, extremadamente diversa que crece en todos los continentes, excepto en Europa y Oceanía, en Centro y Suramérica, se reconoce a Brasil, Colombia, Venezuela y Ecuador como los países con mayor diversidad.

Según Londoño (2011), en Colombia se encuentran 18 géneros, 105 especies y cinco variedades, dentro de estos géneros, el más importante es la *Guadua*, dentro del género *Guadua* existen diez especies prioritarias dada su importancia en aspectos sociales, económicos y culturales en el país y para las regiones de acuerdo con su uso actual, no obstante, dentro de estas diez especies prioritarias, la *Guadua Angustifolia Kunth* se configura como la especie más utilizada, promisoría y estudiada a nivel Colombia.

En 1822 el botánico alemán Karl S. Kunth determinó que constituía un **género en sí misma** y la identificó como ***Guadua***.

5.2.1. Distribución de la *Guadua Angustifolia Kunth* en Colombia.

En Colombia, según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, los rodales de *Guadua* o zonas donde crece esta planta se presentan de manera natural y mediante cultivos está en los departamentos de Caldas, Risaralda, Quindío, Tolima, Valle del Cauca, Antioquia, Cauca, Cundinamarca, Putumayo y Caquetá.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

A nivel nacional según datos del ministerio de agricultura, se cree que hay unas 45.000 hectáreas. De esta cantidad de acuerdo Trujillo Avilés (2021), Ingeniero Forestal de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), el entre los departamentos de Putumayo y Caquetá hay 2.000 hectáreas.

En ese sentido, poniendo este aspecto en el contexto de Mocoa y del desastre, se evidencia que el departamento del Putumayo, del cual Mocoa es la capital, cuenta con este recurso natural y departamentos cercanos como Caquetá también, lo cual constituye una ventaja respecto al uso de este material como elemento constructivo.



Fig. 32. Departamentos con cultivos de *Guadua angustifolia* Kunth. Fuente: Elaboración Propia

5.2.2. Importancia para Colombia

La *Guadua angustifolia* es un bambú de excelentes calidades estructurales, debido a que posee fibras longitudinales fuertes, es de gran altura y diámetro, presenta una alta relación resistencia/peso, y de gran flexibilidad, cualidades que hacen que sea un material ideal en la industria de la construcción. (Londoño, 2011)

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Es por estas bondades que de acuerdo con Londoño (2011), la guadua ha tenido un papel protagónico en el campo de la construcción y en diversas épocas en Colombia, en los siglos XVIII y XIX se fundaron en guadua más de 1 000 pueblos en el Valle del Cauca, Quindío, Risaralda, Antioquia y Caldas.

Posteriormente, durante el siglo XX se avanzó en tecnología constructiva a partir del conocimiento de sus propiedades físico-mecánicas con la solución de la unión entre guaduas inventada por el Arq. Simón Vélez, la cual consiste en el relleno de los entrenudos huecos, y el uso de tuercas y arandelas, también se realizaron diseños de muebles y artesanías.

Ya en el siglo XXI, el país ha avanzado en el proceso de la industrialización de la guadua, tomando como modelo el nivel tecnológico de China y otros países asiáticos, se han escogido como productos de fabricación pisos, paneles, laminados y aglomerados de guadua.

5.2.3. Características biológicas y físicas

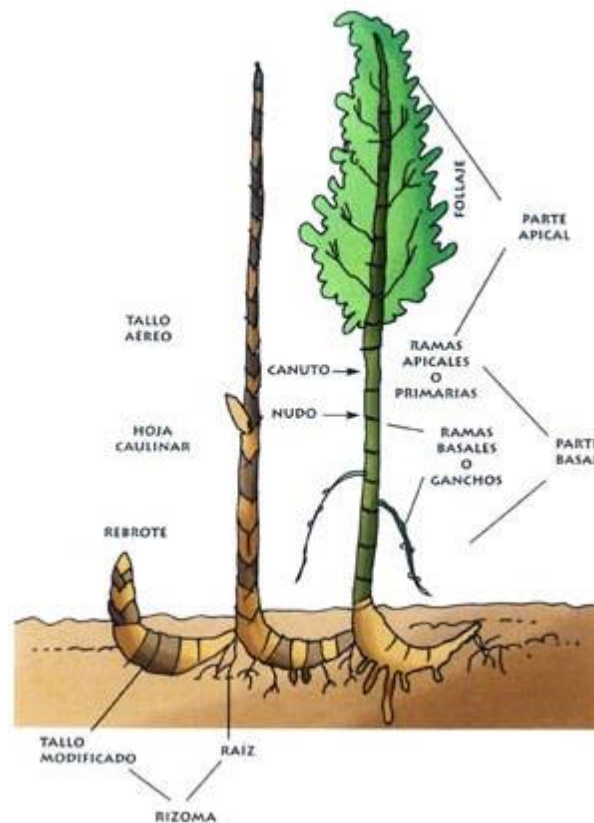


Fig 33. Partes de la Guadua Angustifolia Kunth. Fuente: Tutorialesenlinea.es (2022)

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Esta planta se caracteriza por ser perenne y tener un sistema de raíces bien desarrollado, denominado rizoma, culmo o tallos cilíndricos y segmentados, leñosos, fuertes y follaje abundante.

De acuerdo con la CVC (2005), los tallos de *Guadua* alcanzan una altura entre los 20 a 30 metros de altura, con un crecimiento que oscila entre los 5 a 10 cm diarios, un tallo maduro, puede alcanzar grosores de entre 6 hasta los 12 centímetros de diámetro, no obstante, de acuerdo con

Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas ,1999), el tallo puede alcanzar alturas de hasta 25 m., con diámetros que oscilan entre 10 y 20 cm., en suelos propios para la especie puede tener alturas de 35 m. y diámetros de 30 cm.

El desarrollo definitivo de la *Guadua* se logra entre los 4 y los 6 años, según la CVC (2005), lo cual se convierte en una fortaleza frente a especies de árboles maderables incluso a nivel mundial como el Eucalipto, la Haya, la Teca y el Roble.

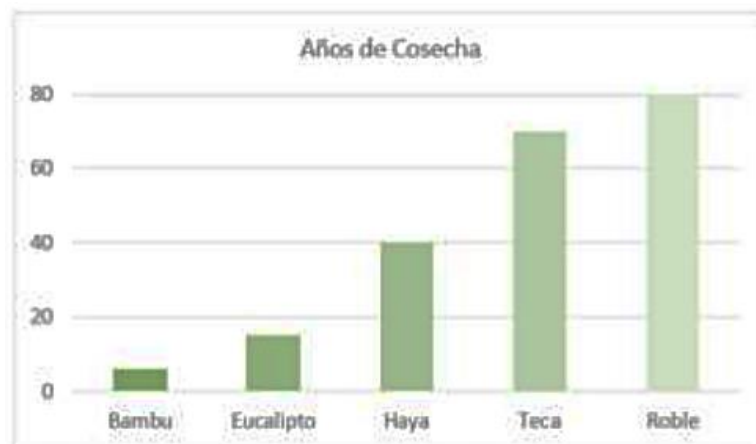


Fig. 34. Gráfico de años de crecimiento para obtener cosecha de diferentes tipos de árboles. Fuente: Catalogo Moso piso de bambú. (s.f.)

5.2.4. Usos de la *Guadua Angustifolia Kunth* en la construcción y ejemplos de proyectos realizados con este material.

Como se había mencionado anteriormente, morfológicamente, la *guadua* se encuentra compuesta por 5 partes: raíz, tallo, hojas, flores y frutos; sin embargo, para aplicaciones estructurales, el tallo es la parte que se emplea, más específicamente, el culmo, este es una especie de cilindro hueco en el cual se distinguen 3 secciones: la cepa, la basa y la sobrebasa, cada una de las cuales se

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

encuentra dividida en segmentos o entrenudos de entre 10 y 15 cm. de altura, separados por diafragmas (nudos).

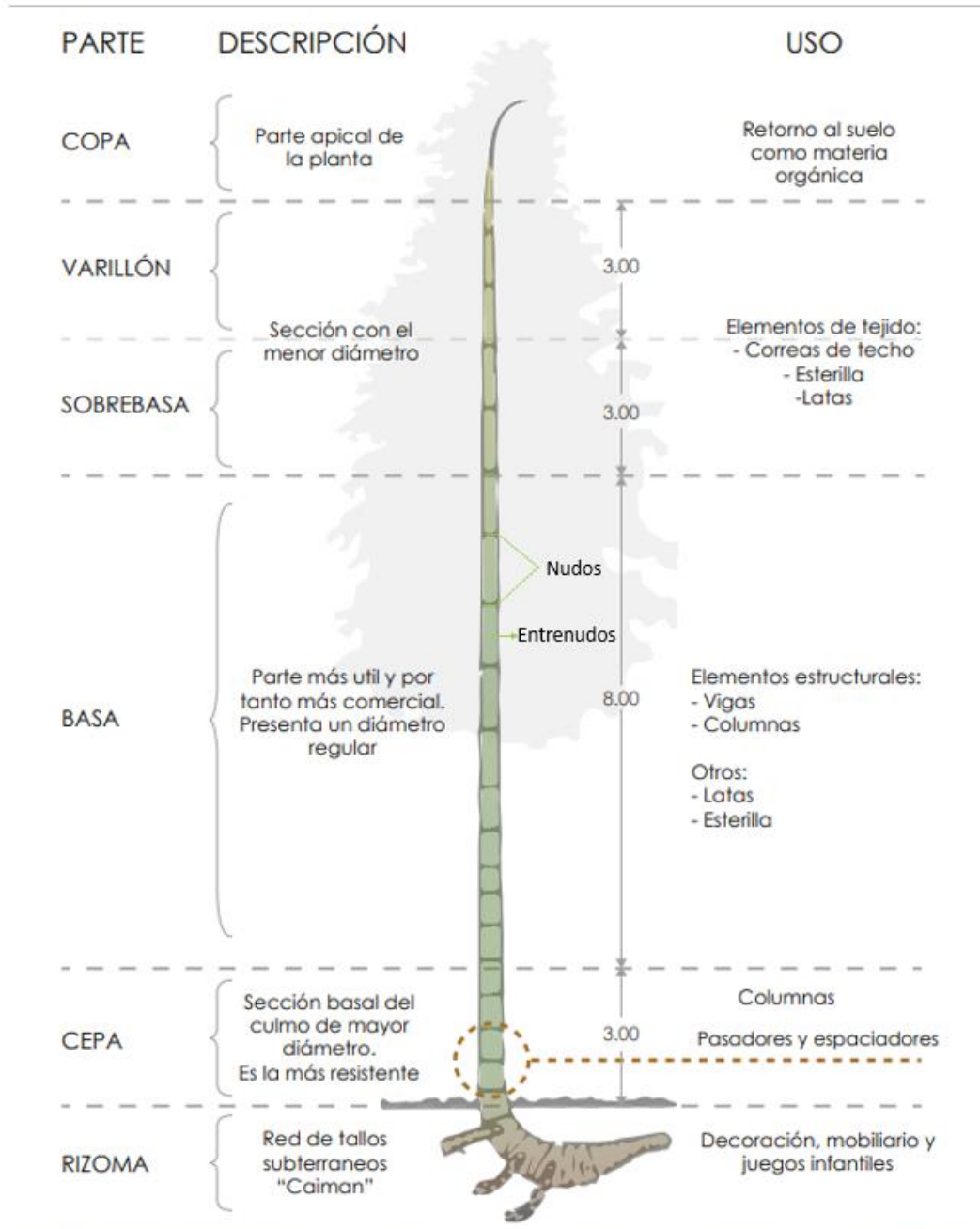



Figura 1. "Partes y usos del bambú". Fuente: Elaborada con información de: Minke G. (2010). *Manual de construcción con Bambú*. Cali, Colombia: Merlín, P 7.

Fig. 35. Partes de la Guadua. Fuente: Manual de construcción con Bambú. Cali, Colombia: Merlín.(s.f)

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Partes de la Guadua	Usos en la construcción
Copa: Es la parte apical de la Guadua	Ninguno, la materia orgánica retorna al suelo.
Sobrebasa: Presentan paredes finas, pero mantienen un alto contenido en fibra	Son usadas para mobiliario auxiliar viguetas y rastreles; también se usan para la obtención de esterilla y de latas.
Basas: Son esbeltas y muy ligeras con relación a su enorme resistencia, mantienen muy bien el diámetro exterior y son muy fibrosas	Son las piezas más usadas en construcción, especialmente en la fabricación de vigas y cerchas compuestas.; también se usan para la obtención de esterilla y de latas
Cepas: Presentan un gran espesor de pared, entrenudos cortos y elevada resistencia a compresión	Son perfectas para construcción de columnas.

Tabla 3. Partes de la Guadua y sus usos en la construcción. Fuente: Elaboración propia.

Imagen Material	Descripción
	<p>Esterilla: Se le denomina esterilla a los tableros que se obtienen de la parte intermedia de la caña de bambú, que se abre manualmente formando una superficie plana. Los tableros de esterilla tienen una gran diversidad de aplicaciones en la construcción de vivienda, fabricación de pisos, paredes y techos.</p>

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Imagen Material	Descripción
	<p>Latas o latillas de Guadua: Son segmentos longitudinales que se obtienen dividiendo radial y longitudinalmente la sección de tallo en 4 o más partes, se emplean en la construcción de paredes, pisos, muebles, entre otros.</p>
<p data-bbox="300 835 560 856">Figura 1. Bahareque tradicional</p>  <p data-bbox="235 1098 625 1140">Fuente: Manual de Rehabilitación de viviendas de Bahareque tradicionales – AIS 2002</p> <p data-bbox="300 1228 560 1249">Figura 2. Bahareque encementado</p>  <p data-bbox="251 1486 617 1528">Fuente: Manual de Rehabilitación de viviendas de Bahareque tradicionales – AIS 2002</p>	<p>Bahareque: Este sistema en su forma constructiva tradicional consiste en un sistema estructural de muros que se basa en la fabricación de paredes construidas con un esqueleto de Guadua, o Guadua y madera, relleno de tierra y cubierto con un revoque de mortero de tierra y estiércol, no obstante, se presenta el bahareque encementado, cuya diferencia principal con la técnica tradicional es la variación de acabado el cual consiste en una malla metálica y acabado de mortero de cemento.</p> <p>De acuerdo con Kaminsky et al. (2016) este es un sistema estructural resistente y robusto, el cual permite diseñar viviendas de hasta dos pisos, resistentes a eventos naturales principalmente a sismos y viento extremo, incluso en regiones del mundo sujetas a mayor amenaza.</p>

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Imagen Material	Descripción
	<p>Obras de Arquitectura: Viviendas y Equipamientos: Uno de los ejemplos del uso constructivo de esta especie es el constructivo es la catedral de Pereira, Colombia, donde en respuesta a un terremoto sucedido en 1999 que afecto la iglesia de la ciudad, se construyó una estructura provisional lateral con bastones curvos de bambú de Guadua Angustifolia Kunth (Soler,2017) El diseño estuvo a cargo del arquitecto colombiano Simón Vélez, arquitecto experto en construcción con bambú, la iglesia tardo 5 semanas en ser construida.</p>
	<p>Puentes Peatonales: Este puente Diseñado por el Arquitecto Colombiano Simón Vélez, fue llevada a cabo en China para tener acceso a un hotel ecológico hecho de bambú, cruzando un pequeño río de 38m de ancho. Es una estructura tipo mixta, ya que combina hormigón y bambú, utilizados para el soporte y la cubierta respectivamente.</p>
	<p>Andamios: Una de las aplicaciones del bambú es la de andamiaje, principalmente donde se ubican las plantaciones de la especie. El aprovechamiento del recurso resulta accesible para las construcciones por bajos precios y alta disponibilidad del material comparado con otro como el acero.(Ortiz, 2018). En Hong Kong la técnica de utilizar el bambú como andamio durante la construcción o remodelación de los edificios se le denomina como “taap pang”.</p> <p>El montaje de estas estructuras se genera por medio de uniones de elástico que sujetan las cañas creando una</p>

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA


Imagen Material	Descripción
	trama rígida, el material facilita los cortes necesarios a los tamaños y se ajusta al terreno donde se va a trabajar.
	<p>Tableros o Paneles: Los tableros y paneles de bambú son una solución que favorece en muchos sentidos la arquitectura al brindar un toque de estética y naturaleza a los espacios. Estos se componen por capas de esterillas de bambú <i>Guadua Angustifolia Kunth</i> aglomeradas, dependiendo la cantidad de capas utilizadas variara su espesor y sus propiedades</p>

Tabla 4. Ejemplos de usos y aplicación de la guadua en la construcción. Fuente: Elaboración Propia.

5.2.5. Características físico- mecánicas del culmo de *Guadua Angustifolia Kunth*

Este material se constituye por fibras longitudinales de resistencia alta a la tracción, mostrando resistencias superiores a la de un acero A36. (Ramírez, 2019), la resistencia media sin nudo se ha encontrado por encima de 150 MPa a comparación del perfil con nudo la resistencia a la tracción se acerca a los 90 Mpa, es decir que como material de construcción el elemento más resistente es el perfil de guadua sin nudo. Las paredes externas poseen propiedades mecánicas dado a las incrustaciones de sílice, lignina y cutina que la hacen más sólida y a su vez logra una mayor cantidad de fibras en la parte externa de la guadua (Takeuchi, Estrada y Linero 2018).

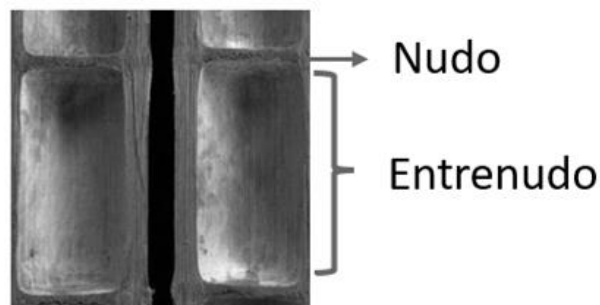


Fig. 36. Vista interna de una caña de Guadua y sus partes Fuente: Elaboración Propia

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Como consecuencia de su sección transversal, su alta inercia con respecto a su área circular, al someterse a un ensayo de flexión no presenta facilidad de pandeo y demuestra la alta resistencia a torsión. La debilidad del material se observa en su resistencia perpendicular, lo que limita la resistencia a la compresión de columnas cortas. (Takeuchi, Estrada y Linero 2018).



Fig 37. Pruebas de resistencia a la Guadua Angustifolia Kunth. Fuente: Sapuyes et al. (2018)

La Guadua, al ser un materia natural posee fallas estructurales y funcionales, que puede ser afectado por hongos al ser expuestos al rayo de sol, por lo tanto es indispensable que en el proceso de montaje se realice un recubrimiento del material, para evitar fallos funcionales.

Un factor influyente en el manejo de los recursos es un buen diseño estructural con el fin de utilizar la menor cantidad posible de perfiles de guadua, con uniones más simples y más sofisticadas. Como menciona el profesional Simón Vélez, la guadua es un material como lo es cualquier otro, con el mismo ladrillo se construyen tugurios y mansiones. Un material no determina el costo de una obra tan directamente como se piensa comúnmente (Arango Nader y Mendez Sanz 2008).

Teniendo en cuenta que las propiedades de la Guadua Agustifolia Kunth pueden variar al ser un material natural, la siguiente imagen, da una idea de los beneficios de resistencia de la Guadua frente a otras maderas blandas (C24). (Figura 38)

Tabla 2.3 Comparativa de fuerzas características de diseño de bambú seco* y libre de imperfecciones visuales (fisuras, etc.)



Fig.38. Comparativa de fuerzas características de diseño de bambú seco y libre de imperfecciones visuales (fisuras, etc.). Fuente: Bambusa (2019)

5.2.6. Normativas y leyes de la Guadua Angustifolia Kunth en Colombia

NSR 10- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente- Título G Estructuras de Madera y Estructuras de Guadua Capítulo G12 Estructuras de guadua: Indica los requisitos para el diseño estructural y sismorresistente de estructuras cuyo elemento principal es el bambú Guadua Angustifolia Kunth.

Normas Técnicas Colombianas (NTC): Dentro de las normativas se establecen los principales criterios de preservación, manejo, secado, transformación y almacenamiento de la Guadua Angustifolia Kunth para su debido uso.

- NTC 5300 Cosecha y Poscosecha de los culmos de *Guadua angustifolia* Kunth.
- NTC 5301 Secado e inmunizado de los culmos de *Guadua angustifolia* Kunth.
- NTC 5405 Propagación vegetativa de *Guadua angustifolia* Kunth.
- NTC 5407 Uniones para estructuras construidas en *Guadua angustifolia* Kunth.

- NTC 5525. Métodos de ensayo para determinar las propiedades físicas y mecánicas de la *Guadua angustifolia* Kunth.
- NTC 5726. Mensura e Inventario de rodales de *Guadua angustifolia* Kunth para aprovechamientos con fines comerciales.
- NTC 5727. Terminología aplicada a la guadua y a sus procesos.
- NTC 5829 Obtención de latas y tablillas de *Guadua angustifolia* Kunth.

5.2.7. Análisis de Ciclo de Vida de la *Guadua Angustifolia* Kunth

El Análisis de Ciclo de Vida, (LCA por sus siglas en inglés), es una metodología que busca evaluar los impactos ambientales generados a lo largo del ciclo de vida de un producto o servicio. Este considera desde su origen de materia prima hasta su fin de uso, tomando en cuenta todas sus fases intermedias como extracción, transporte, fabricación, distribución, uso, mantenimiento.

En este caso, en el desarrollo de este numeral se quiere mostrar la investigación de un análisis de ciclo de vida de la *Guadua Angustifolia* Kunth, identificando los impactos ambientales relacionados, por una parte al ser usada como elemento constructivo dentro del sistema de bahareque encementado, y posteriormente como elemento natural su siembra hasta su extracción e inmunización, punto en el que está lista para ser utilizada de diversas formas y en diversos usos, asumiendo que en este caso la guadua será usada, como materia prima en la construcción de la vivienda de emergencia, lo anterior con el fin de sustentar los motivos por los cuales esta materia prima a pesar de sus impactos representa una opción sostenible frente a materiales convencionales.

Tomando como referencia una vivienda construida con la técnica de bahareque encementado, la cual como se mencionaba anteriormente, en su mayoría está constituida con bambú *Guadua Angustifolia* Kunth y sus derivados como la esterilla y las latas, de acuerdo con Murphy et al. (2004) como se cita en Kaminski et al. (2016), se ha demostrado a través de un estudio de Análisis de Ciclo de Vida que, una vivienda construida en bahareque encementado, es ambientalmente superior a una construida en albañilería, en donde los resultados arrojaron que, la primera técnica, representa en muchos factores evaluados, menos o un poco más de la mitad del carbono incorporado respecto a la segunda técnica, siendo además la técnica del bahareque sismorresistente, lo cual la hace competitiva frente a sistemas robustos como la albañilería. (Figura 39)

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

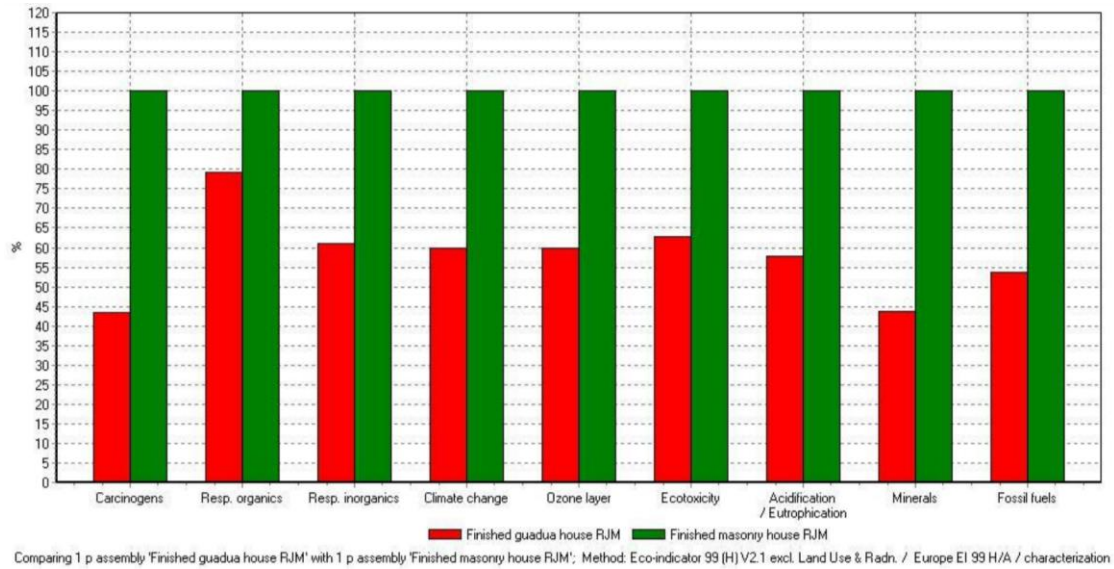


Fig. 39. Impacto ambiental relativo de una casa de bahareque y mampostería diseñada. Fuente: Murphy et al. (2004) en Kaminsky (2016)

Continuando con el estudio de Murphy et al, (2004) como se citó en Kaminski et al. (2016), en una casa construida con la técnica de bahareque encementado, los elementos de la edificación que más contribuyeron a su impacto ambiental (95%) fueron los materiales utilizados para la cimentación (arena, áridos gruesos, cemento y armaduras de acero) y el revoque de las paredes (arena y cemento) (Figura 40).

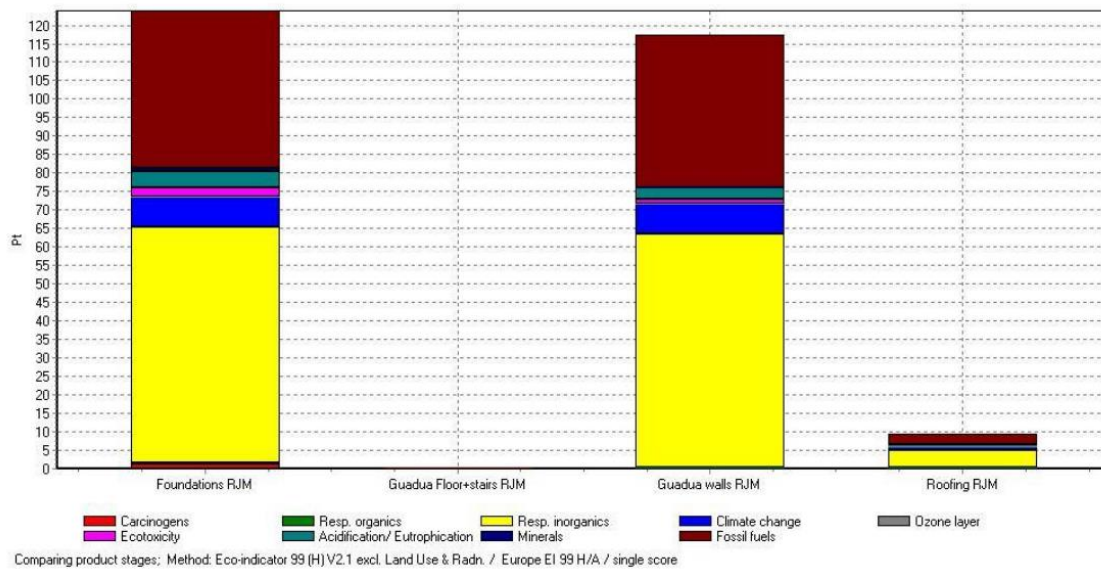


Fig. 40. Impacto ambiental relativo de los elementos de una casa de bahareque encementado. Fuente: Murphy et al. (2004) en Kaminsky (2016)

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

En ese sentido podemos mencionar que el elemento menos contaminante dentro del sistema constructivo del bahareque encementado es la *Guadua Angustifolia Kunth* a pesar de ser uno de los elementos principales que configuran el sistema constructivo, no obstante, según Kaminski et al. (2016), para garantizar o maximizar la sostenibilidad del bahareque, es fundamental que la *Guadua* y la madera provengan de una fuente cercana y sostenible, por otro lado, es importante que, para la inmunización de las *Guadua* y la madera, se utilicen productos químicos no tóxicos, como por ejemplo el Boro.

5.2.8. Análisis de Ciclo de Vida de la *Guadua Angustifolia Kunth* en etapa de Precosecha, Cosecha, Extracción e Inmunización.

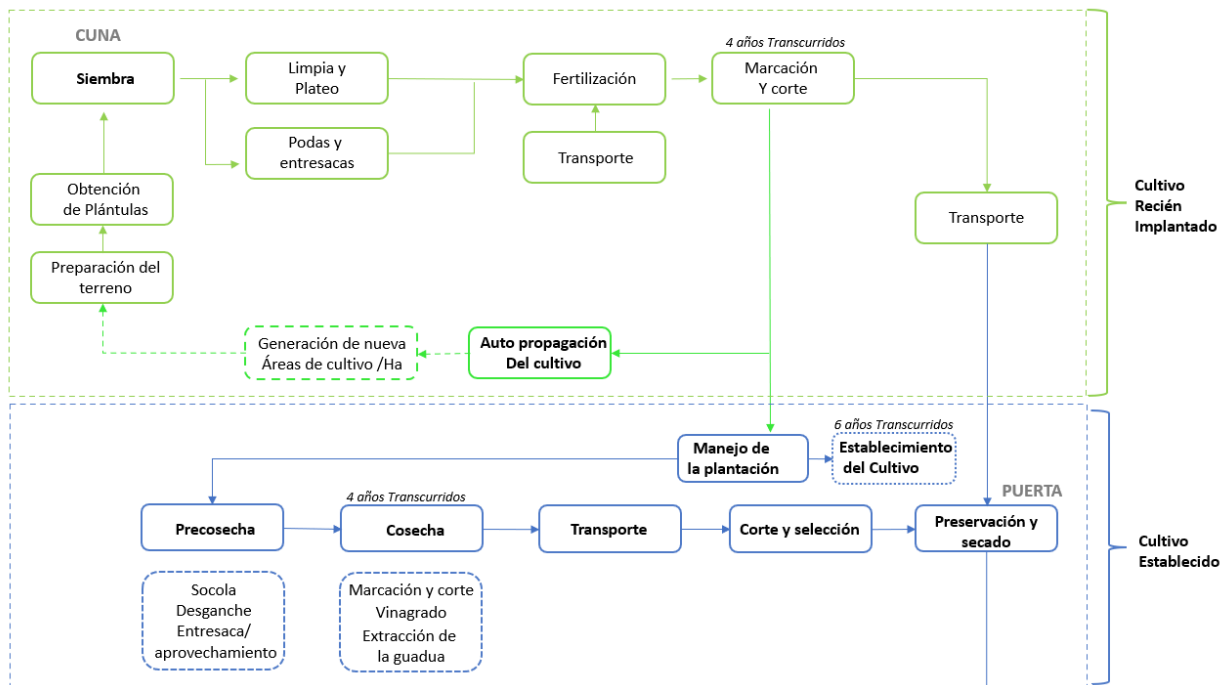


Fig. 41. Diagrama de procesos de la guadua *Angustifolia* en sus etapas de precosecha, cosecha y post cosecha. Elaboración propia.

Si analizamos la *Guadua Angustifolia Kunth* como elemento natural, aislado del sistema constructivo de bahareque encementado, en sus etapas de precosecha, cosecha y extracción, basados en documentos que han investigado a través de Análisis de Ciclo de Vida los impactos de la *Guadua Angustifolia Kunth* en las etapas anteriormente mencionadas podemos mencionar que, para las dos primeras etapas, de acuerdo con Torres (2017), según cifras de la siguiente gráfica

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

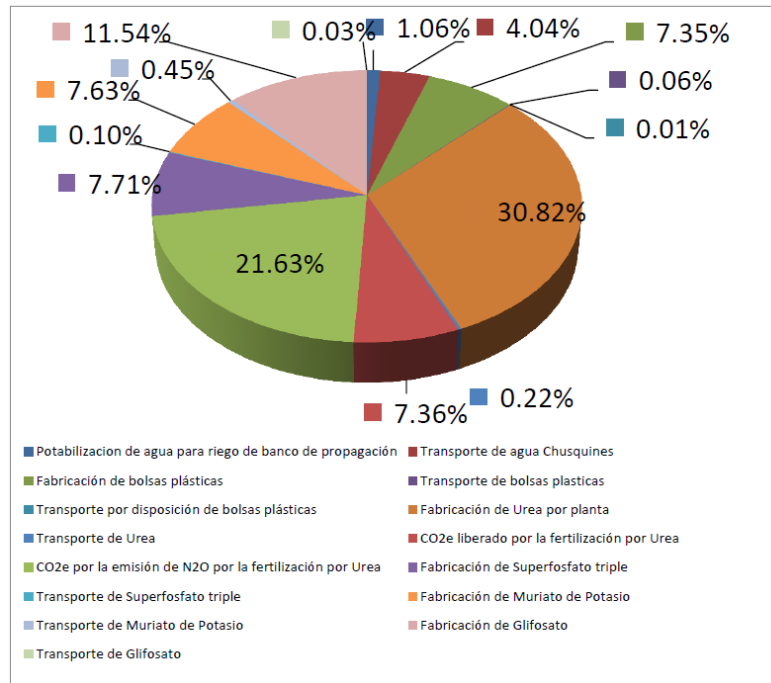


Figura 42. Contribución de las emisiones de cada actividad de la etapa de siembra, mantenimiento y aprovechamiento al total de emisiones asociadas a la Unidad Funcional en esta etapa. Fuente: Torres (2017)

En las etapas evaluadas, los factores que más contaminan son la fabricación de fertilizantes químicos tales como la Urea, superfosfato triple y Muriato de Potasio, en este estudio también se tuvo en cuenta la fabricación de la bolsa plástica que contiene la plántula antes de ser sembrada en el terreno, los demás factores que se tuvieron en cuenta fueron el transporte de los diferentes fertilizantes al lugar de la siembra.

De lo anterior podemos mencionar que, la cantidad y variedad de fertilizantes pueden llegar a variar según el tipo de suelo en el cual se encuentre el cultivo por cual no en todos los casos es procedente la aplicación de todos los fertilizantes tenidos en cuenta en este estudio.

Las emisiones del transporte de fertilizantes u otros elementos pueden llegar a variar según la distancia de los proveedores y la cantidad de viajes necesarios para el abastecimiento de estos, de acuerdo con esto Kaminski et al. (2016), menciona que la distancia de los suministros hasta el cultivo y del cultivo hasta el lugar de uso de la Guadua sea menor a 200 km, pues los estudios han demostrado que por debajo de esta distancia el impacto es relativamente bajo. Respecto a la bolsa plástica si la plántula es obtenida de un banco de propagación (vivero) implicaría el consumo de

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

este recurso, caso contrario a si la plántula proviene de un cultivo presente en la zona o en el mismo terreno.

Hasta esta etapa también es importante considerar que el porcentaje de emisiones de CO₂ equivalente es muy bajo, en relación con la cantidad de CO₂ que es capaz de capturar una hectárea de cultivo de guadua al año correspondiente a 83 Ton CO₂/Ha según Arango (2015), para el caso puntual, según Torres (2017) en la etapa de siembra, mantenimiento y aprovechamiento, se ha calculado una emisión de 0.169 kg CO₂e.

Dado que en el presente estudio no se contempló la etapa de corte y extracción de la Guadua al momento de ya estar madura, es decir a los 4 años, nos remitimos al siguiente estudio.

Según el estudio Análisis del ciclo de vida aplicado a la fase de extracción de guadua, en el Eje Cafetero colombiano (Hernández et al, 2012) el cual tomó como unidad funcional el tallo de guadua húmeda de 3 m de longitud, obtenido de la corta de una guadua en el bosque, en donde se evaluaron el consumo de gasolina, la utilización del equipo de corta y el transporte interno, se evidenció que para la fase de extracción, en el proceso de la guadua húmeda cortada y puesta en planta se obtuvieron valores altos en la categoría de impacto toxicidad humana, a causa del consumo de gasolina, que tuvo un aporte de 44%. La máquina utilizada para realizar los cortes afectó en mayor proporción la categoría de impacto de deterioro de la capa de ozono (99%) atribuido a las emisiones halon 1301, halon 1211 y CFC-10.

Cuadro 5. Análisis de impacto para la extracción de materia prima con el método CML 2000

Categoría de impacto	Unidad	Total	Gasolina	Equipo de corta	Transporte en tractor
Agotamiento de recursos abióticos	kg Sb eq	0,020604	0,003532	0,016978	9,45E-05
Acidificación	kg SO ₂ eq	0,016699	0,0044	0,012224	7,56E-05
Eutrofización	kg PO ₄ eq	0,006701	0,000906	0,005771	2,34E-05
Cambio climático	kg CO ₂ eq	3,316932	0,527905	2,775198	0,013829
Agotamiento del ozono estratosférico	kg CFC 11 eq	3,18E-07	1,94E-11	3,16E-07	1,61E-09
Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq	1,694131	0,747963	0,926429	0,01974
Ecotoxicidad de agua dulce	kg 1,4-DB eq	0,808297	0,164304	0,640351	0,003642
Ecotoxicidad marina	kg 1,4-DB eq	1020,341	600,5547	413,2586	6,528142
Ecotoxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq	0,007651	3,05E-05	0,007548	7,25E-05
Formación foto-oxidante	kg C ₂ H ₄ eq	0,00344	0,000826	0,00261	3,39E-06

Fig. 43. Análisis de impacto para la extracción de materia prima con el método CML 2000. Fuente: Hernández et al. (2012).

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

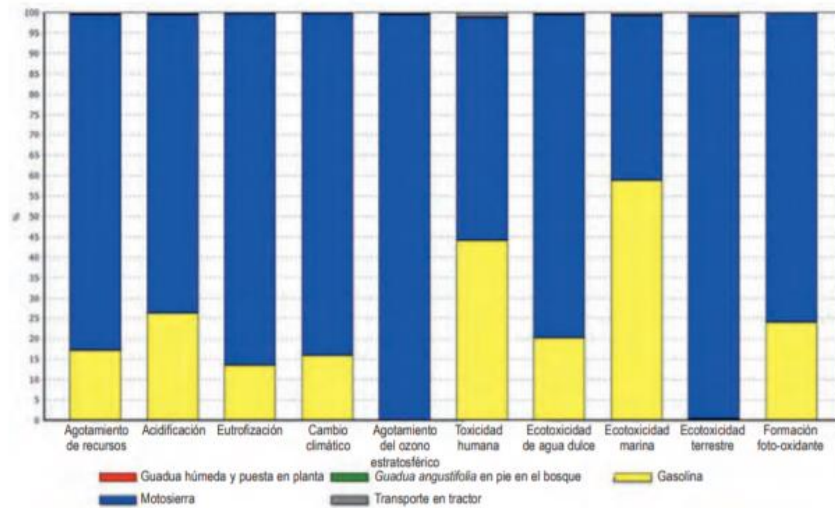


Figura 44. Caracterización de impactos para la etapa de extracción de materia prima con el método CML 2000
Fuente: Hernández et al. (2012).

De este estudio podemos concluir que, para minimizar los impactos causados por las actividades de corte de las cañas de guadua, las empresas deben establecer muy bien unos tiempos de corte, permitiendo reducir los impactos derivados de dicha actividad o valorar la posibilidad de realizar cortes 100% de forma manual según la cantidad de guadua requerida en una determinada época, no obstante, no hay que olvidar que la captura de CO₂ por parte del restante de plantas existentes en el cultivo continua por lo cual es cierta medida se ven compensadas las emisiones producto del corte de la Guadua.

Es importante que las empresas que se dediquen a la extracción de la Guadua puedan implementar en la medida de lo posible equipos de alto rendimiento que en cierta medida contribuyan reducir las emisiones al ambiente propias del uso del equipo corte, pues según el presente estudio, el equipo de corte representó el 99% de la carga del impacto total.

Por último, respecto a la fase de la inmunización de la Guadua, aunque existen procesos de preservación natural sin necesidad de la aplicación de químicos, tales como el avinagrado, corte de la guadua en fase lunar menguante, ahumando sobre brasas e inmersión en agua, según la red internacional de bambú y el ratán, es recomendable que estos métodos se acompañen de otros tipos de preservación. Por tanto, el Kaminski et al. (2016) recomienda la inmunización con Boro, pues este compuesto además de inmunizar la Guadua normalmente permite que esta al final de su vida útil pueda enterrarse o compostarse de forma segura.

Así mismo, cualquier solución residual del tratamiento con boro es posible diluirse con seguridad y usarse como fertilizante. No obstante, no debe haber un uso excesivo o de este compuesto ni debe verterse a los ríos, pues puede tener impactos perjudiciales, como la eutrofización de los ríos. (Kaminski et al. 2016)

No obstante, hay que mencionar que también está la inmunización mediante químicos por ejemplo a base de cobre, de acuerdo con el Kaminski et al. (2016), la Guadua tratada este tipo de químicos es más difícil de eliminar de manera segura, no debe quemarse y, en general, debe ser enterrado. En ese sentido todo dependerá del nivel de exposición de la Guadua al ataque de hongos e insectos, en donde pueda ser necesario el uso de este tipo de inmunizantes químicos para garantizar la durabilidad del material.

5.2.9. Conclusiones del capítulo:

Es un material apto para la construcción de diferentes tipos de estructuras desde viviendas hasta puentes, así mismo, la existencia de normatividad y documentos de apoyo que regulan y orientan sobre la forma en cómo construir con este material dan garantía de que es un material apto para la construcción tal como lo son otro tipo de maderas, frente a las cuales, la Guadua presente ventajas en su tiempo de crecimiento, renovación y niveles de captura de CO₂.

Como tal la Guadua antes de su uso no requiere de un procesamiento significativo, es un material relativamente ligero y resistente, principalmente a la flexión y torsión, no obstante, requiere de cuidados y protección a la hora de construir con este material tal como protegerlo de la humedad y de la radiación solar directa.

Dentro de los beneficios más destacados del material es la captación de CO₂, de acuerdo con Kuehl y Yiping, (2012), como se citan en Kaminski et al. (2016), los estudios han demostrado que un bosque de bambú gestionado acumula alrededor de 300 toneladas de carbono por hectárea después de 60 años, en comparación con alrededor de 170 especies de árboles de rápido crecimiento como el abeto chino.

A pesar de estas ventajas, es importante asegurarse de que el material se extraiga de una fuente sostenible, siempre que sea posible, se debe procurar utilizar fuentes locales de material para reducir la energía utilizada en el transporte, en ese sentido, como se evidenció en el departamento de Putumayo hay presencia de Guadua Angustifolia Kunth.

Existen diversos tipos de uniones entre elementos que pueden ser usado para construir con Guadua, en ese sentido, si bien se pueden usar pasadores de madera, cuerdas, así como elementos metálicos, es importante reconocer en este sentido que, los elementos de unión metálicos aunque aumenten el impacto ambiental de un sistema constructivo, en el contexto de una emergencia, pueden contribuir a agilizar de forma significativa la construcción de una vivienda de emergencia con Guadua e incluso contribuir a parametrizar la construcción de una tipología de vivienda de este tipo garantizando además mayor seguridad a la misma frente a uniones de elementos con cuerdas.

Aunque según el Kaminski et al (2016), la Guadua no puede reciclarse de manera realista, puede reutilizarse, por ejemplo, para construir otra cosa, reduciendo así su carbono incorporado.

El modelo de vivienda de emergencia construida con Guadua Angustifolia Kunth, lo considero probable y efectivo técnica y económicamente en eventos como el ocurrido en Mocoa, en donde la necesidad de refugio de los afectados representa un tiempo considerable, al menos más de un mes de atención, pues en este punto, una carpa tradicional no logra dar el confort físico y emocional que requieren las personas damnificadas.

5.3. Estrategias de Arquitectura Pasiva

Como ya se ha mencionado en este documento, uno de los objetivos propuestos del presente trabajo es aplicar estrategias de arquitectura pasiva y bioclimática en el diseño de la vivienda de emergencia, esto con el fin lograr que, en medio del contexto del desastre esta vivienda además de permitir la protección de la intemperie a los damnificados, su permanencia dentro de esta sea lo más confortable posible en términos higrotérmicos, siendo este un factor diferenciador respecto a modelos de alojamiento como la carpa tradicional y permitiendo cualificar a la vivienda de emergencia bajo criterios de sostenibilidad desde el punto de vista climático.

Por tanto, para establecer cuáles son las estrategias pasivas más convenientes para aplicar en la vivienda de emergencia ubicada en la ciudad de Mocoa, Colombia y determinar a lo largo del año cuantas horas de confort aportarían estas estrategias a sus ocupantes, se hace necesario obtener y analizar los datos climáticos de la ciudad mencionada contenidos en archivos climáticos Energy Plus Weather (.epw) y seguir el procedimiento descrito a continuación.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Estos archivos empleados por las estaciones meteorológicas de diferentes partes del mundo, contienen datos climáticos de una zona en concreto como por ejemplo, temperatura del bulbo seco, temperatura del bulbo húmedo, temperatura de rocío, radiación solar global, velocidad del viento y dirección del viento, índice de nubes presión atmosférica y humedad relativa, con una frecuencia de hora a hora, datos que en primera instancia, serán visualizados en el programa Elements (versión 1.0.6) , el cual permite corroborar, por ejemplo, si efectivamente existen los datos mencionados anteriormente o si por el contrario hay ausencia o errores en algunos de estos datos, para en ese caso poder corregirlos y generar un nuevo archivo con la extensión mencionada.

Posteriormente verificados los datos climáticos del archivo .epw, mediante el programa Climate Consultant (versión 6.0) es posible visualizar de manera gráfica las distintas variables climáticas, las cuales son interpretadas por el software bajo un modelo de confort, para este caso ASHRAE Standart 55 and Current Handbook of Fundamentals Model y mediante un ábaco psicométrico permite determinar la zona de confort y con ello las estrategias de diseño más convenientes.

Antes de iniciar con el proceso descrito, es importante mencionar que luego de una búsqueda del archivo climático (.epw) de la ciudad de Mocoa, capital del departamento de Putumayo, solo fue posible obtener el archivo de la ciudad de Puertos Asís, ubicada también en el mismo departamento, este archivo corresponde a la estación meteorológica del aeropuerto Tres de Mayo de la ciudad de Puerto Asís, ubicado a 73 km de Mocoa, hecho que resulta curioso, pues Mocoa a pesar de ser la capital del departamento no cuenta con aeropuerto, en cambio, Puerto Asís sí.

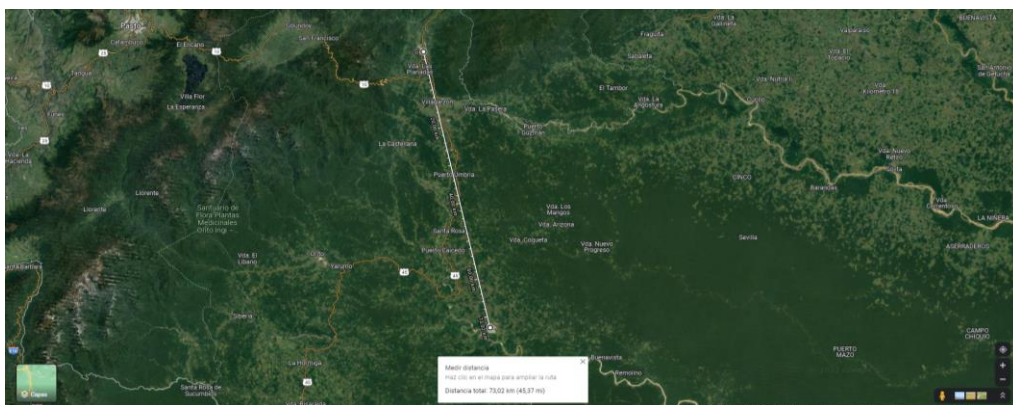


Fig.45. Distancia entre Mocoa y Aeropuerto de Puerto Asís en línea recta. Fuente: Google Maps (s.f)

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Este aspecto a pesar de constituirse como una limitación en la investigación nos permite en este ejercicio de carácter académico, el cumplimiento del objetivo propuesto mencionado al inicio del presente capítulo.

5.3.1. Visualización y análisis de datos climáticos

En primera instancia se hace la verificación del archivo climático en el programa Elements (versión 1.0.6), se evidencia como se mencionó que los datos del archivo corresponden a la estación meteorológica del aeropuerto Tres de Mayo de la ciudad de Puerto Asís, ubicada geográficamente a una latitud de 0.51° y longitud de -76.5° a 284.4 m.s.n.m., al respecto Mocoa queda ubicado en las coordenadas, latitud 1.1468°, y longitud -76.6490° y a una altitud promedio de 600 m.s.n.m, por lo tanto, claramente existen diferencias climáticas entre ambas ciudades.

Date/Time	Dry Bulb Temperature [C]	Wet Bulb Temperature [C]	Atmospheric Pressure [kPa]	Relative Humidity %	Dew Point Temperature [C]	Global Solar [Wh/m2]	Normal Solar [Wh/m2]	Diffuse Solar [Wh/m2]	Wind Speed [m/s]
2014/01/01 @ 00:00:00	24.6	24.48	98.38	99	24.43	0	0	0	1
2014/01/01 @ 01:00:00	24	23.63	98.38	97	23.5	0	0	0	1
2014/01/01 @ 02:00:00	23.7	23.08	98.38	95	22.86	0	0	0	1.5
2014/01/01 @ 03:00:00	23.1	22.49	98.38	95	22.28	0	0	0	1.7
2014/01/01 @ 04:00:00	23	22.51	98.38	96	22.33	0	0	0	1.6
2014/01/01 @ 05:00:00	22	21.41	98.38	95	21.17	0	0	0	1.3
2014/01/01 @ 06:00:00	21.8	21.45	98.38	97	21.31	66.21	335	40	1.3
2014/01/01 @ 07:00:00	22	21.76	98.38	98	21.68	210.5	399	86	1.2
2014/01/01 @ 08:00:00	21.6	21.37	98.38	98	21.28	352.71	440	122	0.4
2014/01/01 @ 09:00:00	23.1	21.99	98.38	91	21.56	544.81	562	151	0.3
2014/01/01 @ 10:00:00	28.1	24.67	98.38	76	23.47	638.16	561	173	0.4
2014/01/01 @ 11:00:00	29.2	24.08	98.38	66	22.2	664.88	516	206	0.5
2014/01/01 @ 12:00:00	29.5	24.18	98.38	65	22.23	784.51	635	206	0.9
2014/01/01 @ 13:00:00	30.5	23.84	98.38	58	21.31	718.7	640	169	1.2
2014/01/01 @ 14:00:00	30.9	24.18	98.38	58	21.68	558.13	571	131	1.2
2014/01/01 @ 15:00:00	31.5	24.14	98.38	55	21.38	435.15	560	107	0.6
2014/01/01 @ 16:00:00	30.9	23.82	98.38	56	21.11	252.13	485	86	0.3
2014/01/01 @ 17:00:00	28.3	23.44	98.38	67	21.6	50.5	203	19	0.7
2014/01/01 @ 18:00:00	27.4	24.62	98.38	80	23.65	0	0	0	0.3
2014/01/01 @ 19:00:00	27.5	25.01	98.38	82	24.15	0	0	0	0.5
2014/01/01 @ 20:00:00	27.4	24.91	98.38	82	24.05	0	0	0	0.7
2014/01/01 @ 21:00:00	27	24.96	98.38	85	24.26	0	0	0	1
2014/01/01 @ 22:00:00	25.3	24.53	98.38	94	24.25	0	0	0	0.9
2014/01/01 @ 23:00:00	24.9	24.27	98.38	95	24.04	0	0	0	1
2014/01/02 @ 00:00:00	24.6	23.97	98.38	95	23.75	0	0	0	0.8
2014/01/02 @ 01:00:00	24	23.63	98.38	97	23.5	0	0	0	0.2
2014/01/02 @ 02:00:00	23.3	23.06	98.38	98	22.97	0	0	0	0.7
2014/01/02 @ 03:00:00	23	22.88	98.38	99	22.84	0	0	0	0.8
2014/01/02 @ 04:00:00	22.7	22.46	98.38	98	22.37	0	0	0	0.8
2014/01/02 @ 05:00:00	22.2	22.08	98.38	99	22.04	0	0	0	1

Fig. 46. Datos climáticos archivo .epw de Puerto Asís (Putumayo). Fuente: Programa Elements (s.f)

Se verifica que hay datos climáticos correspondientes hora a hora de Temperatura de bulbo seco, temperatura del bulbo húmedo, presión atmosférica, humedad relativa, temperatura de rocío, radiación solar global, radiación solar normal, radiación solar difusa y velocidad del viento.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Una vez verificada la existencia de datos climáticos dentro del archivo, continuamos con la visualización de los datos en el programa Climate Consultant 6.0 y evaluar por medio de las gráficas los diferentes componentes del clima.

Temperatura

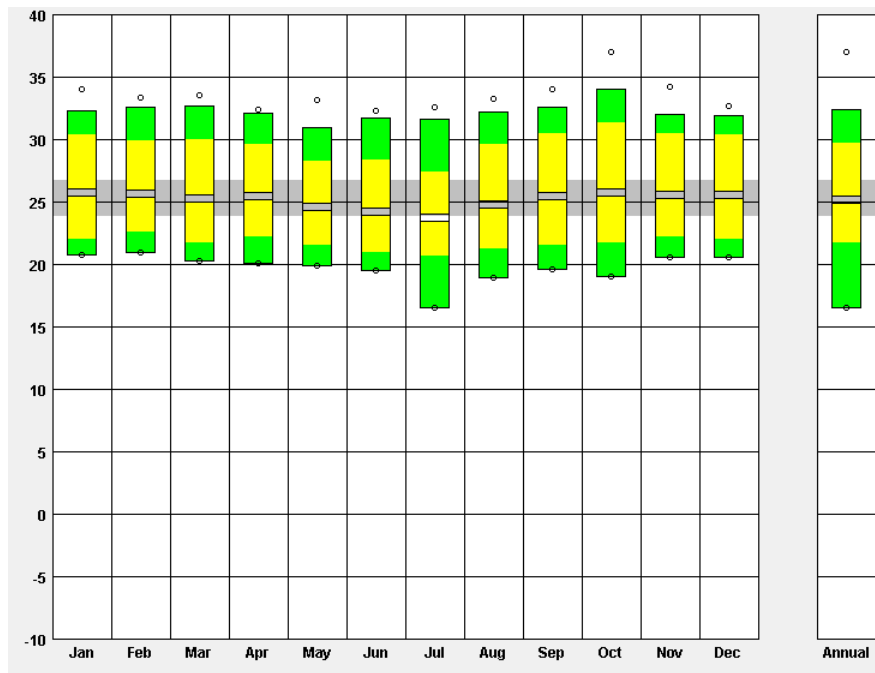


Fig.47. Rangos de Temperatura Mensual y Anual. Fuente: Climate Consultant 6.0 (s.f)

De acuerdo con los datos de las gráficas podemos mencionar que la Temperatura media anual corresponde a 25,8°C, en general, durante el año esta se mantiene casi invariable, permaneciendo en una zona de confort térmico para los habitantes que va de los 23,8°C a 26,8 °C, no obstante, respecto a las temperaturas medias máximas y mínimas, estas corresponden a un promedio anual de 30,58°C y 21,11°C respectivamente, es decir, una amplitud térmica promedio anual menor a 9.5°C,

El mes más contrastado del año es el mes de octubre con una amplitud térmica mensual de 9,5°C, y el mes de julio es el único mes en el cual la temperatura media logra estar ligeramente por debajo de la temperatura media anual y por ende fuera de la zona de confort, no obstante, no es un cambio drástico que represente una disminución notable de la temperatura.

Respecto al comportamiento mensual de la temperatura en la época de verano, la temperatura entre las 8pm y las 9 am se mantiene entre los 24°C y los 27°C y entre

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

las 9 am y antes de las 8 pm esta aumenta en un rango entre los 27,1°C a los 30,58°C. (Figura 48)

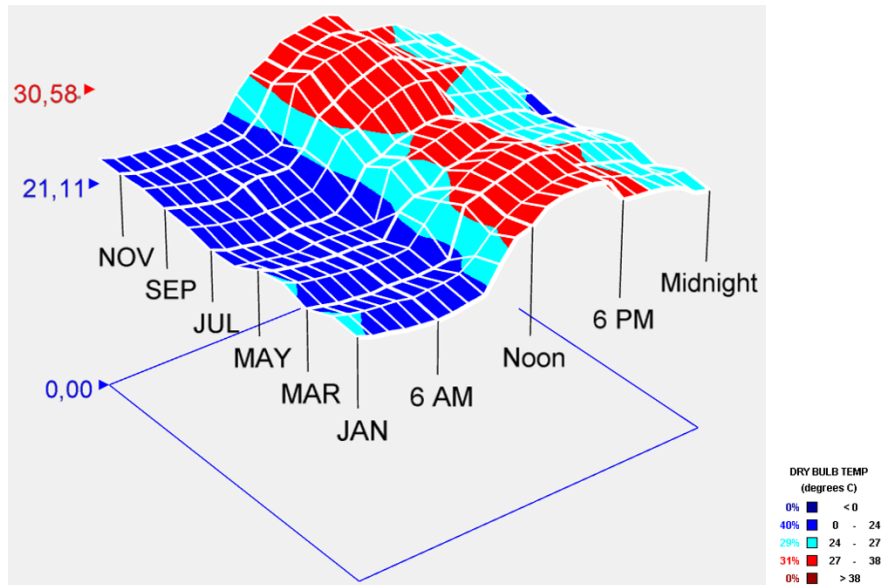


Fig.48. Temperatura de Bulbo Seco, mensual y horario. Fuente: Fuente: Climate Consultant 6.0 (s.f)

Durante el invierno se presenta un periodo de tiempo más corto de las temperaturas altas, entre los 27,1°C y los 30, 58 °C este rango de temperaturas se presentan en un periodo entre la 1 y las 2 pm hasta las 5 o 6 pm.

Humedad Relativa

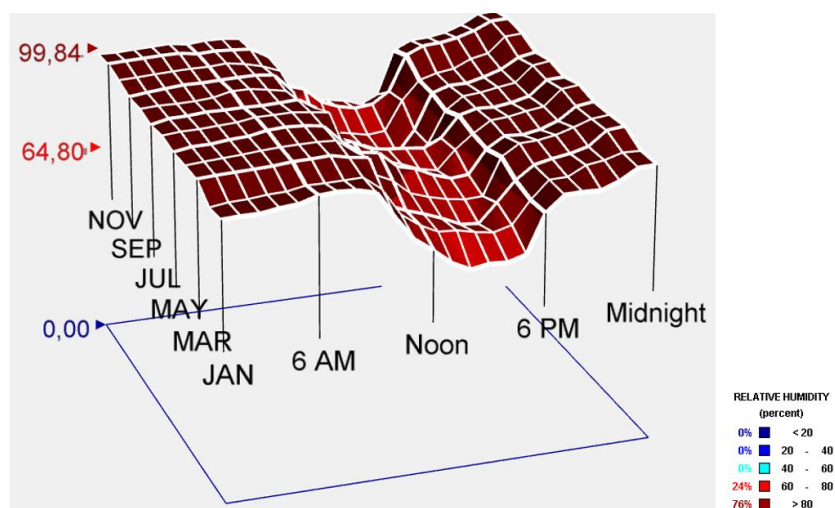


Fig. 49. Humedad Relativa. Fuente: Fuente: Climate Consultant 6.0 (s.f)

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

En general se pueden observar un porcentaje de humedad muy alto, el 76% del tiempo transcurrido en un año el porcentaje de humedad relativa es mayor al 80%, y el porcentaje mínimo de humedad relativa durante todo el año es del 64,80 %.

El porcentaje de humedad relativa disminuye paulatinamente desde las de 9 am para empezar a aumentar a las 5 pm.

Vientos

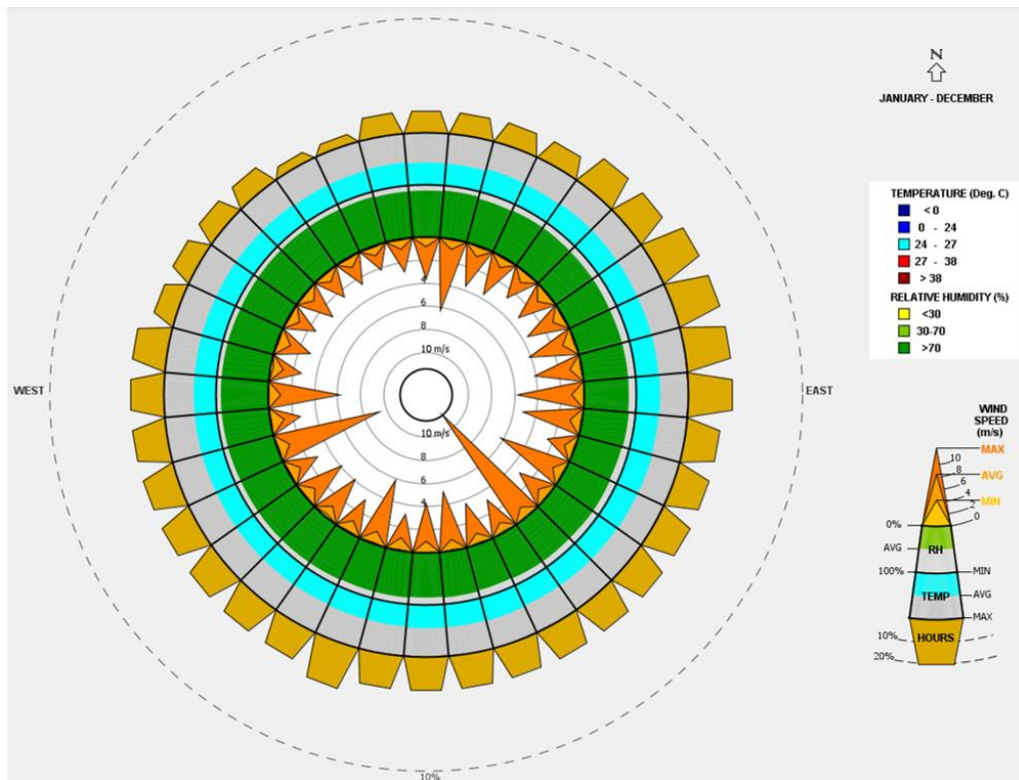


Fig. 50. Dirección del viento durante todo el año. Fuente: Climate Consultant 6.0(s.f.)

Respecto a los vientos, se puede decir que, prácticamente no hay una dirección predominante, pues la dirección de donde este proviene es muy homogénea en todas las direcciones, no obstante, el porcentaje de los vientos que provienen del noreste y del este es levemente superior al resto.

El promedio de velocidad del viento durante el año es de 1 m/s, el mes con mayor velocidad media, media mínima y media máxima es el mes de enero con velocidades de 1,2 m/s, 0,2 m/s y 3,1 m/s respectivamente. (Figura 51)

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

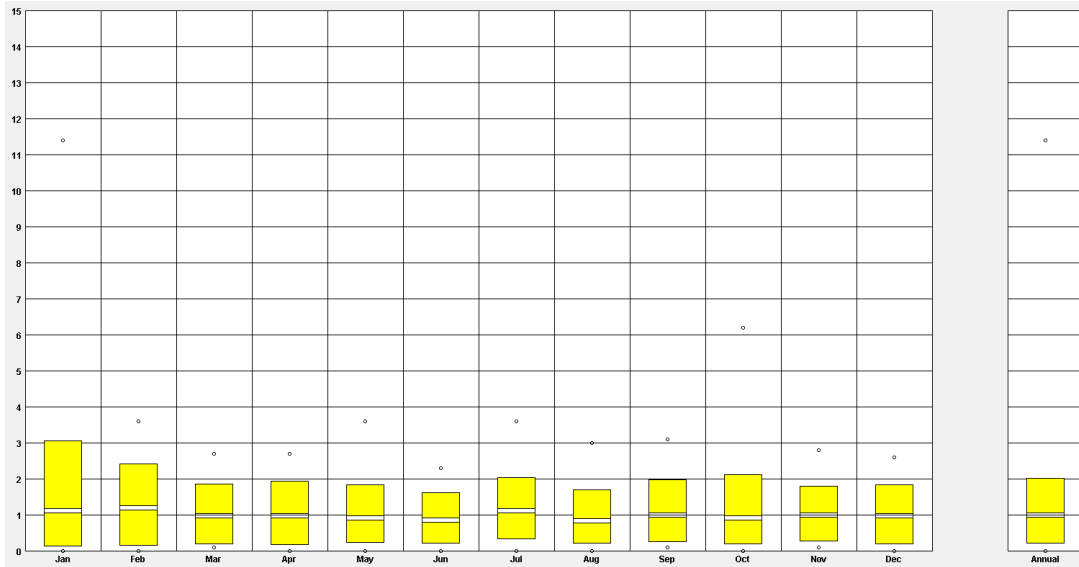


Fig. 51. Rangos de velocidad del viento. Fuente: Climate Consultant 6.0 (s.f)

Respecto a esta velocidad media que poco varia a lo largo del año, es una velocidad de viento suave teniendo en cuenta la humedad relativa tan alta.

Trayectoria solar durante el año

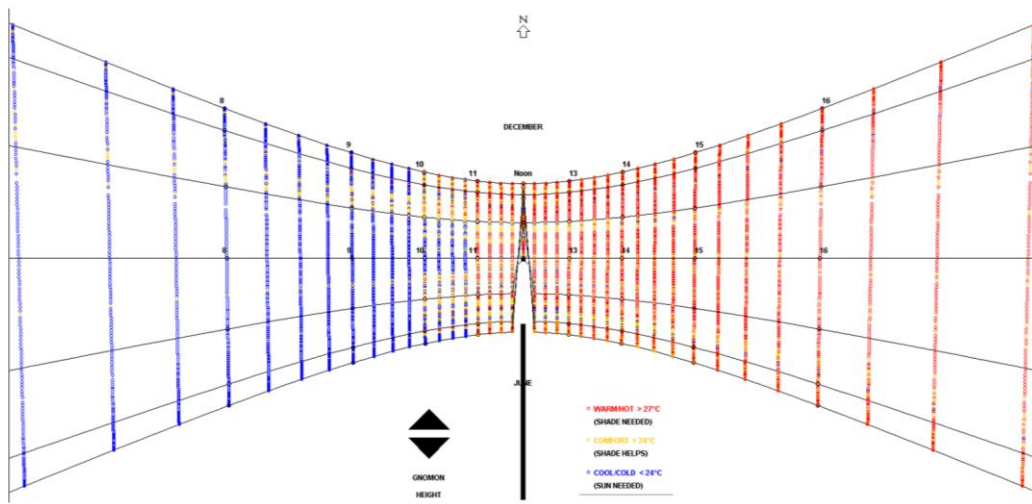


Fig. 52. Trayectoria solar durante el año. Fuente: Climate Consultant 6.0 (s.f.)

Respecto a la trayectoria solar durante el año resulta importante proteger o proveer la edificación de sombra a partir de las 11 am durante todo el año y es imprescindible en horas de la tarde, principalmente en los meses de junio

y diciembre. Por lo tanto, sería importante considerar una edificación orientada con sus fachadas más largas hacia norte y sur y elementos de sombra principalmente al costado oeste.

5.3.2. Estrategias Pasivas y Horas de Confort según Climate Consultant 6.0

Antes de iniciar el análisis de las estrategias, cabe mencionar que el programa Climate Consultant 6.0 a través del ábaco psicométrico dispone de 15 estrategias de confort las cuales podrían clasificarse en 3 grupos.

El primer grupo es denominado Confort: Consiste en no aplicar ninguna estrategia y aun así lograr un determinado grado y tiempo de confort, todo dependerá de las características climáticas del lugar.

El segundo grupo corresponde a estrategias pasivas de confort en el que no se requiere del uso de equipos mecánicos para lograr determinadas horas de confort, dentro de estas estrategias encontramos las siguientes:

1. Protección solar de ventanas.
2. Gran masa térmica.
3. Gran masa térmica nocturna.
4. Enfriamiento evaporativo directo.
5. Enfriamiento evaporativo en dos etapas.
6. Enfriamiento por ventilación natural
7. Enfriamiento por ventilación natural forzada.
8. Ganancia de calor interna
9. Ganancia directa solar pasiva de baja masa
10. Ganancia directa pasiva solar alta masa
11. Protección contra el viento de espacios exteriores

12. Solo humidificación

13. Solo deshumidificación

Por último, encontramos el grupo de estrategias que sí implican un consumo exterior energético, dado que requieren el uso de equipos mecánicos.

14. Enfriamiento agregado por deshumidificación si es necesario

15. Calefacción agregada por humidificación si es necesario

Una vez puesto en contexto las estrategias que sugiere climate consultant según el clima del lugar, las épocas del año y los periodos de tiempo que se requiera analizar, pasamos al análisis pormenorizado de las estrategias según el clima de Puerto Asís.

La evaluación de las condiciones climáticas de Puerto Asís mediante el ábaco psicrométrico del software Climate Consultant 6,0 nos permitirá conocer las posibles estrategias de diseño pasivo y bioclimático y la cantidad de horas de confort que estas aportan en unas fechas y periodos de tiempo determinados o en general durante todo el año si así se quisiera.

Para determinar las estrategias de diseño pasivo más convenientes y las horas de confort que estas aportan se establecieron dos parámetros:

- El primero, determinar dos épocas del año, una época cálida conformada por los meses de septiembre a abril y una época fría, conformada por los meses de mayo a agosto, esta última se determinó en los meses de invierno (época de lluvia), en los cuales las temperaturas, medias, medias mínimas y medias máximas son menores al promedio anual.
- Ambas épocas se analizarán en donde periodos de tiempo el día y la noche. Para el día se definió un periodo de tiempo de las 5 a.m. hasta las 5 p.m., y para la noche de las 6 p.m. a las 4 a.m., esto teniendo en cuenta que en Colombia dada la cercanía a la línea del Ecuador no se presentan épocas estacionales ni cambios significativos en la duración del día y de la noche.
- El segundo corresponde a determinar en el Software Climate Consultant 6.0, unos valores para la vestimenta y la actividad metabólica de las personas (Clo y Met).

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

De acuerdo con lo anterior, el valor de Clo se mantuvo igual para las dos épocas (fría y cálida) en este caso con un valor de 0.5 correspondiente a ropa corta y ligera, dado que a lo largo del año no hay cambios significativos de temperatura que conlleven a cambios importantes en la forma de vestir de las personas en general, más aún en un contexto de emergencia donde las pertenencias y la vestimenta suelen ser reducidas.

Dada la función de la vivienda de emergencia, principalmente como resguardo de las personas de la intemperie, no se considera la posibilidad de realizar actividades de trabajo en su interior, por lo tanto, respecto a la actividad metabólica (Met), se mantuvo para todas las épocas del año el valor de 1.1, que de acuerdo al modelo de confort ASHRAE Standard 55, corresponde a actividades tales como leer, es decir actividades acorde a las que permitiría realizar una vivienda de emergencia.

Análisis con estrategias en meses cálidos.

(Septiembre- Abril)

Día (5 a.m. – 5 p.m.)

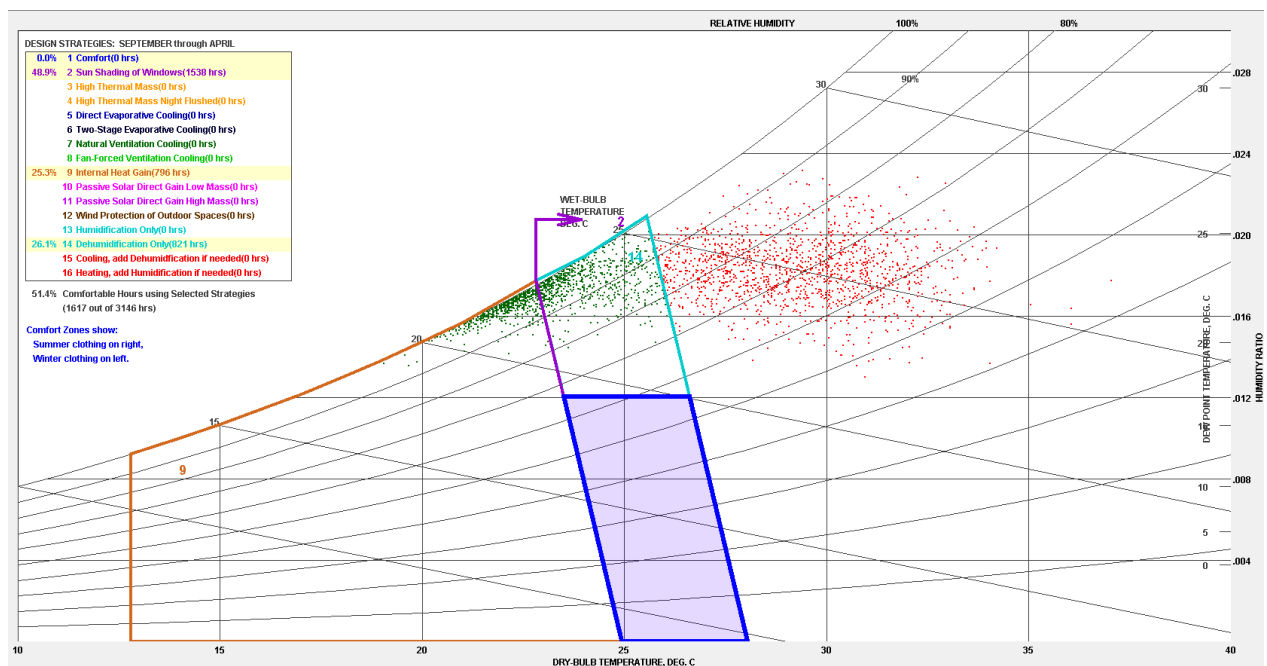


Fig. 53. Estrategias Pasivas Sugeridas por Climate Consultant 6.0 para el día en meses cálidos. Fuente: Climate Consultant 6.0 (s.f.)

Las estrategias sugeridas por el programa fueron en su orden

1. Protección solar de ventanas.
2. Solo deshumidificación
3. Ganancia de calor interna

Respecto a la cantidad de horas de confort que aportan las estrategias sugeridas encontramos que:

En primera instancia se debe resaltar que, el no aplicar ninguna de estas estrategias no se tendría ni siquiera 1 hora de confort durante esta época en horas del día, por lo cual es de suma importancia aplicar al menos la mas importante.

De las 3.146 horas día que representa esta época, la implementación de estas estrategias representa un total de 1.617 horas. Es decir, el equivalente al 51% del tiempo total de las horas día en la época cálida, los usuarios estarían en condiciones de confort.

Por otro lado , de ese 51% de tiempo de confort que representan estas estrategias, la más relevante, es la estrategia de protección solar de ventanas, es decir, es mandatorio aplicar esta estrategia, acompañada de la deshumidificación, lo cual resulta lógico en un ambiente de alto porcentaje de humedad relativa diaria, en ese sentido, una de las formas naturales de deshumidificar es mantener una ventilación constante en el espacio interior, esto no es fácil ni efectivo todo el tiempo dado el alto porcentaje de humedad relativa en el ambiente, no obstante, cerca del mediodía y en horas de la tarde cuando este índice disminuye puede funcionar muy bien, así mismo, elevar la vivienda sobre el nivel del terreno podría contribuir a mantener de forma indirecta y por infiltración dicha ventilación.

Por último, respecto a la estrategia de ganancia de calor interna, la cual consiste en conservar el calor emanado por las personas, equipos y otras fuentes de calor naturales en el espacio interior, de acuerdo a ábaco psicométrico, esta estrategia resulta importante en las primeras horas de la mañana, es decir entre las 5 AM y las 9 AM, cuando la temperatura se encuentra fuera de la zona de confort y hay condiciones de humedad relativa alta, no obstante, esta tiene que ir de la mano con la deshumidificación, es decir, es importante mantener también una ventilación continua, del espacio interior, en este caso podría ser mediante infiltraciones a través de los cerramientos y pisos, por otro lado, considero que esta estrategia también esta relacionada con varios factores como la cantidad de personas que ocupen la

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOCHA, PUTUMAYO, COLOMBIA

vivienda de emergencia, sus pertenencias y su grado de adaptación a las condiciones climáticas, por ejemplo, habrá personas que sientan calor a las 8 am y quieran ventilar la vivienda de manera mas directa, otras que no incluso estando en la misma vivienda, en ese caso toman importancia elementos como la vestimenta o elementos como sábanas que contribuyan a dar confort térmico a una determinada persona.

(Septiembre- Abril)

Noche (6 p.m. – 4 a.m.)

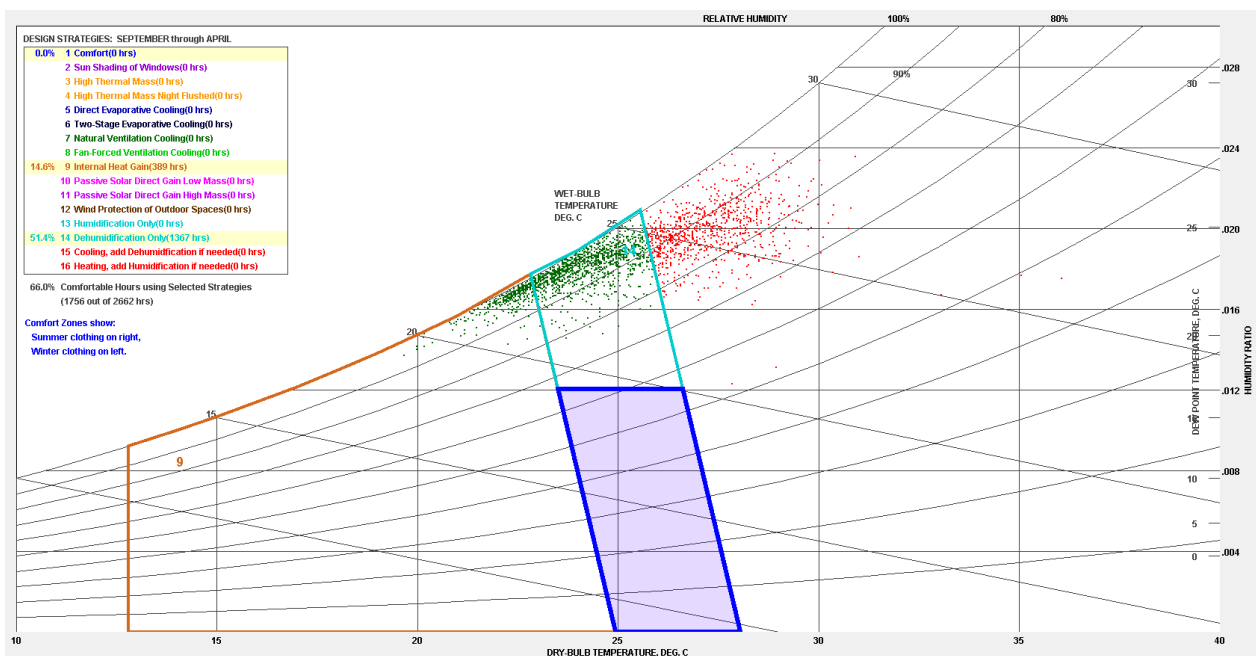


Fig. 54. Estrategias Pasivas Sugeridas por Climate Consultant 6.0 para la noche en meses cálidos. Fuente: Climate Consultant 6.0 (s.f)

1. Solo deshumidificación
2. Ganancia de calor interna

Respecto a la cantidad de horas de confort que aportan las estrategias sugeridas encontramos que:

Al igual que durante las horas del día, en este caso, en las horas de la noche en época cálida, el no aplicar ninguna de estas estrategias, implicaría no tener ni

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

siquiera 1 hora de confort, por lo cual es de suma importancia aplicar al menos la más importante.

De las 2.662 horas noche que representa esta época, la implementación de estas estrategias representa un total de 1.756 horas. Es decir, el equivalente al 66% del tiempo total de las horas noche en la época cálida, los usuarios estarían en condiciones de confort.

Por otro lado, de ese 66% de tiempo de confort que representan estas estrategias, la más relevante, es la estrategia de deshumidificación, pero al igual que durante el día, en la noche resulta importante conservar la ganancia de calor interno, aspecto que resulta lógico y considero no muy difícil de lograr dado el espacio reducido de una vivienda de emergencia, aunado a elementos como las sabanas que les brindan a los damnificados las entidades a cargo.

Análisis con estrategias en meses fríos.

(Mayo- Agosto)

Día (5 a.m. – 5 p.m.)

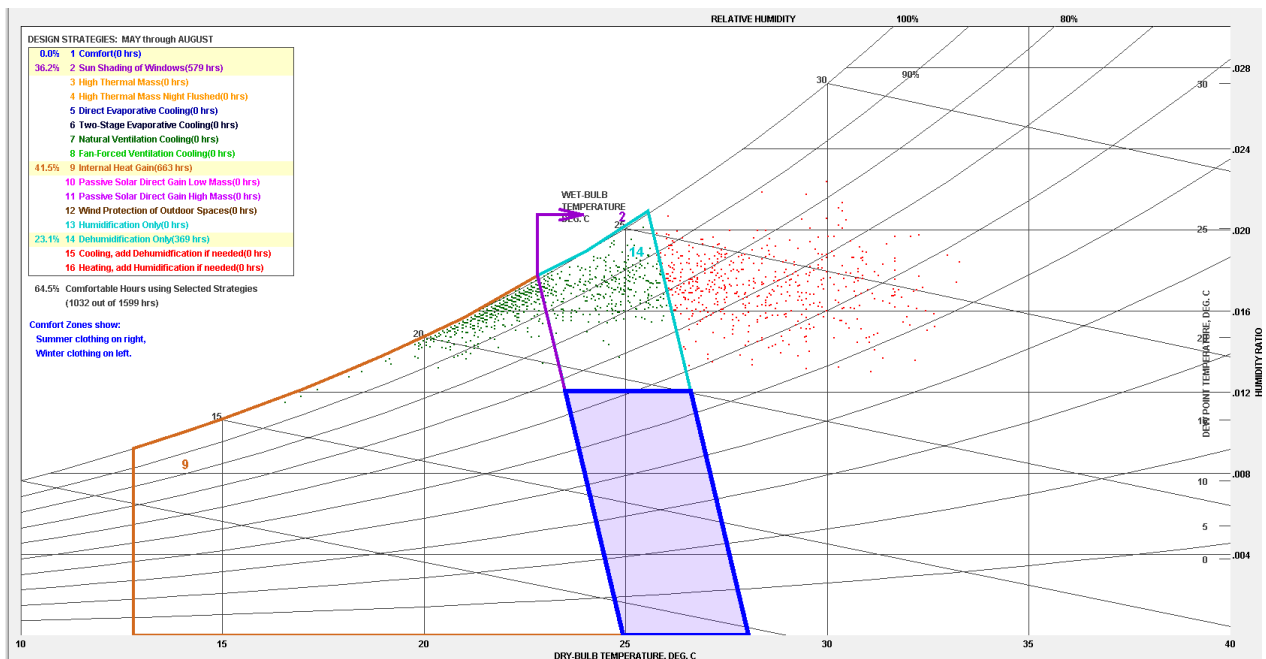


Fig. 55. Estrategias Pasivas Sugeridas por Climate Consultant 6.0 para el día en meses fríos. Fuente: Climate Consultant 6.0 (s.f)

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

1. Ganancia de calor interna
2. Protección solar de ventanas.
3. Solo deshumidificación

Respecto a la cantidad de horas de confort que aportan las estrategias sugeridas encontramos que:

Como ya se ha mencionado y sin importar la época u hora, el no aplicar ninguna de estas estrategias implica no tener ni siquiera 1 hora de confort durante esta época, en este caso en horas del día, por lo cual es de suma importancia aplicar al menos la más importante.

De las 1.599 horas día que representa esta época, la implementación de estas estrategias representa un total de 1.032 horas. Es decir, el equivalente al 65% del tiempo total de las horas día en la época fría, los usuarios estarían en condiciones de confort.

Por otro lado , de ese 65% de tiempo de confort que representan estas estrategias, la más relevante, en esta época es la estrategia de ganancia de calor interna dado en un análisis de las condiciones en primera instancia como se había mencionado por las temperaturas inferiores a la zona de confort durante las primeras horas de la mañana, en este caso entre las 5am y 11 am, así mismo, estos meses son los que presentan menores temperaturas promedio en el año, por lo cual toma mayor importancia e impacto esta estrategia, sin embargo, como ya lo he mencionado considero que su impacto esta ligado a la adaptación de cada persona al clima, en segunda instancia se encuentra la estrategia de protección solar la cual es indispensable en durante todo el año y por ultimo y no menos importante la deshumidificación.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOCHA, PUTUMAYO, COLOMBIA

(Mayo- Agosto)

Noche (6 p.m. – 4 a.m.)

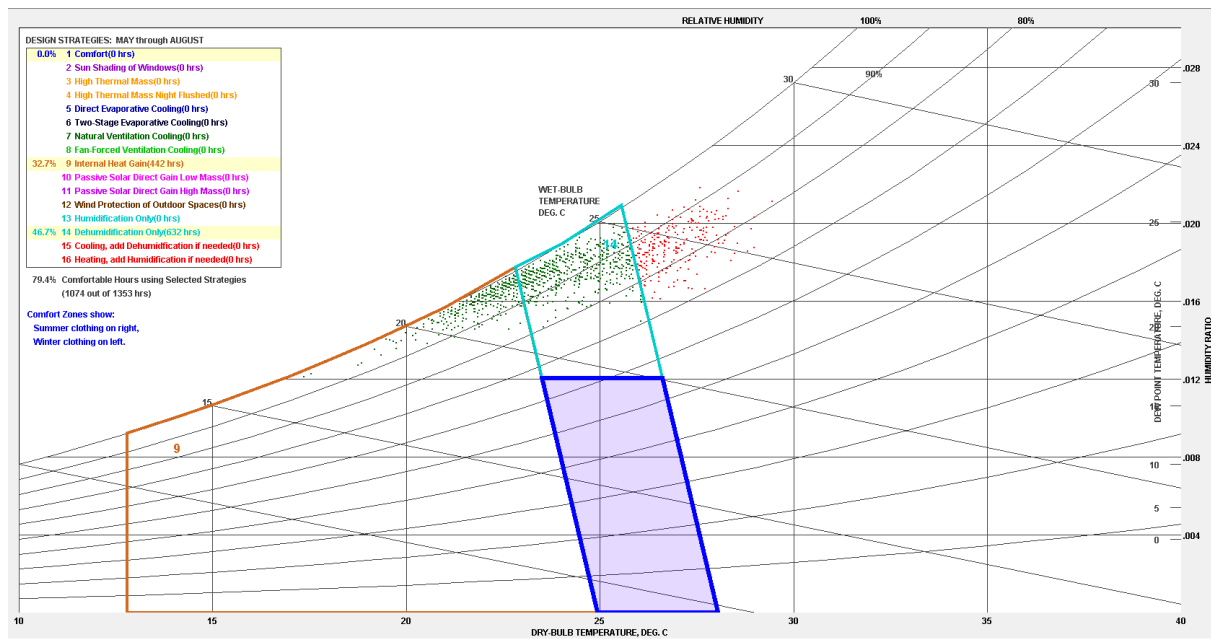


Fig. 56. Estrategias Pasivas Sugeridas por Climate Consultant 6.0 para el día en meses fríos. Fuente: Climate Consultant 6.0 (s.f)

1. Solo deshumidificación
2. Ganancia de calor interna

Respecto a la cantidad de horas de confort que aportan las estrategias sugeridas encontramos que:

El no aplicar ninguna de estas estrategias implicaría no tener ni siquiera 1 hora de confort, por lo cual es de suma importancia aplicar al menos la más importante.

De las 1.353 horas noche que representa esta época, la implementación de estas estrategias representa un total de 1.074 horas. Es decir, el equivalente al 79% del tiempo total de las horas noche en la época cálida, los usuarios estarían en condiciones de confort.

Por otro lado, de ese 79% de tiempo de confort que representan estas estrategias, la más relevante, es la estrategia de deshumidificación, pero al igual que durante el día, en la noche resulta importante conservar la ganancia de calor interno, aspecto

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

que resulta lógico y considero no muy difícil de lograr dado el espacio reducido de una vivienda de emergencia, aunado a elementos como las sábanas que les brindan a los damnificados las entidades a cargo.

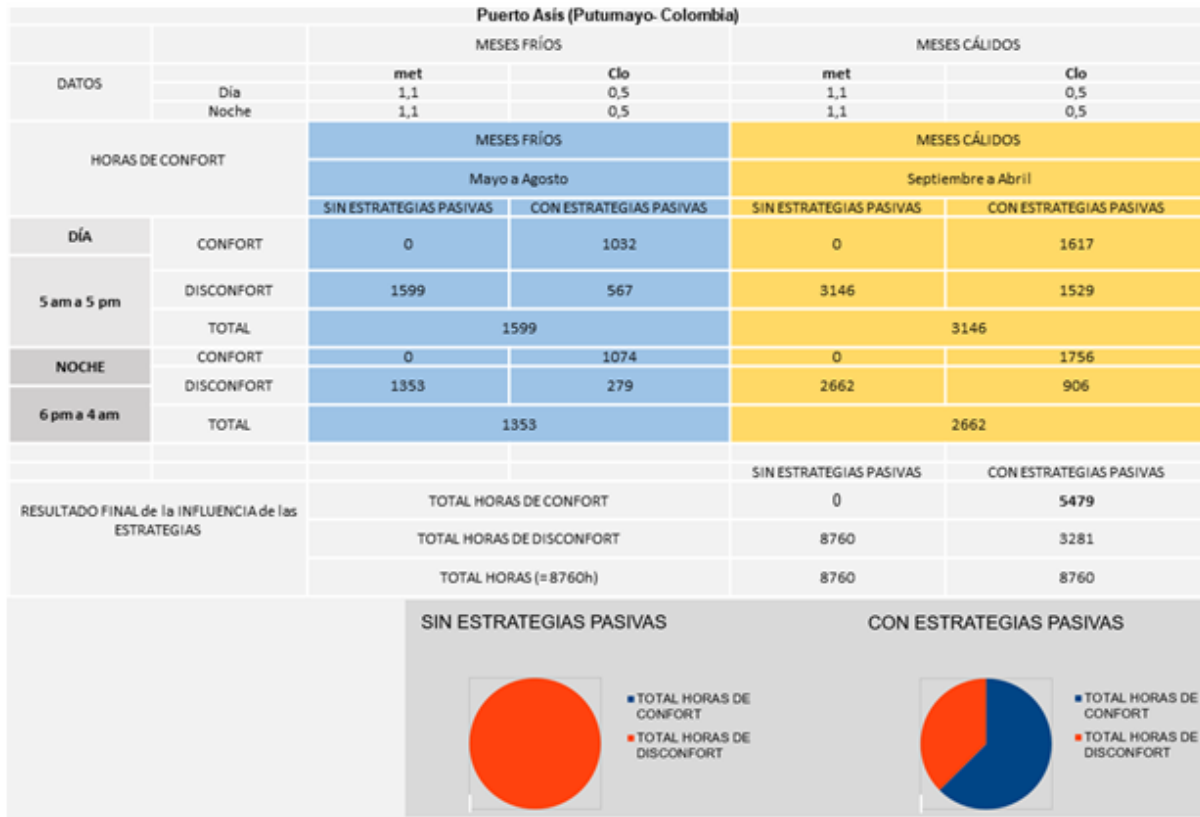


Fig. 57. Tabla resumen horas de confort durante el año. Fuente: Elaboración Propia

5.3.3. Conclusiones del capítulo

- De las 8760 horas del año, la aplicación de las estrategias pasivas de Protección solar de ventanas, Ganancia de calor interna y deshumidificación representan un total de 5479 horas de confort.
- Como se puede evidenciar dada la poca variación de temperatura entre las diferentes temporadas (Cálida y Fria) y la constante humedad relativa durante todo el año, las estrategias mas relevantes a tener en cuenta para el diseño de la vivienda de emergencia son siempre las mismas, protección solar de ventanas, solo deshumidificación y ganancia de calor interna.

- De la estrategia de conserva como ya mencionamos su eficiencia depende no solo del aspecto constructivo de la vivienda sino también de la adaptación climática de cada persona a las condiciones interiores de la vivienda, así mismo, esta estrategia se puede ver afectada por la necesidad de ventilación constante para evitar exceso de humedad al interior de la vivienda, entre estas dos estrategias entra a jugar un papel importante la vestimenta y accesorios como las sábanas de las camas en cuanto a la adaptación de las personas a estas condiciones.
- Como manifestamos anteriormente, el archivo climático corresponde a la Ciudad de Puerto Asís, ubicada en a 73 km de Mocoa, esto a pesar de ser una limitación en la investigación, nos permitió aplicar una metodología que nos permitió determinar unas estrategias de arquitectura pasiva para ser tenidas en cuenta a la hora de diseñar la vivienda de emergencia, siendo este uno de los objetivos definidos en el presente trabajo.

5.4. El Modelo de Vivienda De Emergencia

En este capítulo se desarrolla el diseño de la vivienda de emergencia según la metodología establecida para tal fin, de acuerdo con esto, se hará evidente por un lado el proceso de diseño y el proceso de construcción planteado para esta con la guadua *Angustifolia Kunth*, posteriormente se expondrán las decisiones formales y de materiales de acuerdo a las estrategias sugerida por el climate consultant, llegando de esta manera al resultado final, el cual es el espacio arquitectónico de la vivienda de emergencia, sus posibilidades de agrupación e integración espacial, y el cumplimiento de los requisitos mínimos estipulados por el Manual Esfera en cuanto a área mínima por persona y altura de la vivienda de acuerdo con el clima y la ocupación de estas, para posteriormente finalizar el capítulo con el esquema de implantación de las viviendas conformando un asentamiento con unos servicios básicos establecidos por el Manual Esfera como los son los baños, zona de alimentación y zona de abastecimiento de agua.

Cabe resaltar que si bien en este capítulo se describe el paso a paso de la construcción de la vivienda, las imágenes que acompañan la descripción del proceso son generales sin entrar a detalles constructivos ni medidas específicas de los elementos ya que para tal fin se creó un capítulo de anexos en los cuales se adjuntan planos arquitectónicos, estructurales y de detalles constructivos.

5.4.1. Diseño la vivienda de emergencia

Aspecto formal

El modelo de vivienda de emergencia que se diseñó, en su aspecto formal consiste en un módulo semilla a 1 agua de forma rectangular, este cuenta con dos fachadas principales, la más larga, en la que se disponen únicamente de ventanas y un alero de cubierta y la fachada más corta que cuenta con un retroceso que actúa como terraza en donde se dispone del acceso a la vivienda, en esta fachada también se dispone de un volumen que sobresale a la terraza y que internamente sirve para almacenaje de pertenencias de los usuarios, respecto a las otras dos fachadas, estas son completamente cerradas para permitir la replicabilidad del módulo semilla, manteniendo la privacidad de este módulo y de los demás.

En cuanto a la replicabilidad del módulo semilla, este está diseñado para replicarse a modo de espejo o simétricamente, en una primera replica, dos módulos configuran una vivienda con una cubierta a 2 aguas, posteriormente aplicando la misma metodología de espejo o de simetría, estos dos módulos se convierten en 4 módulos que mantienen la forma de una vivienda a dos aguas, pero de mucho mayor longitud, tal como se muestra en siguiente figura.

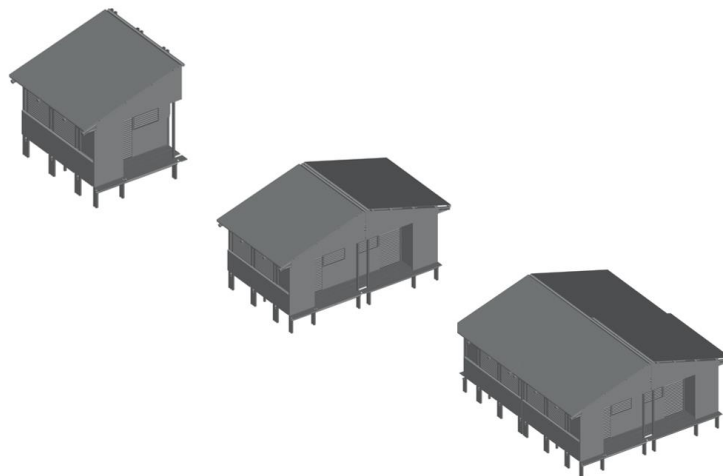


Fig. 58. Replicabilidad del módulo semilla de la vivienda. Fuente: Elaboración Propia

De lo anterior podemos mencionar que cada módulo semilla mantiene dos fachadas libres para garantizar iluminación y ventilación adecuada, también se mantiene la privacidad de cada uno de estos y se generan espacios comunes entre los módulos a través de las terrazas.

Cabe resaltar que, la tipología palafítica, obedece a las condiciones climáticas de lugar, dado que como ya se ha mencionado anteriormente, es un lugar donde se presenta alto índice de lluvias y con un alto porcentaje de humedad, por lo tanto esta tipología constructiva contribuye a evitar posibles inundaciones de las viviendas en caso de presentarse largos periodos de lluvia y a mantener una ventilación continua de las viviendas bajo dichas condiciones de alta humedad.

Aspecto constructivo

En este aspecto o dimensión, el diseño de la vivienda partió de la generación de unos elementos tipo, en este caso las columnas estructurales, las cuales están compuestas por dos cañas enteras y unas secciones de caña en el intermedio a unas alturas determinadas (Figuras 59 y 60); la configuración de estos elementos estructurales tipo, se plantea con el fin de estandarizar la construcción de la vivienda con un material natural como lo es la guadua partiendo de estos elementos predefinidos y que al ser ubicados en terreno faciliten el proceso constructivo, obteniendo como resultado, una vivienda estandarizada en áreas y alturas y fácilmente replicable con la misma cantidad de material para cada vivienda

Las tipologías de las columnas son las siguientes

Columnas compuestas dobles

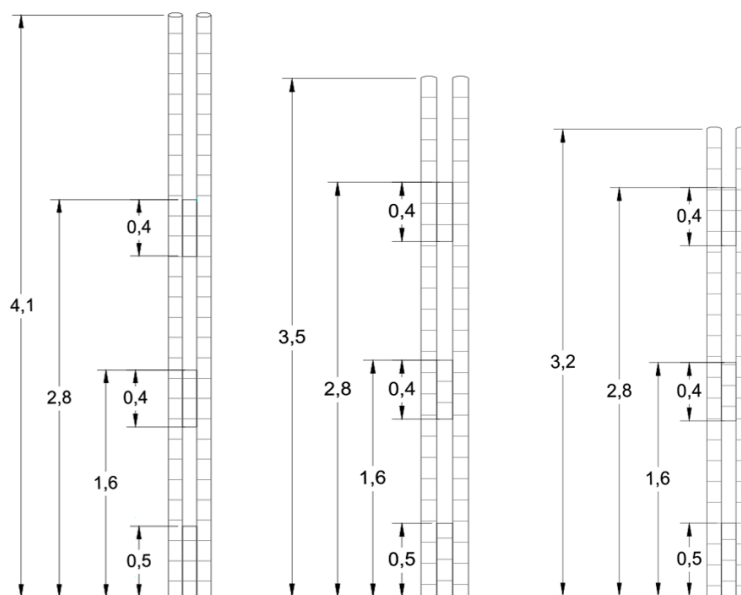


Fig. 59. Columnas compuestas dobles. Fuente: Elaboración Propia

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Las columnas dobles como se había mencionado, están compuestas por dos cañas de guadua completas y unas secciones de caña intermedia, la función de estas cañas intermedias es determinar unas alturas específicas para elementos tales como las vigas principales del entrepiso y de la cubierta, así mismo, los espacios vacíos que quedan entre las cañas completas sirven para encajar rápidamente las vigas, facilitar el sostenimiento de estos elementos mientras son fijados mediante pernos a las columnas y ahorrar mano de obra y tiempo en la construcción.

Respecto a la sección que une la parte baja de las cañas completas, dado que la vivienda de emergencia es de una tipología palafítica, estas secciones de la caña contribuyen a dar una altura homogénea al entrepiso y como se mencionó a facilitar el armado de las vigas mediante un método que se podría denominar de encaje entre las columnas.

Por otra parte, la altura total de las cañas completas al instaladas cada una en la posición correspondiente contribuyen a determinar la pendiente de la cubierta.

Columnas compuestas Sencillas

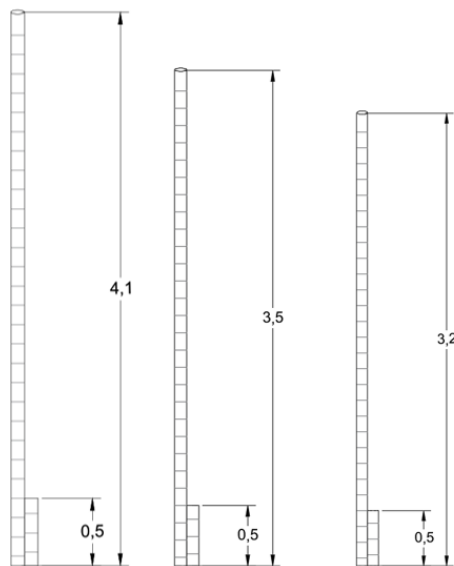


Fig. 60. Columnas compuestas sencillas. Fuente: Elaboración Propia

Son elementos compuestos por una sola caña entera y una sección de caña en su parte baja, permitiendo de esta forma, mantener la referencia de la altura a la que deben ir las vigas del entrepiso. Así mismo la caña completa va disminuyendo su altura con el fin de mantener la pendiente de la cubierta.

5.4.2. Proceso constructivo

Cimentación

En este aspecto, es importante considerar que una de las debilidades de la guadua es la humedad y la exposición directa al agua y al sol, factores que generan rápido deterioro y pudrición del material a pesar de estar inmunizado, por otra parte, a pesar de que la ubicación de estos módulos se plantea en una zona de bajo riesgo por movimientos en masa y de avenidas torrenciales, es importante que la vivienda sea un lugar seguro para sus ocupantes, por lo tanto para el diseño del módulo se consideró una cimentación con unos dado de hormigón de secciones de 36x 20x 20 cms para las columnas dobles y de 26x 20x20 para las columnas sencillas, de los cuales sobresalen unas varillas de 1/2" pulgada que permitan el anclaje de las columnas tipo.

De acuerdo con la cimentación propuesta para cada uno de los módulos de vivienda, para su construcción, como primer paso, resulta necesario replantear lo ejes estructurales de acuerdo las dimensiones del plano estructural (Figura 61). Dada la forma rectangular de la vivienda, si bien las medidas no son iguales en ambos sentidos, estas si son exactas y de fácil lectura.

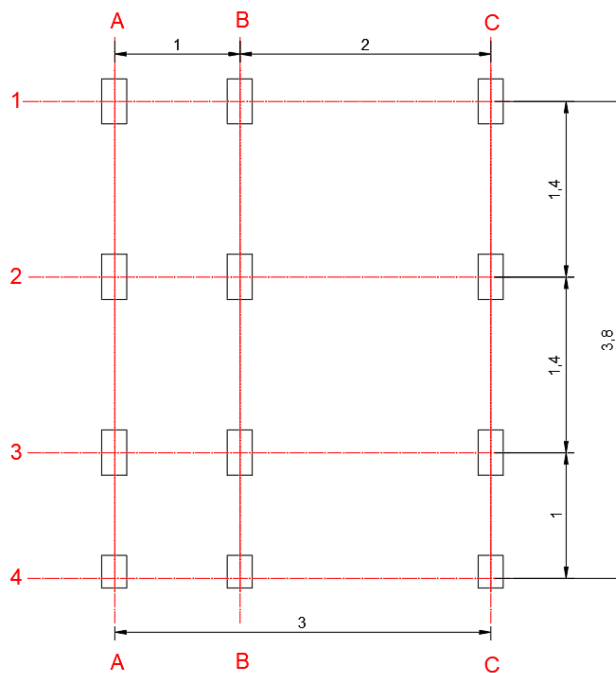


Fig. 61. Ejes estructurales vivienda de emergencia. Fuente: Elaboración Propia

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Para la construcción de la cimentación es necesario dejar varillas de $\frac{1}{2}$ " pulgada que permitan el posterior anclaje de las columnas a los cimientos.

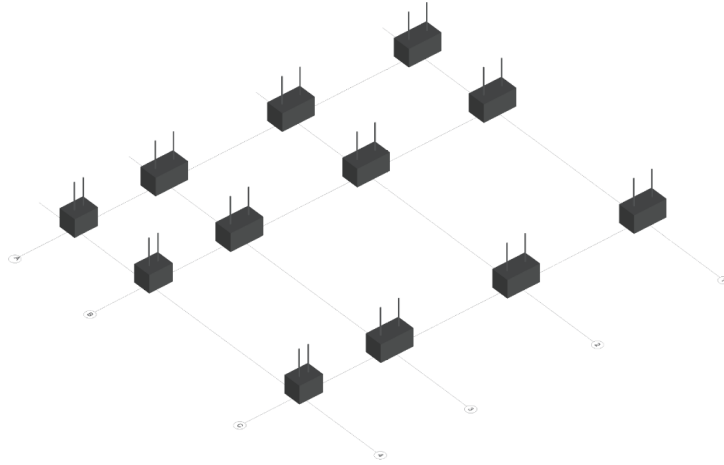


Fig. 62. Cimientos vivienda de emergencia. Fuente: Elaboración Propia

Instalación de las columnas

En este paso, sobre el eje "C" se disponen las columnas más altas, tanto dobles como sencillas, por lo tanto, sobre el eje A se disponen las columnas más bajas. Sobre el eje 4 es el único eje sobre el cual se disponen las columnas sencillas.

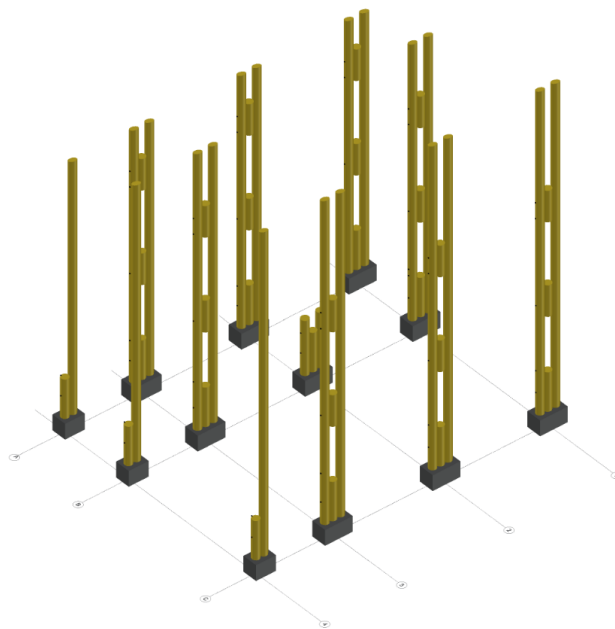


Fig. 63. Columnas de la vivienda de emergencia. Fuente: Elaboración Propia

El anclaje entre columnas y cimentación se da a través de una varilla roscada de $\frac{1}{2}$ " pulgada con tuercas y arandelas en sus extremos que se atraviesa en el sentido longitudinal de las 3 cañas que componen la base de las columnas, luego, para dar solidez a esta unión es necesario rellenar el interior de las cañas con un concreto tipo "grouting".

Instalación de Vigas de entepiso

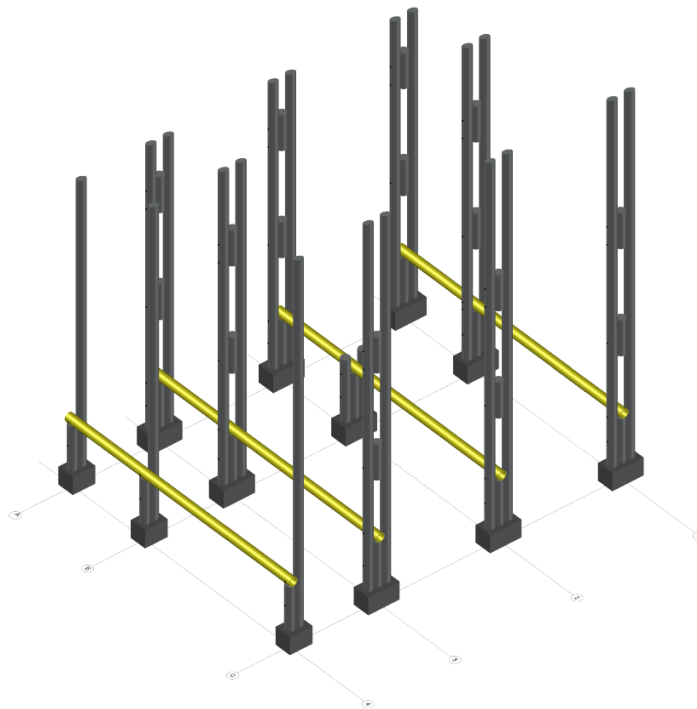


Fig. 64. Vigas de entepiso de la vivienda de emergencia. Fuente: Elaboración Propia

Las vigas de entepiso principales se disponen sobre los ejes numéricos, en su aspecto constructivo estas vigas se encajan entre las cavidades de las columnas a la altura que determina la primera sección de caña intermedia de las columnas compuestas y de la única caña adicional de las columnas sencillas.

La fijación de las vigas a las columnas se realiza a través de una de una varilla roscada de $\frac{3}{8}$ " de pulgada que ancla las cañas de cada columna con la caña de cada viga. estas varillas se aseguran con tuercas en cada uno de sus extremos.

Teniendo en cuenta que la guadua, al ser hueca, es un material propenso al aplastamiento por cargas de compresión, para el caso de las vigas principales de

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

entrepiso se propone introducir en la caña, un tronco de madera rolliza por los extremos de cada caña.

En este caso, por cada extremo se debe ingresar un tronco de 1,2 metros de longitud que permita cubrir los puntos donde las vigas principales se cruzan con las vigas secundarias que se instalan encima de estas (Figura 65)

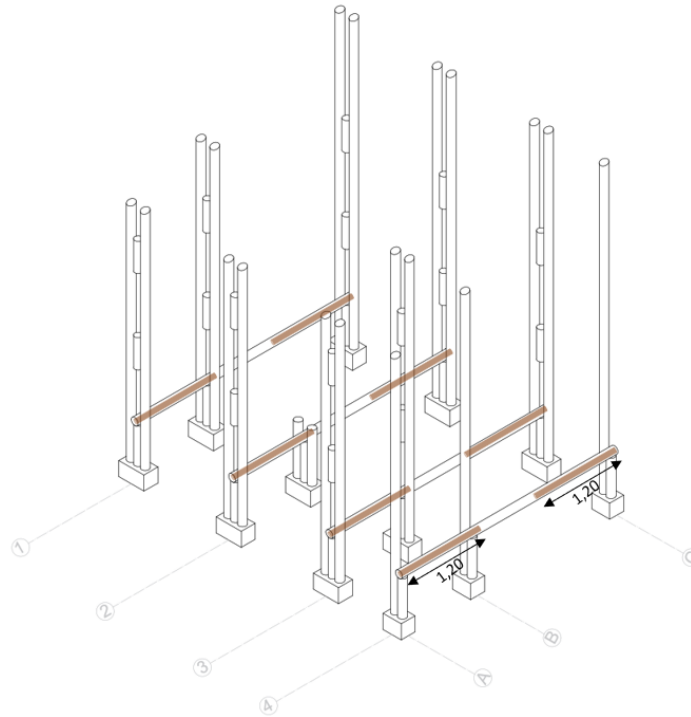


Fig.65. Refuerzo de vigas principales de entrepiso de guadua con troncos de madera de menor diámetro.
Fuente: Elaboración Propia

Vigas secundarias

Sobre las vigas principales de entre piso, se disponen otras vigas secundarias en el sentido contrario a las primeras, sobre los ejes A y C, las vigas se disponen en la cara interna de las columnas, sobre el eje B, se dispone de dos vigas, una por cada cara de las columnas y posteriormente, entre los ejes B y C a la mitad de la distancia entre estos, se dispone de otra viga.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

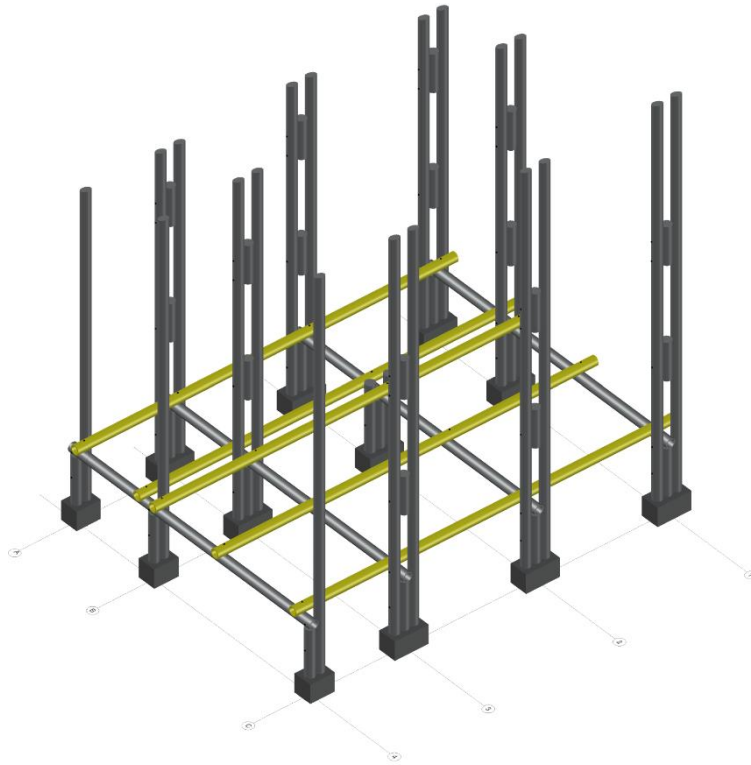


Fig. 66. Vigas secundarias de entrepiso de la vivienda de emergencia. Fuente: Elaboración Propia

Las estas vigas secundarias se anclan a las vigas principales con varillas roscadas de 3/8" de pulgada, en los puntos donde se cruzan estos elementos, estas varillas se aseguran con tuercas en cada uno de sus extremos.

En este caso, se debe seguir el mismo procedimiento reforzamiento del interior de las vigas secundarias con troncos, en este caso por el extremo de las vigas del eje 1 se debe ingresar un tronco de 1,60 m de longitud y por el extremo contrario un tronco de 1,20m. (Figura 67)

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

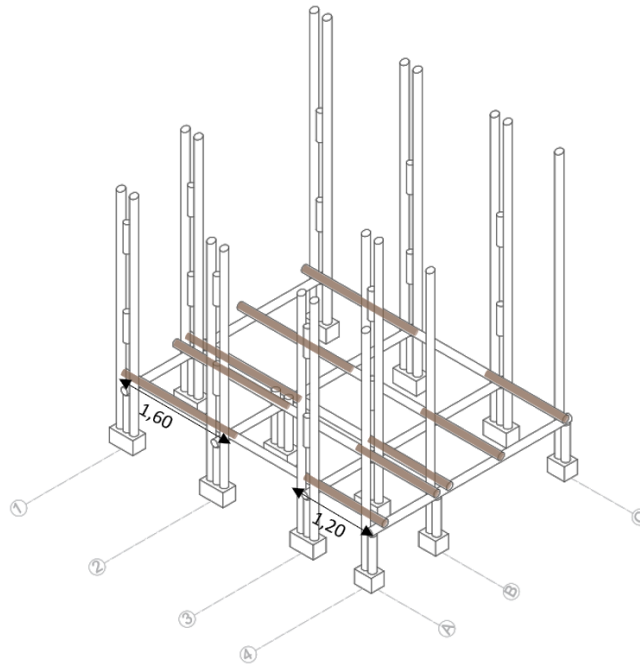


Fig.67. Refuerzo de vigas secundarias de entpiso de guadua con troncos de madera de menor diámetro.
Fuente: Elaboración Propia

Vigas de amarre cubierta

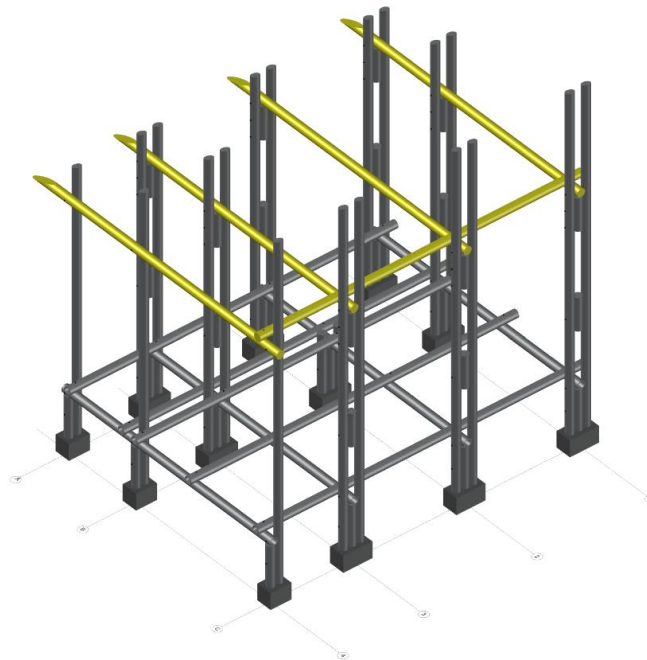


Fig. 68. Vigas de amarre de cubierta de la vivienda de emergencia. Fuente: Elaboración Propia

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

El paso siguiente es la instalación de las vigas de amarre de la cubierta siguiendo el mismo método constructivo de las vigas de entrepiso, en un primer paso se disponen las vigas en el sentido de los ejes numéricos y entre las cavidades de las columnas, a la altura superior que determinan secciones de cañas intermedias más altas de cada columna.

En este paso es importante tener en cuenta dos aspectos, el primero es que la medida de las cañas debe corresponder a lo especificado en los planos estructurales para garantizar el alero proyectado para la cubierta y evitar la interferencia con las vigas de la cubierta, el segundo es que, en la instalación, es importante tener en cuenta que sobre el eje C, la punta de estas cañas debe quedar al ras con la cara externa de las columnas.

Estas vigas se fijan a las columnas mediante una varilla roscada de 3/8" de pulgada asegurada con tuercas en cada extremo de la varilla.

Por último, en este paso, sobre estas últimas vigas instaladas, se dispone de una viga perpendicular, sobre el eje C, por la cara interna de las columnas ubicadas sobre este mismo eje; esta viga se asegura a sus antecesoras en cada punto donde se cruza con estas mediante una varilla roscada de 3/8" de pulgada asegurada con tuercas en cada extremo de la varilla.

Vigas de cubierta

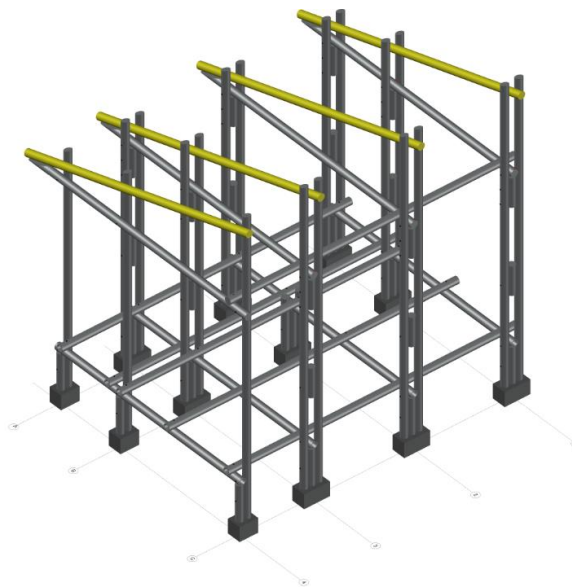


Fig. 69. Vigas de Cubierta. Fuente: Elaboración Propia

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

La instalación de estas vigas claramente se hace siguiendo la pendiente que determina la altura máxima de cada una de las columnas, no obstante, a la hora de instalar estas vigas es importante tener en cuenta dos aspectos, el primero es que, la parte superior de las vigas debe quedar 10 cm por debajo de la parte superior de las columnas, y el segundo es que sobre el eje C, el extremo de las vigas debe sobresalir 10 cm respecto a la cara exterior de las columnas.

Al igual que lo otros elementos estructurales, la fijación de estas vigas a las columnas se hace mediante una varilla roscada de 3/8" de pulgada asegurada con tuercas en cada extremo de la varilla.

Columnas auxiliares

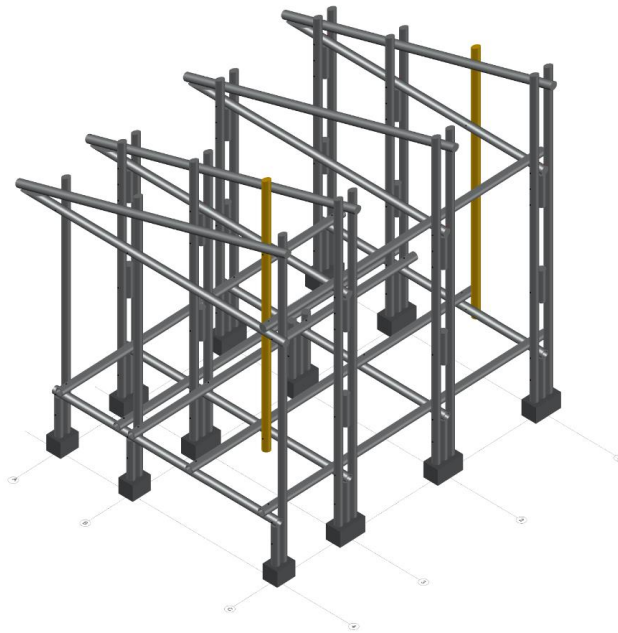


Fig. 70. Columnas auxiliares. Fuente: Elaboración Propia

Sobre los ejes 1 y 3 y a la mitad de la distancia entre los ejes B y C se instalan unas columnas auxiliares las cuales van ancladas a las vigas principales de entrepiso y de amarre de la cubierta mediante varilla roscada de 3/8" de pulgada asegurada con tuercas en sus extremos.

Estas columnas tienen dos propósitos, la del eje 3 es contribuir a configurar al acceso a la vivienda y a la sujeción de la puerta y del cerramiento de esa fachada y por otro lado configurarse como referencia para la ubicación de una las correas de

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

la cubierta, y , la del eje 1 tiene como propósito permitir la sujeción del cerramiento dispuesto para esa fachada y configurarse como punto de referencia para una de las correas de la cubierta.

Correas de la cubierta

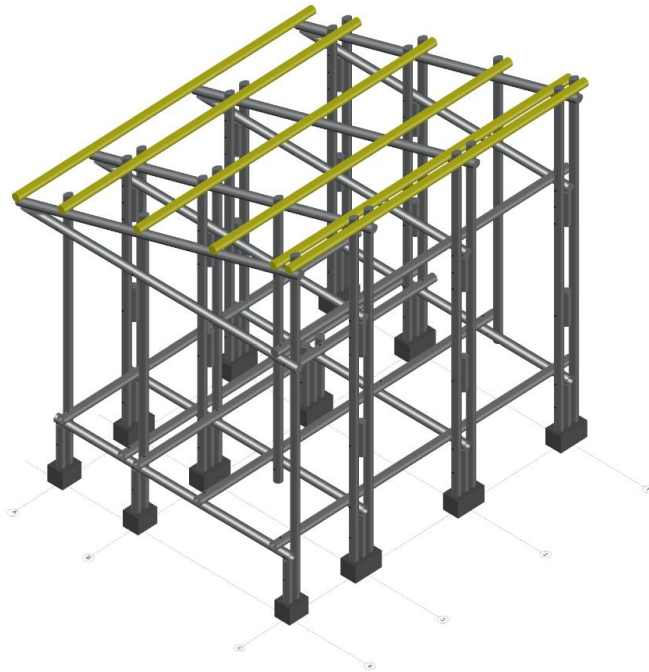


Fig. 71. Vigas de cubierta. Fuente: Elaboración Propia

La ubicación de las correas de la cubierta se hace iniciando desde la parte mas alta de la cubierta, es decir desde el eje C, sobre este eje se disponen dos correas, una por la cara externa de la columna, apoyada en el ángulo que forma la columna y la punta que sobresale de las vigas de cubierta y otra por la cara interna de estas columnas, las siguientes correas se ubican, al igual que la primera, apoyadas en los ángulos que forman las columnas y las vigas, para finalizar, la correa del alero de la cubierta se ubica en el extremo de las vigas de la cubierta.

Estas correas se unen a las vigas de cubierta mediante amarres en Equis "X" con cuerdas de 4 mm de diámetro, las instrucciones de atado quedan a cargo de personal capacitado para tal fin.

Instalación de tablado de piso

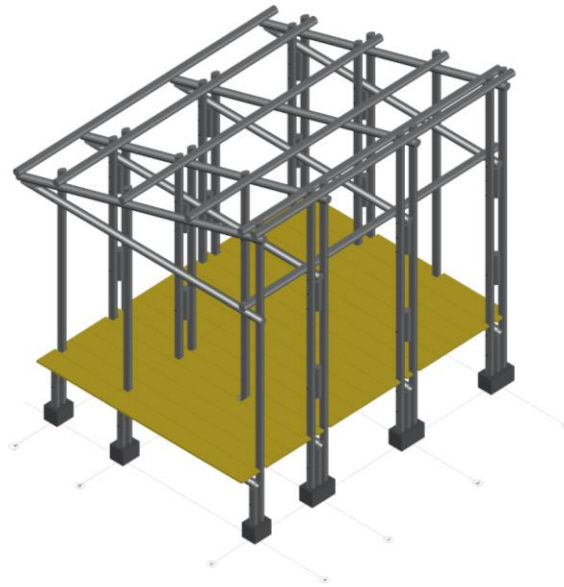


Fig. 72. Piso en tablas. Fuente: Elaboración Propia

El piso de la vivienda está configurado por tablas de madera de 1" pulgada de grosor, por 10 " pulgadas de ancho, y de largo variable según las zonas propuestas para su instalación.

Las zonas se determinan de acuerdo con la disposición de las vigas secundarias de entrepiso, sobre las cuales van apoyadas y fijadas las tablas. La primera zona se compone entre la viga del eje A y la viga más próxima ubicada sobre el eje B, esto teniendo en cuenta que, sobre este eje se ubicaron dos vigas. La segunda zona se compone de la siguiente viga dispuesta en el eje B hasta la viga del eje C.

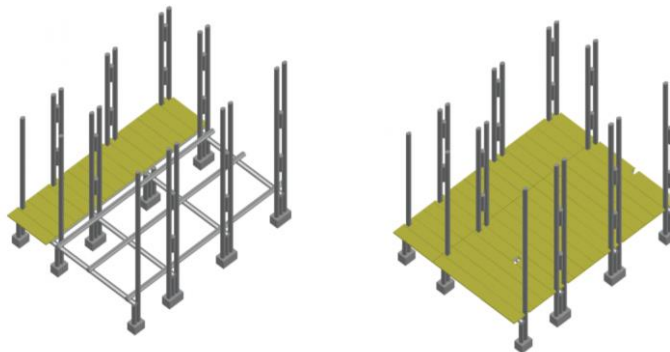


Fig. 73. Pasos de instalación del piso Fuente: Elaboración Propia

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Para la instalación del piso es importante tener en cuenta que algunas de las tablas requieren de cortes en sus extremos debido a interferencia con las columnas, por otro lado, las tablas cuyo extremo dan hacia el eje C deben sobresalir 12 centímetros respecto a la cara externa de las columnas, esto con el fin de permitir un empalme adecuado con el módulo que se construye al lado.

Cerramientos

Los cerramientos de la vivienda son mediante esterilla, un elemento derivado de la misma guadua, para su obtención se debe seguir el siguiente proceso.

1. Colocar la caña de guadua en el suelo.
2. Con un hacha hacer cortes sucesivos y profundos en e sentido de las fibras, a lo largo de los nudos y entrenudos con una separación entre 2 y 3 cm.
3. Utilizar una para para abrir la caña de la guadua longitudinalmente rompiendo laos diafragmas interiores.
4. Abrir la esterilla hasta aplanarla con la ayuda de la pala remover la capa interna de la caña y los segmentos de los nudos.
5. Limpiar el tablero obtenido de residuos.



Fig. 74. Proceso para obtener esterilla de guadua. Fuente: Lucila Aguilar Arquitectos (s.f.)

Si bien este material se puede obtener en sitio también es posible obtenerlo de los proveedores de la guadua ya listo para instalar e inmunizado. Las dimensiones máximas de estos elementos son de 40 cm de ancho por 4 metros de largo, con un espesor entre los 8 mm a 1 cm.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA



Fig. 75. Cerramiento con esterilla de guadua. Fuente: Bambusa (s.f.)

Proceso de instalación.

Para la fijación entre esterillas y columnas de guadua se hace mediante clavos acerados en este caso de 1 ½" pulgada, es recomendable no usar puntillas de más de 2" pulgada y alambre.

Las consideraciones para instalación de la esterilla en este caso son las siguientes:

- Seguir los planos arquitectónicos de acuerdo con la cara en la cual van instaladas las esterillas y el área a cubrir.
- Respecto a los cerramientos que quedan contiguos a los demás módulos, para el caso del cerramiento del eje C, entre los ejes 2 y 3 la esterilla se debe instalar de forma independiente al resto de esterilla de esa fachada con el fin de permitir un eventual retiro de esta parte y unir espacialmente dos módulos.
- Respecto al eje 1, entre los ejes A y B se debe seguir la misma instrucción de instalación del paso anterior con el mismo propósito de permitir una eventual unión espacial de dos módulos e incluso de 3 módulos.
- En cuanto a la fachada de acceso a la vivienda, esta, está dividida en 3 partes, por lo tanto, se recomienda seguir el diseño arquitectónico dejando libre el área de la parte media de la fachada en donde se dispone la puerta de acceso. Así como el área de ventana cubriendo solo el área determinada en los planos.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

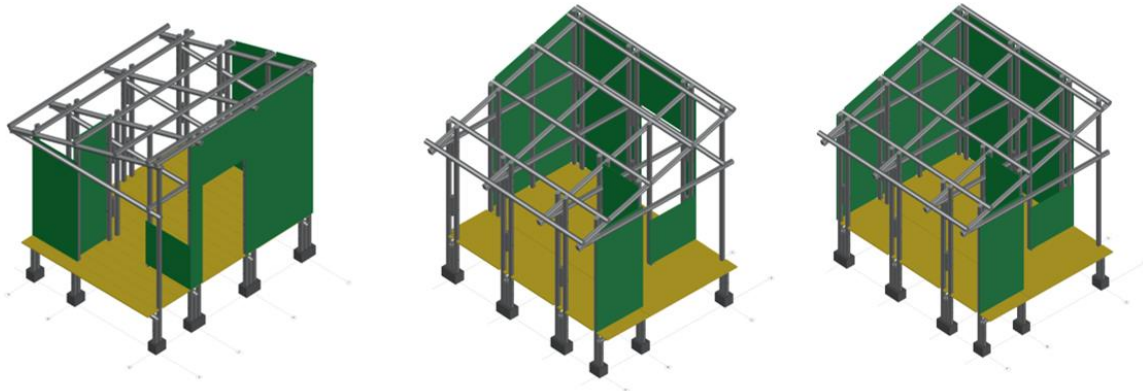


Fig. 76. Proceso instalación cerramientos con esterilla de guadua en vivienda de emergencia. Fuente: Elaboración Propia.

- Respecto a la fachada del eje A, es la única fachada que lleva instalación de esterilla por ambas caras.
- Dado que es una fachada con ventanas y expuesta directamente al sol y la lluvia se debe seguir el siguiente procedimiento de instalación: Instalar la esterilla hasta la altura máxima que determina la caña intermedia de las columnas de ese eje, luego se debe configurar una alfajía con dos latas de guadua fijadas a las columnas mediante puntillas por ambas caras de la fachada y sobre estas latas se debe disponer de recortes o secciones de esterilla acorde con las distancias entre las columnas.

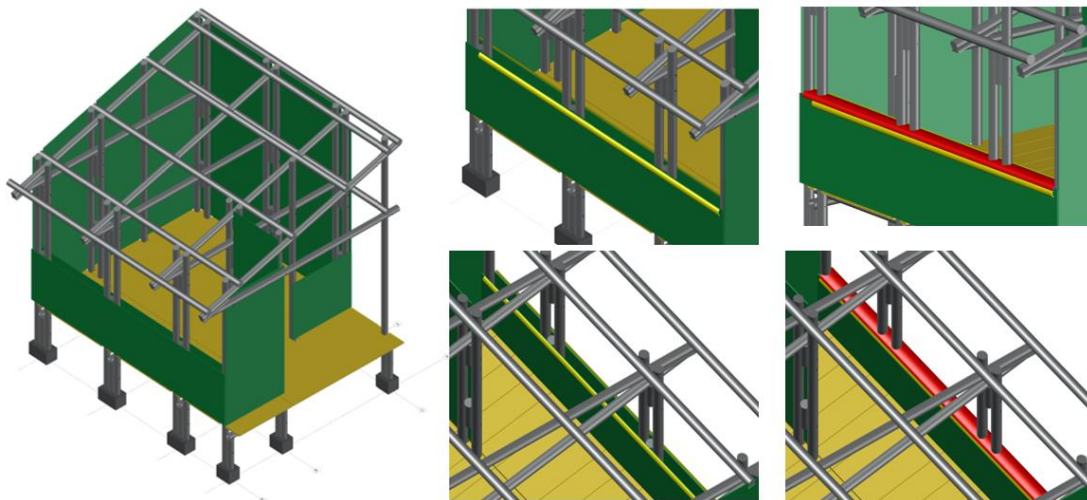


Fig. 77. Proceso instalación de cerramiento con esterilla y alfajía en vivienda de emergencia. Fuente: Elaboración Propia.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

- Una vez construida la alfajía se puede proceder finalizar la instalación de la esterilla en la parte altas de las fachadas en las que existen ventanas y puertas.

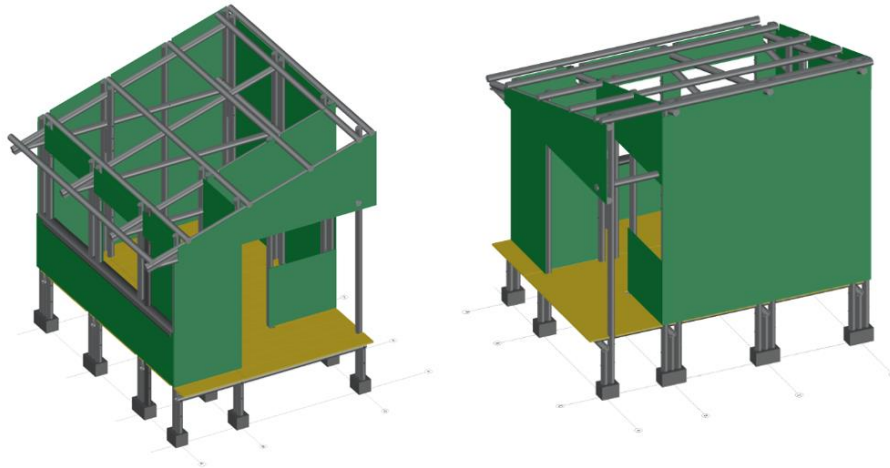


Fig. 78. Proceso instalación de cerramiento con esterilla en parte altas de la fachada. Fuente: Elaboración Propia.

Puertas y Ventanas

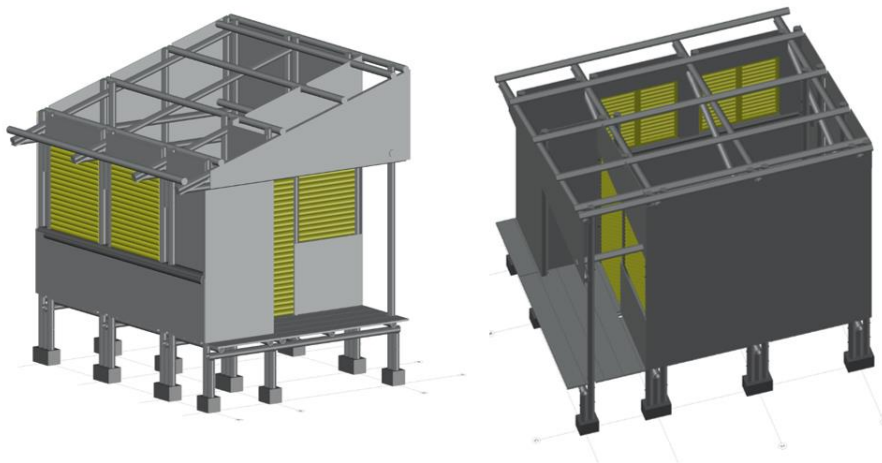


Fig. 79. Puertas y ventanas de la vivienda de emergencia. Fuente: Elaboración Propia.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

- Las puertas y ventanas, su marco está construido con listones de madera aserrada de sección 4x4 cm para las unidos mediante clavos, al marco van fijadas mediante putillas latas de guadua, dispuestas a modo de persiana a lo ancho del marco.
- Para la fijación del puertas y ventanas a la estructura se propone que se haga mediante bisagras metálicas atornilladas a las columnas.

Cubierta

La cubierta de encuentra constituida por tres elementos:

La esterilla de Guadua

Se instala sobre las correas de la cubierta con sus fibras en sentido perpendicular, a dicha estructura y se fija a las correas mediante clavos de 1" pulgada y amarres de alambre.

La cubierta de zinc

Se propone una cubierta de zinc con el propósito de agilizar la construcción del módulo, y por su peso liviano ya que la construcción de una cubierta con material vegetal aumenta los tiempos de construcción, probablemente el peso de la cubierta. Y se desconoce si hay la disponibilidad del material.

Para la fijación de la teja de zinc se debe perforar en algunos puntos la esterilla de guadua y con amarres de alambre sujetar la teja a las correas de la cubierta.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

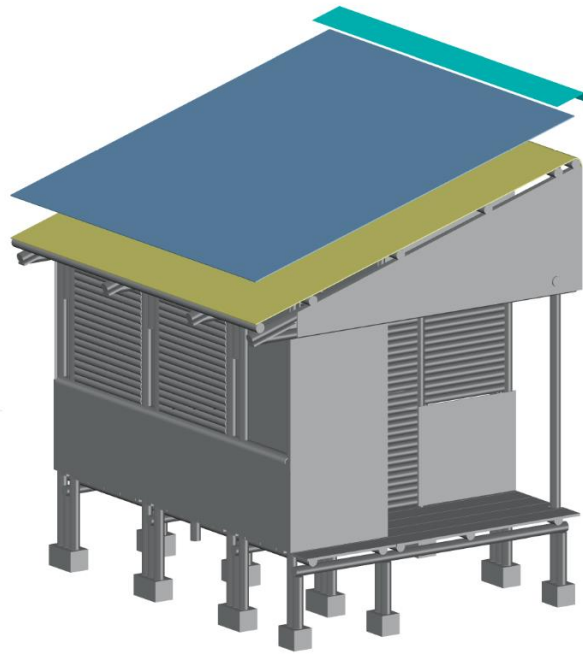


Fig. 80. Componentes de la cubierta de la vivienda. Fuente: Elaboración Propia.

Por último, para la cubierta se han contemplado dos posibilidades de caballete, uno individual en forma de “L” y otro a dos aguas para la unión de las cubiertas de dos módulos contiguos, el proceso de fijación de estos elementos se hace mediante tornillos con capuchón de caucho para evitar filtraciones.

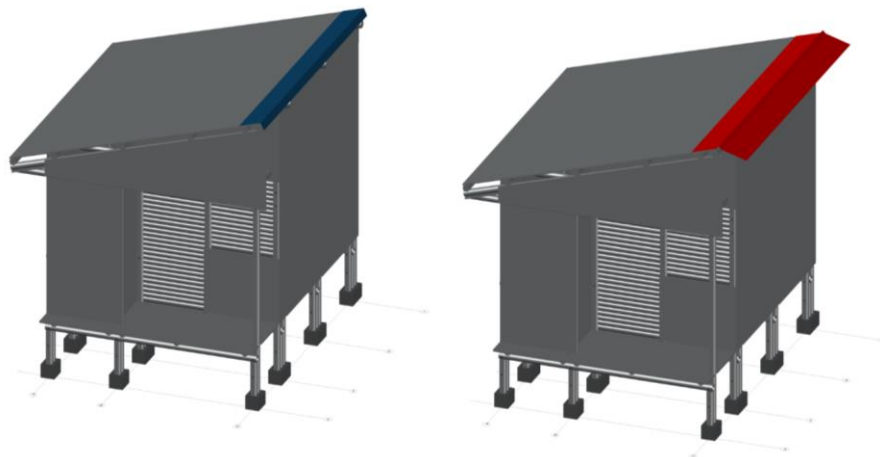


Fig. 81. Tipos de caballete. Fuente: Elaboración Propia.

5.4.3. Esquema de gestión de la materia prima y elementos estructurales de la vivienda

En el presente apartado se muestra un esquema de gestión del material y del armado de los elementos tipo para facilitar la construcción de la vivienda de emergencia en el sitio y entregar de manera equitativa a cada familia la misma cantidad de material, este proceso acompañado de un profesional o persona con conocimiento en la construcción y con la participación de la comunidad, tal como lo sugiere el Manual Esfera.

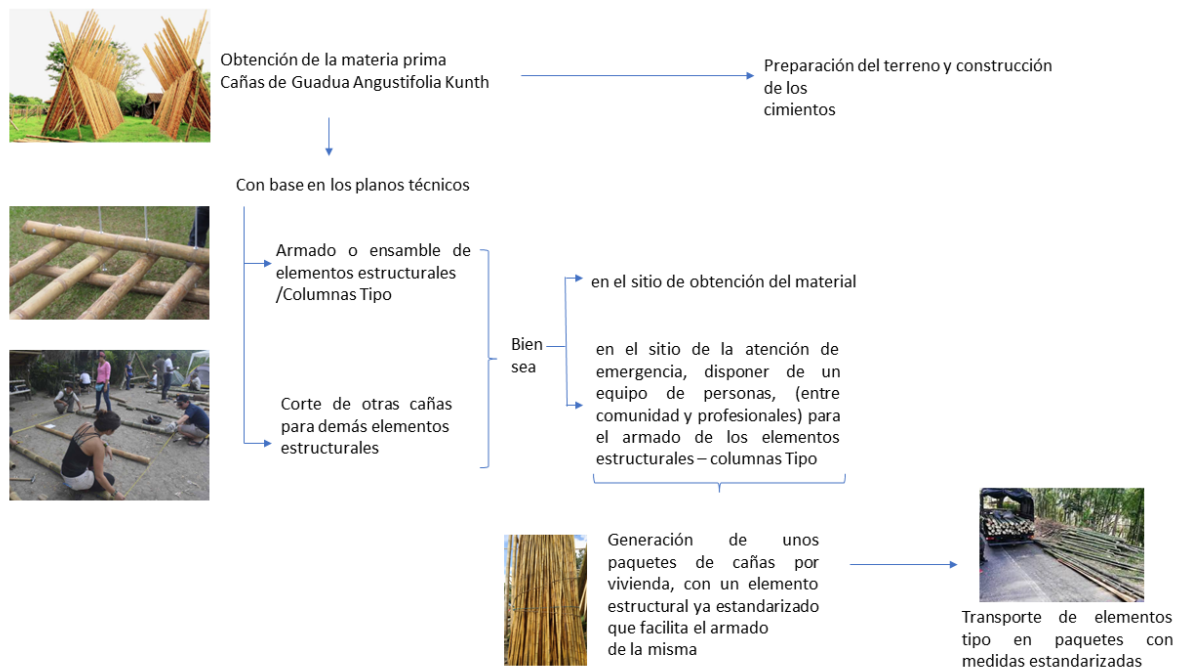


Fig.82. Esquema de gestión de la guadua y de elementos tipo de la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

5.4.4. Estrategias de arquitectura pasiva

Teniendo en cuenta los resultados de climate consultant y las estrategias sugeridas por este, correspondientes a protección solar de ventanas, deshumidificación y ganancia de calor interna, para el diseño de la vivienda de emergencia se aplicaron las siguientes estrategias de diseño y constructivas.

Estrategia de protección solar de ventanas.

Se plantean unas ventanas tipo persiana que permitan mantener una ventilación continua del espacio y bloqueen la luz solar directa.

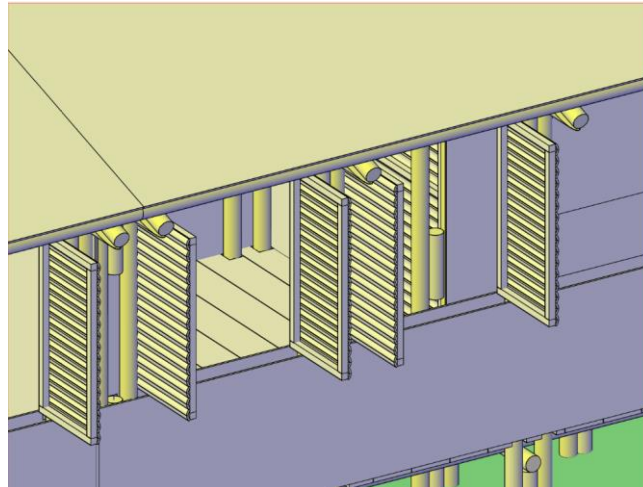


Fig. 83. Ventanas tipo persiana en vivienda de emergencia. Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a la forma de la vivienda, tanto de manera individual como de manera agrupada, se generó una forma rectangular, disponiendo en las fachadas más largas únicamente ventanas, y un alero de protección solar en la cubierta, esta estrategia acompañada, como ya se había mencionado, de ventanas tipo persiana que en su apertura pueden ayudar a bloquear el ingreso de sol y permitir la ventilación del espacio, o mantenerse cerradas, pero manteniendo la ventilación del espacio interior.

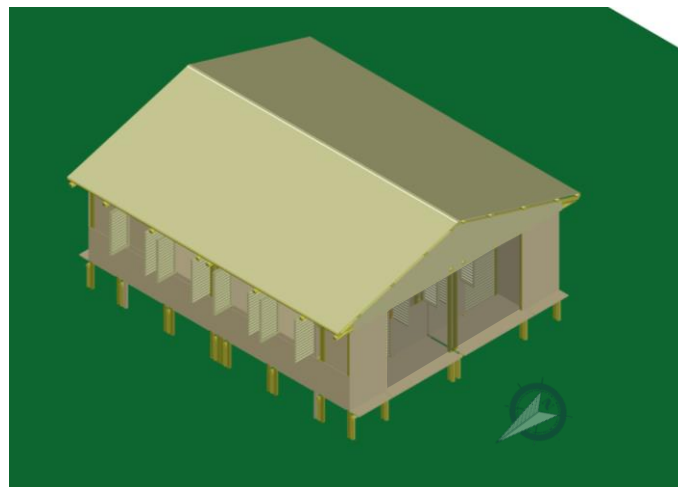


Fig. 84. Forma rectangular de la vivienda con fachadas más largas orientadas a sur y norte. Fuente: Elaboración Propia

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Por otra parte, en las fachadas más cortas que pueden llegar a quedar expuestas al este u oeste dependiendo de la ubicación de la vivienda, se generó un retroceso de la fachada para generar una terraza sombreada y a su vez permitir la protección solar de parte de la fachada en general en donde se ubica la puerta y una ventana.

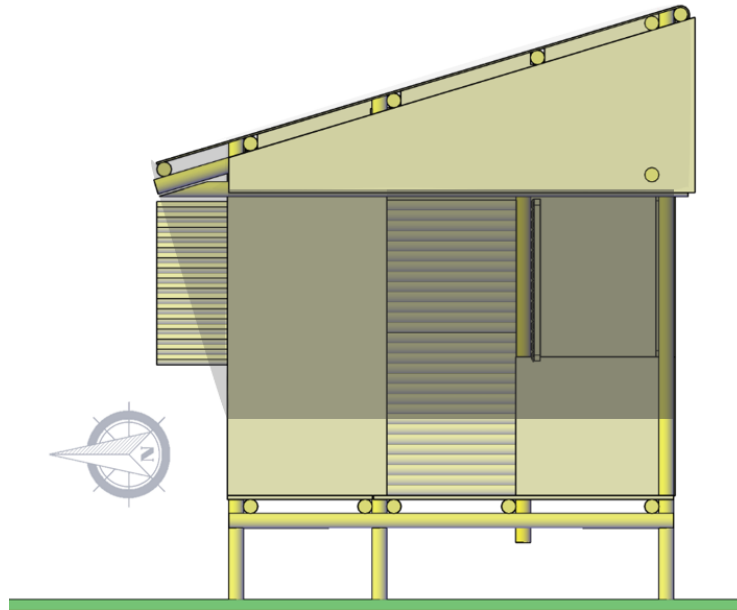


Fig 85. Sombra generada por alero de cubierta y retroceso en fachada Este- Oeste. Fuente: Elaboración Propia

Estrategia de deshumidificación

Es importante partir de la base de que como tal es un ambiente húmedo por naturaleza, por tanto, es una condición a la que probablemente los damnificados y habitantes de la región ya están adaptados, no obstante, las estrategias que se consideraron para deshumidificar el ambiente o evitar el exceso de humedad al interior de la vivienda, fueron las siguientes.

Sistemas constructivos y materiales permeables que permitan la ventilación continua del espacio interior, en ese sentido, estamos hablando nuevamente de ventanas y puerta tipo persiana, cerramiento en esterilla de guadua que dada la naturaleza del material, por medio de sus milimétricas hendiduras permite el paso del aire (Ver fig. 86) , construcción palafítica, permitiendo evitar el exceso de humedad proveniente del terreno y que paralelamente permite la ventilación continua de la vivienda bajo el piso, lo anterior, sumado a piso en tablas de madera que por medio de sus dilataciones permite, al igual que la esterilla, ventilación del espacio interior.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA



Fig.86. Pared con esterilla de guadua. Fuente: Gocksch (2012)

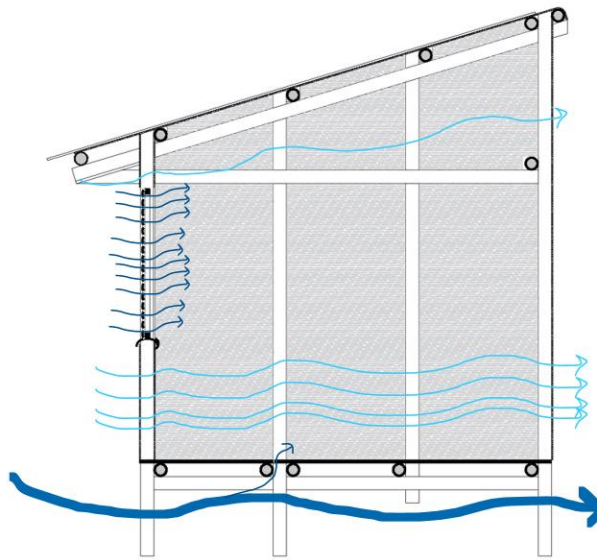


Fig. 87. Ventilación de vivienda a través de cerramientos y ventanas. Fuente: Elaboración Propia

Sumado a las posibilidades de ventilación a través de la infiltración del aire por los elementos constructivos, se propone la ventilación cruzada y una cubierta elevada que contribuye a estratificar el aire caliente y que puede ser expulsado a través de las hendiduras del cerramiento.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

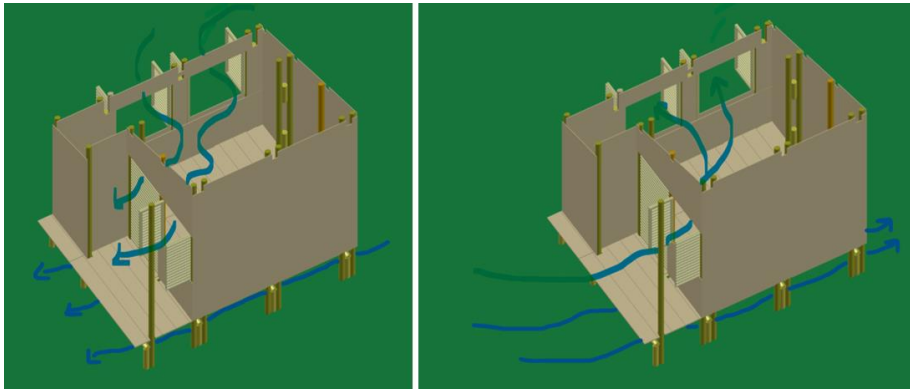


Fig. 88. Ventilación cruzada en vivienda. Fuente: Elaboración Propia

Estrategia de ganancia de calor interna.

Como lo mencione en el capítulo de estrategias pasivas, considero que se trata de una estrategia cuyo éxito, en este caso, depende de la adaptación de cada persona a las condiciones del espacio interior, mediante su vestimenta y elementos como mantas, igualmente, la materialidad del cerramiento de la vivienda de emergencia permite la aplicación de materiales como mortero de cal o de cemento, lo cual, eventualmente pudiera contribuir a conservar el calor al interior de la vivienda, no obstante, no es una estrategia constructiva que se consideró para el presente diseño, adicionalmente cabe resaltar que la madera también es un elemento que tiene propiedades de aislamiento térmico y que, con una ocupación de 3 personas, e incluso de 2 personas, es probable la acumulación de calor al interior de la vivienda. (Figura 89)

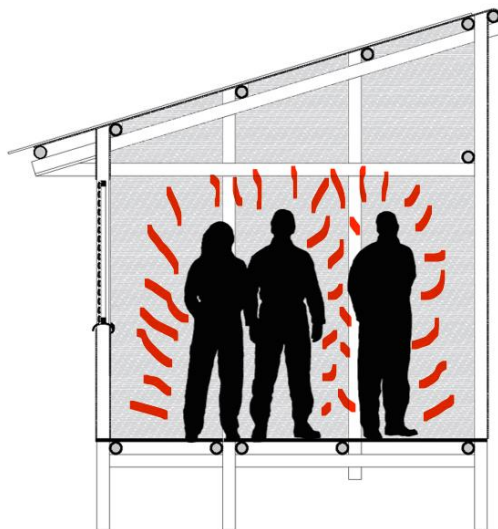


Fig. 89. Generación de calor de las personas. Fuente: Elaboración Propia

5.4.5. El espacio arquitectónico

Respecto al espacio arquitectónico, la vivienda de emergencia es un espacio diseñado para dormir, en el que se puede almacenar pertenencias sin interferencia con el espacio de descanso y en el que se dispone de una zona exterior para la socialización de sus ocupantes con las demás personas que habitan las viviendas contiguas. Este módulo se diseñó para una ocupación mínima de 2 personas y máximo 3 personas.

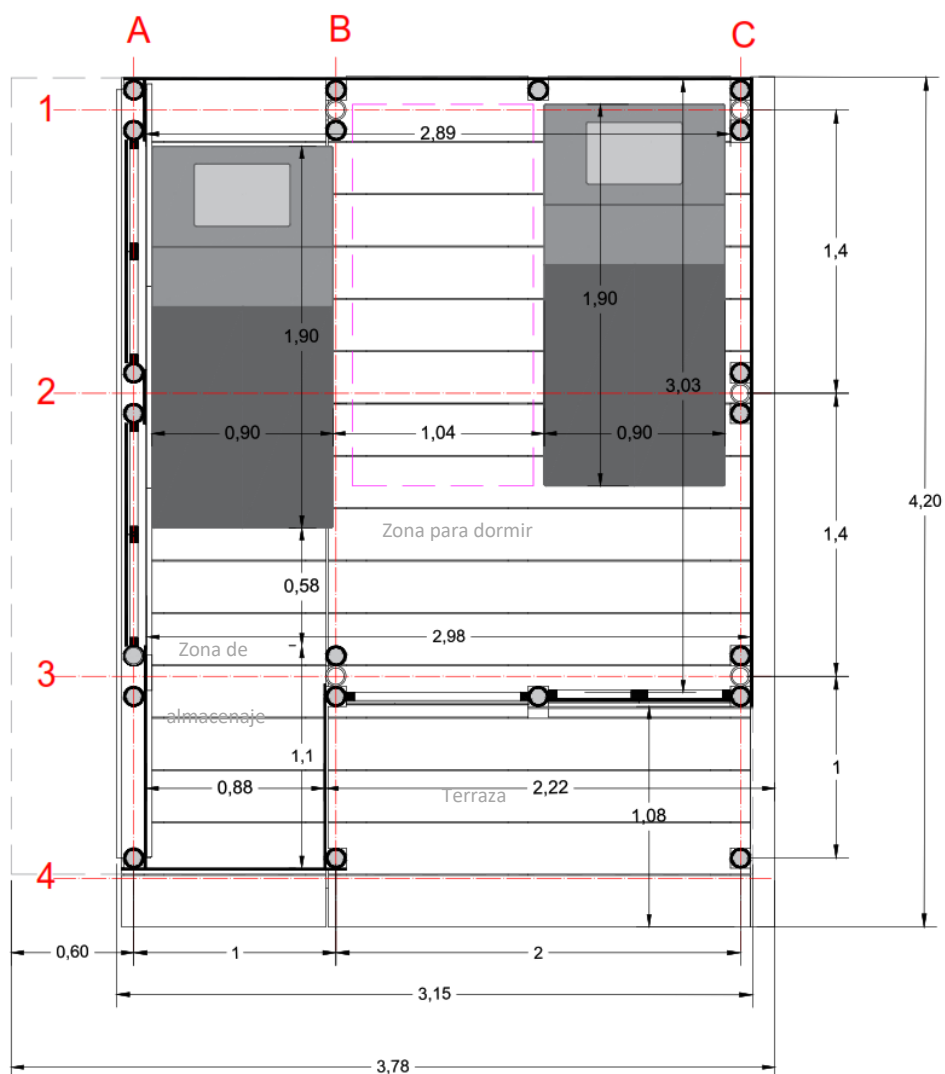


Fig. 90. Planta arquitectónica de la vivienda de emergencia. Fuente: Elaboración Propia.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Respecto a las áreas privadas, construidas y por cada zona de la vivienda de emergencia, se obtienen los siguientes datos.

Áreas de la vivienda	Dimensión
Área para dormir	8,76 m ²
Área de almacenaje	0,77 m ²
Área de terraza	2,40 m ²
Área total construida	11,93 m ²
Área privada	9,53 m ²
Área exterior	2,40 m ²

Tabla 5. Áreas de la vivienda y dimensiones. Fuente: Elaboración Propia.

Adicionalmente, en este punto es importante mencionar que, respecto al área por persona estipulada por el Manual Esfera, edición 2018, este documento establece un espacio mínimo de 3,5 m², criterio que se estableció como punto de partida para la proyección de la vivienda de emergencia, por tanto, respecto a las áreas mencionadas anteriormente y el área correspondiente a cada persona según la cantidad de ocupantes de tiene los siguientes datos.

Áreas de la vivienda	Dimensión
Área privada construida para 2 personas	4,765 m ²
Área privada construida para 3 personas	3,18 m ²

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Áreas de la vivienda	Dimensión
Área total construida para 2 personas	5,96 m ²
Área total construida para 3 personas	3,98 m ²

Tabla 6. Áreas de la vivienda por persona. Fuente: Elaboración Propia.

Como conclusión, para dos personas, tanto el espacio privado como toda el área construida, excede el requisito mínimo de área establecido por el Manual Esfera, edición 2018, para 3 personas, el espacio privado no cumpliría el requisito mínimo de área, no obstante, si se considera el área total construida que es para goce y disfrute de todos los ocupantes, si se cumpliría el área mínima estipulada en el manual mencionado.

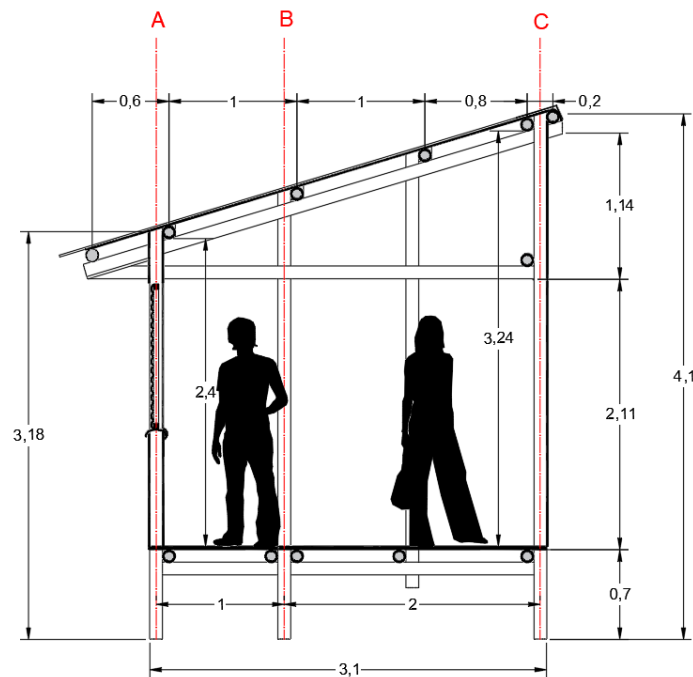


Fig. 91. Sección arquitectónica de la vivienda de emergencia. Fuente: Elaboración Propia.

Por último, respecto a la altura de la vivienda, según el manual esfera, para un clima cálido húmedo como el de Mocoa, la altura mínima del suelo al techo en el punto

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

más alto de la vivienda debe ser de 2,6 metros, requisito que se cumple a cabalidad en el diseño.

Replicabilidad del módulo

Como se había mencionado anteriormente, el módulo semilla de la vivienda, se puede replicar hasta 3 veces dando como resultado una gran vivienda a dos aguas con 4 viviendas de emergencia espacialmente independientes o unidas a través de pasillos internos que se generan al eliminar parte de algunos cerramientos, esto con el fin de permitir múltiples acomodaciones según la cantidad de personas por familia, no obstante, se parte de una ocupación mínima de 2 personas y máximo de 3.

En las siguientes imágenes se muestran las múltiples opciones de integración entre las viviendas.

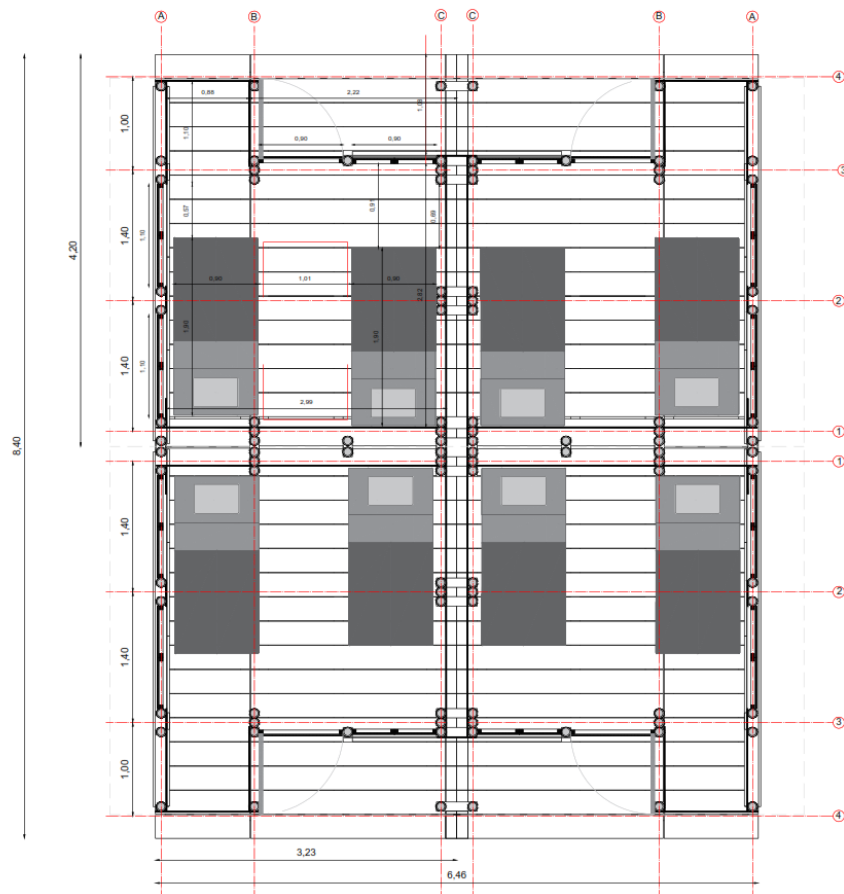


Fig.92. Agrupación de viviendas todas independientes. Fuente: Elaboración Propia

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

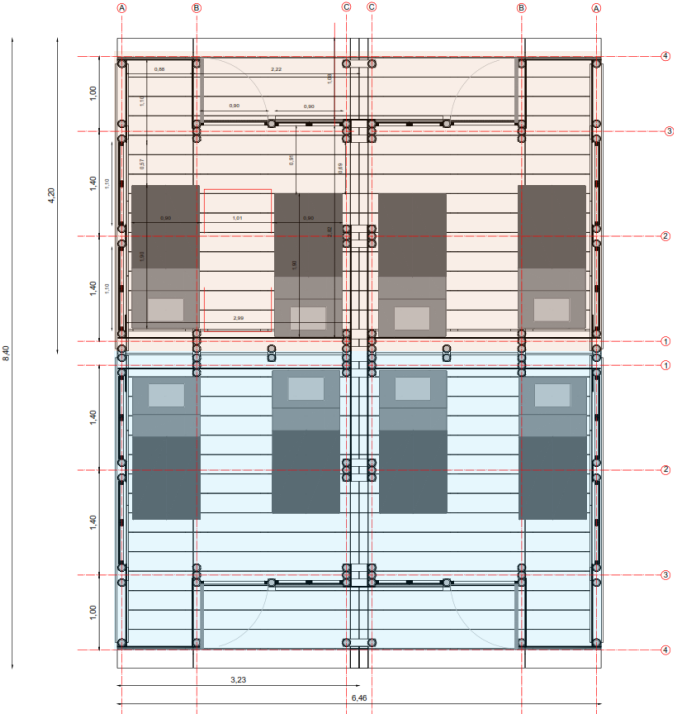
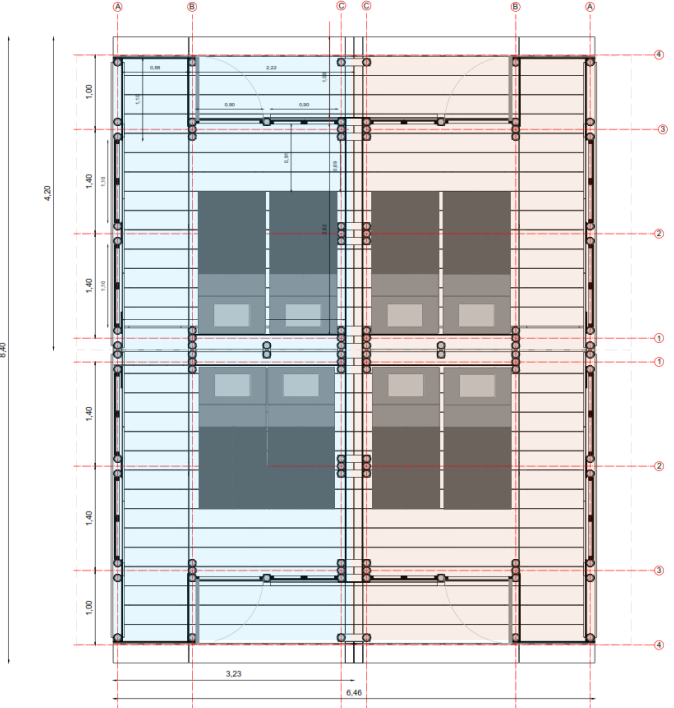


Fig. 93. Agrupación de viviendas integradas en pares, lateralmente. Fuente: Elaboración Propia

En este caso se elimina parte del cerramiento de los ejes “C” para integrar las viviendas de manera lateral.



5.4.6. Disposición de las viviendas en un terreno específico de Mocoia.

La ubicación de las viviendas se propone un terreno de bajo riesgo de remoción en masa y de avenidas torrenciales según el mapa de riesgos elaborado por el Servicios Geológicos Colombiano- SGC y expuesto en la parte inicial del presente trabajo.

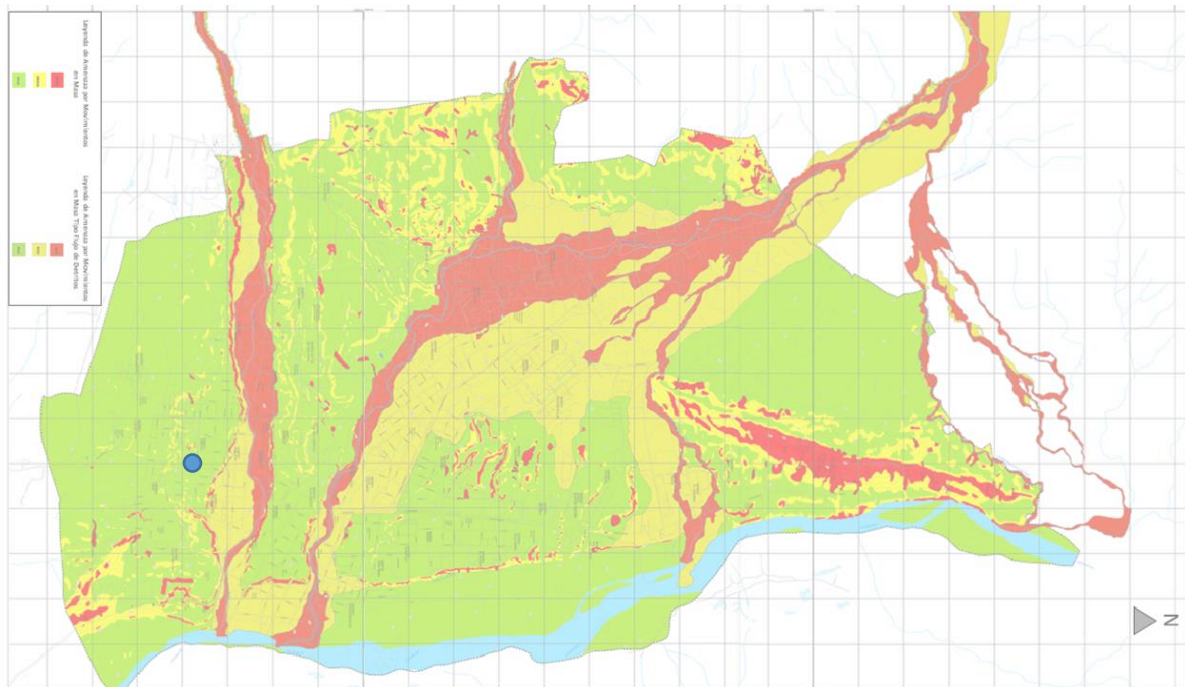


Fig. 98. Localización del terreno según mapa de riesgos de Mocoia. Fuente: Elaboración Propia con información del SGC.

Para la organización de las viviendas en este terreno, se definieron unos ejes viales y peatonales principales que permitan el ingreso de vehículos de emergencia, de transporte de materiales o suministros y que den a la forma irregular del terreno una tipología urbana de manzanas, así mismo, sobre estos ejes viales se ubicaron los servicios básicos de los que no disponen las viviendas como los son los retretes y duchas y una gran zona de comedor comunitario y de abastecimiento de agua, ubicados en unos de los extremos del terreno.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA



Fig. 99. Localización de las viviendas de emergencia en el terreno. Fuente: Elaboración Propia.

Los rectángulos rojos corresponden a las 4 viviendas de emergencia que configuran un solo gran módulo.

Para la orientación de las viviendas sus fachadas más largas se dispusieron hacia el Noreste y Suroeste respectivamente, paralelo al sentido más largo del terreno, y se dejó un aislamiento entre viviendas que permitiera mantener la ventilación proveniente del este, sur y oeste, adicionalmente el diseño de las viviendas determina la necesidad de aislamiento entre cada gran módulo conformado por 4 viviendas de emergencia.

Respecto a la ocupación del terreno, en este se encuentran ubicadas 272 vivienda de emergencia individuales, o 68 grandes módulos conformados por 4 viviendas de emergencia cada uno.

Si tomamos una ocupación de mínima de 2 personas por cada vivienda estamos hablando de una cantidad de 540 personas, una cifra que está acorde a la realidad de la atención de las personas atendidas en los albergues temporales de Mocoa.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

En este caso según cifras de la UNGRD (s.f.), en moco se activaron 9 albergues para un total de 4.844 personas, lo cual da un total de 539 personas por albergue.



Fig. 100. Render de Viviendas integradas conformando asentamiento. Fuente: Elaboración Propia

6. Conclusiones

Se logro demostrar que el bambú guadua *Angustifolia Kunth*, es un material viable y sostenible para la construcción de cualquier tipo de estructura, en este caso para las viviendas de emergencia, así mismo, fue posible y viable el diseño de un modelo de vivienda de emergencia replicable cumpliendo los criterios mínimos de área, alturas y orientación estipulados por el manual esfera.

Mediante estudios en los que se aplica la metodología de análisis de ciclo de vida, se pudo establecer que la guadua *Angustifolia Kunth*, tanto en su etapa de siembra, cosecha y extracción, así como frente a materiales de construcción como el acero y el concreto, es un material con un bajo nivel de emisiones de CO₂ y de consumo energético, así mismo, que las emisiones asociadas al cultivo de este material son derivas principalmente de procedimientos como su inmunización, situación que es inherente a materiales de origen natural como la madera, así mismo, dentro de la categoría de materiales naturales, la guadua representa una ventaja en tiempo de crecimiento frente a otros árboles y al igual que estos, también capta CO₂ durante su crecimiento, lo cual contribuye a compensar con creces las emisiones causadas por elementos como los químicos para su inmunización, por lo tanto se puede decir que la Guadua es un material sostenible.

La propuesta de diseño y forma de construcción de la vivienda de emergencia a partir de unos elementos tipo, como lo fue en su caso las columnas estructurales que al permitir encajar los demás elementos estructurales tales como las vigas de entrepiso, de amarre y de cubierta a unas alturas ya determinadas, dando como resultado una tipología de vivienda que puede ser replicada para ampliar su área interior, considero que logro establecer una forma de fácil armado sumado a los tipos de unión con varillas roscadas y aseguramiento con tuercas lo cual no requiere de conocimientos especiales en construcción, pero que requiere de la participación de la comunidad para su construcción y de la supervisión y acompañamiento de un profesional con conocimiento en el área.

Así mismo, la dificultad más grande de construir con materiales como la guadua es la necesidad de protegerla de la humedad, siendo la cimentación uno de los puntos débiles y demandantes para su uso, en ese sentido, la cimentación puede variar con el uso de elementos metálicos, de concreto o una mezcla de ambos, los cuales son materiales con un alto consumo energético en su fabricación, pero necesarios para garantizar una cimentación segura para la vivienda y que contribuyan a garantizar la durabilidad de esta, aspecto que toma importancia pues poniéndolo en contexto, el tiempo de espera de los damnificados por una vivienda definitiva es

considerable por lo cual se hace necesario proyectar una vivienda durable en el tiempo, sin embargo, si es importante concluir que este aspecto es el que mayor dificultad generaría a la hora de construir la vivienda de emergencia propuesta.

Respecto al transporte de los elementos que conforman la vivienda, las longitudes de las cañas son de tipo comercial, en este caso hablamos de elementos de máximo 4,10 metros, siendo una longitud que es viable transportar vía terrestre o aérea, cabe resaltar que, también es posible hacer ensambles entre cañas por lo cual no es un aspecto que genere dificultad en el transporte de estos elementos que conforman la vivienda; por otro, es importante mencionar que, en casos como el desastre de Mocoa es fundamental establecer un modelo de gestión del material para que llegue la misma cantidad a todos los damnificados y las viviendas de emergencia puedan ser construidas en condiciones de igualdad para todos, en el caso del presente trabajo se propuso un esquema de gestión de este material y de sus elementos estructurales en el que se genera un paquete de cañas con el cual los damnificados pueden construir la vivienda de emergencia propuesta y permitir su agrupación y posible unión del espacio interior.

A pesar de la limitación en cuanto a los datos climáticos propios de la ciudad de Mocoa, siendo esta la única limitación en el desarrollo del presente trabajo, para los efectos académicos del presente trabajo, se diseñó una vivienda siguiendo una metodología aprendida en el master, la cual consiste en la aplicación de estrategias de arquitectura pasiva mediante el manejo de los software Elements y Climate Consultant, en este caso se trabajó con los datos climáticos de la ciudad de Puerto Asís ubicada en la misma región donde se ubica Mocoa, es decir el departamento de Putumayo, los cuales permitieron establecer unos criterios de diseño para la vivienda de emergencia y cuya aplicación permite a los habitantes obtener unas determinadas horas de confort.

Por otra parte, se plantea una vivienda cuya materialidad de su cerramiento en esterilla de guadua es posible modificar fácilmente, agregando morteros de cal que contribuyan en un determinado caso a proveer mayor aislamiento térmico a las viviendas.

El diseño de una vivienda requiere de un contexto en el cual va a ser ubicada por lo tanto se logró proponer a nivel esquemático y teniendo en cuenta algunos criterios del Manual Esfera, edición 2018, una agrupación de las viviendas de emergencia diseñadas en las cuales se establecieron unas zonas de servicios básicos para la comunidad tales como baños, zonas de dispensación de agua y comedor

comunitario, en ese sentido hubiera sido interesante entrar más a detalle en cuanto al diseño urbano del asentamiento, sin embargo por temas de tiempo se genera una implantación esquemática disponiendo de los servicios mencionados estipulados por el Manual Esfera.

7. Limitaciones De La Investigación.

La única limitación en la presente investigación fue la no consecución del archivo climático de la ciudad de Mocoa, no obstante, como se ha mencionado se trabajó con el archivo climático disponible de la ciudad de Puerto Asís ubicada en el mismo departamento en el que se encuentra ubicada la ciudad de Mocoa.

8. Futuras Líneas De Investigación.

Diseñar un modelo de vivienda de emergencia en guadua *Angustifolia Kunth* de consumo casi nulo de energía.

Investigar, simular y determinar las posibles variaciones que deba tener el modelo de vivienda desarrollado en el presente trabajo para que pueda ser usado en climas fríos y climas calientes.

Diseñar una vivienda de emergencia cumpliendo los criterios de alguna certificación de sostenibilidad tales como por ejemplo Breeam, Leed, Edge, entre otras.

Proponer las entidades gubernamentales del orden nacional o departamental la construcción de un modelo de vivienda de emergencia en guadua *Angustifolia Kunth* y determinar la viabilidad del uso del material en una situación de emergencia, así como un método de gestión y construcción adecuado.

9. Bibliografía

Academia Putumayense de Historia. (2 de octubre de 2020). *Construyendo identidad Redescubriendo Mocoa*. APH. <https://www.mocoa-putumayo.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Pasado-Presente-y-Futuro.aspx>

Alcaldía Municipal de Mocoa. (5 de Septiembre de 2022). Información del Municipio. Mocoa, Putumayo, Colombia. Obtenido de <https://www.mocoa-putumayo.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>

Anders, G., 2007. *Abrigos Temporários de Caráter Emergencial* [trabajo fin de máster en línea]. VENTURA, A., orientador. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo [Consulta: abril 2019]. Disponible en <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-19092007-102644/pt-br.php>

Arango Nader, N. y Méndez Sanz, A.L., 2008. *Evaluación del uso de la guadua como material alternativo en la construcción de una edificación tipo.*, vol. 1, pp. 142.

Arcila, O. (2011). *La Amazonía colombiana urbanizada*. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI.

Banco Mundial. (2012). *Análisis De La Gestión Del Riesgo De Desastres En Colombia: Un Aporte Para La Construcción De Políticas Públicas*. Bogotá D.C. doi:333.3109861/A56

Bayona, D. (17 de febrero de 2017). "Arquitectura de Transición / Un refugio para Piura, Perú". *ArchDaily Colombia*. Recuperado el 25 de agosto de 2022, de <https://www.archdaily.co/co/805137/arquitectura-de-transicion-un-refugio-para-piura-peru>

Buitrago-Campos, L., Rodríguez-Prieto, C., & Peña-Murcia, B. S. (2019). *Diseño participativo como instrumento para la construcción de paz: el caso de los asentamientos de población víctima en Mocoa (Putumayo, Colombia)*. Forum. Revista Departamento de Ciencia Política, (15), 217-234. <https://doi.org/10.15446/frdcp.n15.79913>

Cerron Arquitectos. (17 de Abril de 2020). *Arquitectura Ecológica REFUGIO TEMPORAL DE BAMBÚ - TEMPORARY BAMBOO SHELTER*. Obtenido de Cerron Arquitectos : <https://www.cerronarq.com.pe/pf/refugio-temporal-de-bambu/>

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Consejo Nacional de Política Económica y Social y Departamento Nacional de Planeación. (31 de Octubre de 2017). *Documento CONPES 3904*. Obtenido de <http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/mocoa/Documents/CONPES-3904-MOCOA.pdf>

Corporación Autónoma Regional de Caldas Corpocaldas (1999). *La Guadua, planta emblemática de Caldas; propagación, manejo y utilización*.

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC (2005). *Silvicultura y Manejo Sostenible de la Guadua*. <https://docplayer.es/23089377-Silvicultura-y-manejo-sostenible-de-la-guadua.html>

Departamento Administrativo de la Función Pública. (2021). *Marco General de Modelo Integrado de Planeación y Gestión*. Bogotá: Gobierno de Colombia.

Gerencia Integral del Proyecto GIP. (s/f). *Mocóa: Municipio*. GIP Mocóa. Recuperado el 1 de septiembre de 2022, de <https://www.gipmocóa.com/mocóa/#:~:text=De%20acuerdo%20con%20las%20proyecciones,Putumayo%20es%20de%20359.127%20habitantes>.

Gordillo, F. (2004). Hábitat transitorio y vivienda para emergencia. *Tabula Rasa*(2), 145-166. Obtenido de <http://www.revistatabularasa.org/numero-2/gordillo.pdf>

HEKA Estudio [@hekaestudio]. (11 de mayo de 2016). *Casa QE-90*. Instagram.

Hernández, A., Montoya, J. y Camargo, J. (2012). *Análisis del ciclo de vida aplicado a la fase de extracción de guadua, en el Eje Cafetero colombiano*. Recursos Naturales, 65-66: 68-76.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2015). Atlas Climatológico de Colombia-Interactivo. Bogotá D.C. Obtenido de <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasClimatologico.html>

Jojoa, O. (1 de Noviembre de 2003). *Análisis de amenazas y vulnerabilidad geológica en la cuenca de la Quebrada Taruca y Sangoyaco para el área rural, sub-urbana y urbana de la población de Mocóa departamento del Putumayo*. Obtenido de <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/954>

Kaminski, S., Lawrence, A., & Trujillo, D. (2016). *Guía de Diseño para la Vivienda de Bahareque Encementado*. Obtenido de

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

<https://bambuecuador.files.wordpress.com/2018/01/2015-guia-de-disencc83o-para-viviendas-de-bahareque-encementado.pdf>

León, A. (2011). Teatina-Quincha Shelter: Desierto costa sur, Perú. *ARQ (Santiago)*(77), 62-67. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0717-69962011000100010>

Londoño, X. (julio - septiembre 2011). *El bambú en Colombia*. Biotecnología vegetal, 11(3), 143–154. ISSN 1609-1841.

Martí Buigues, L. (2018). *A CONTRARELOJ: Arquitectura de emergencia realizada como solución al terremoto de Ecuador acontecido en 2016*. Tesis de grado. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10251/107013>

Ministerio del Interior República de Colombia. (2012). *Ley Sistema Nacional de Gestión del Riesgo*. Bogotá D.C.: Imprenta Nacional de Colombia. Obtenido de https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20575/Ley_1523_2012.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública. Gobierno de Chile- ONEMI. (s.f). *Viviendas de Emergencia*.

Ortiz, G. (2018). *El Bambú como agente de cambio: la actualización de su aprovechamiento en la región de bengala*. Madrid, España.

Palomo, Y. (2021). Ordenamiento territorial en Mocoa. Una nueva configuración territorial posdesastre. Universidad Nacional de Colombia.

Ramírez, C. (2019). *ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA GUADUA EXPUESTA Y NO EXPUESTA A RAYOS UV MEDIANTE TÉCNICAS ESTADÍSTICAS* [Universidad Católica de Colombia]. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24351/1/An%C3%A1lisis%20de%20las%20propiedades%20mec%C3%A1nicas%20de%20la%20quadua%20expu esta%20y%20no%20expuesta%20a%20rayos%20UV%20mediante%20t%C3%A9cnicas%20estad%C3%ADsticas.pdf>

Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres Colombia. (2011). *Guía para la Gestión de Albergues Temporales*.

Sociedad Nacional de la Cruz Roja Colombiana y Dirección Nacional del Socorro Nacional. (2008). *Manual Nacional para el manejo de Albergues Temporales*.

MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Soler, P. (2017). *Uso del bambú en la arquitectura contemporánea*. <http://hdl.handle.net/10251/106203>

Souza, S. (13 de Mayo de 2020). 5 materiales alternativos para construir refugios de emergencia [5 Materiais alternativos para construção de abrigos emergenciais]. (J. T. Franco, Ed.) *Archdaily*. Obtenido de <https://www.archdaily.co/co/939306/5-materiales-alternativos-para-construir-refugios-de-emergencia>

Takeuchi, C.P., Estrada, M. y Linero, D.L., 2018. *Experimental and numerical modeling of shear behavior of laminated Guadua bamboo for different fiber directions*. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 177, pp. 23-32. ISSN 0950-0618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2018.05.040. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.040>.

Trujillo Avilés, H. (5 de abril de 2021). *MANEJO Y PROTECCIÓN DE GUADUALES: Conversatorio con actores interesadas en su conocimiento y conservación*. <https://ventanillaverde.cvc.gov.co/archivos/1617725628.pdf>

UNGRD. (2014). *Marco legal del sistema nacional para la atención y prevención de desastres*. Disponible en la web: <http://www.gestiondelriesgo.gov.co/snigrd/pagina.aspx?id=13>

UNGRD. (s.f.). *Objetivos y Funciones de la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres*. Disponible en la web: <http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Objetivos.aspx>

Vásquez, J., Gómez, M., & Martínez, H. (2018). La avenida torrencial de Mocoa, Putumayo ¿ejemplo de una retrospectiva sin punto final en la gestión del riesgo de desastres detonados por eventos naturales? *Revista de Derecho*(50), 145-186.

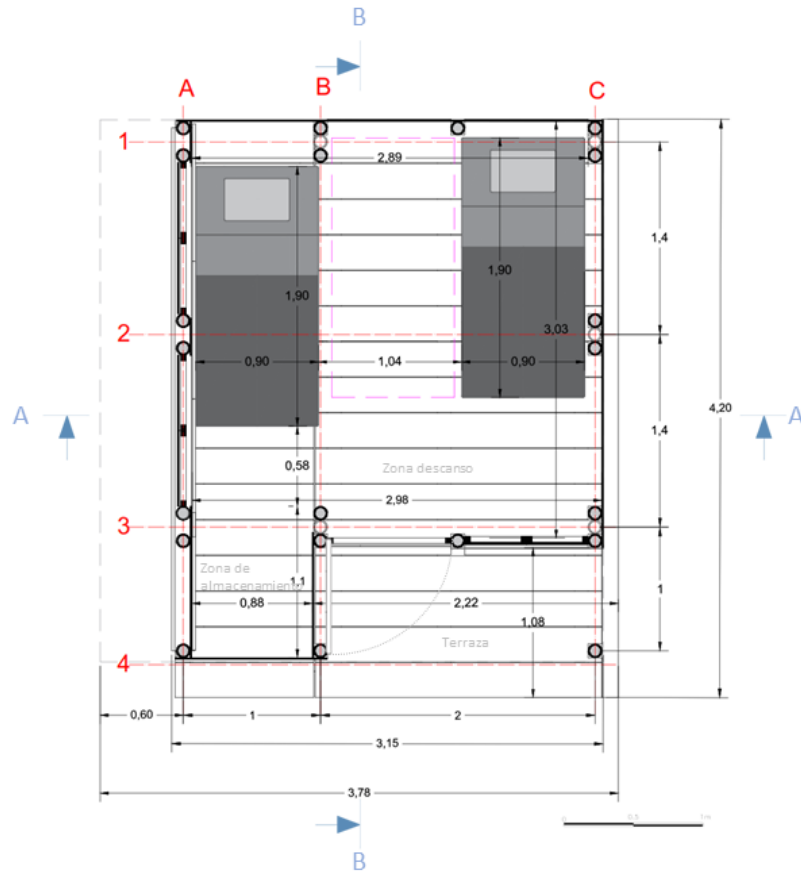
10. Anexos

El presente apartado contiene los planos arquitectónicos, estructurales detalles constructivos y renders del modelo de vivienda de emergencia propuesto en el presente trabajo.

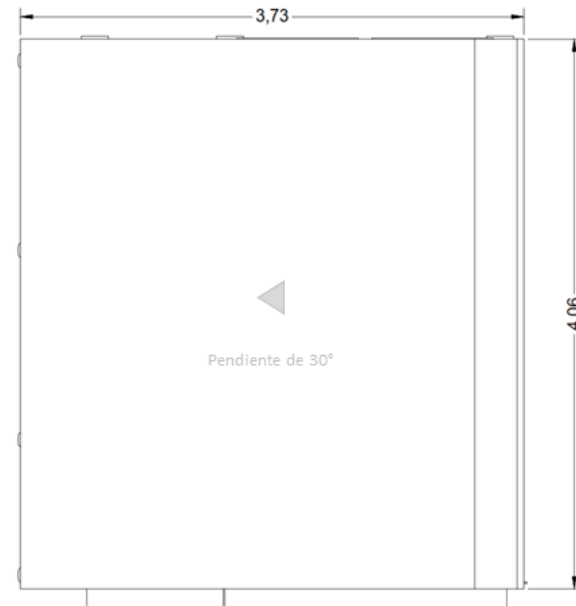
MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Planos Arquitectónicos

Planta Arquitectónica del módulo de vivienda

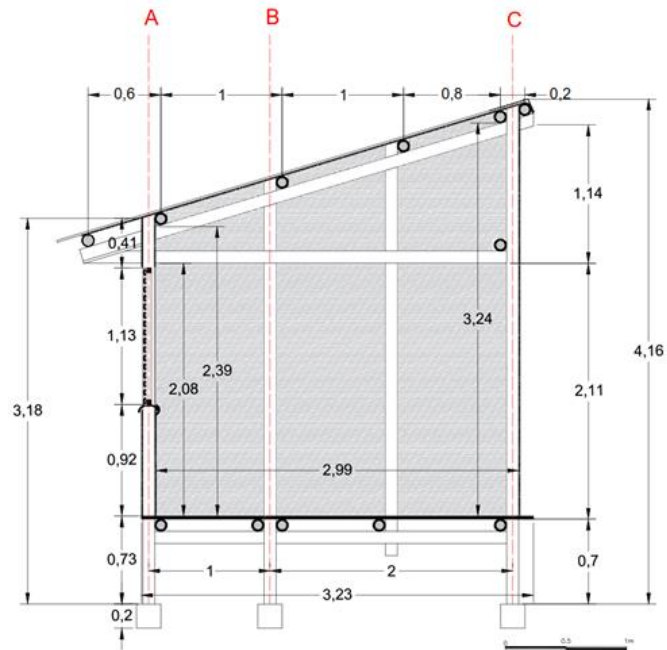


Cubierta

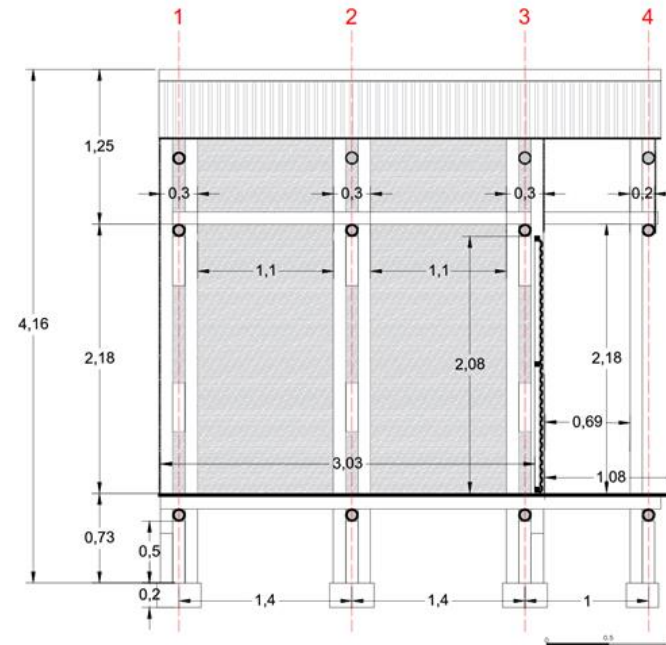


MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Sección Transversal A-A

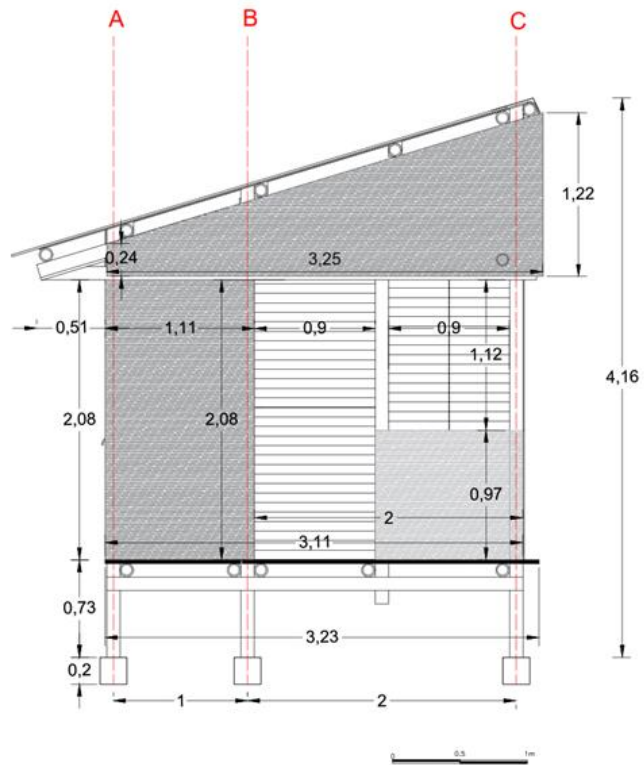


Sección Longitudinal B-B

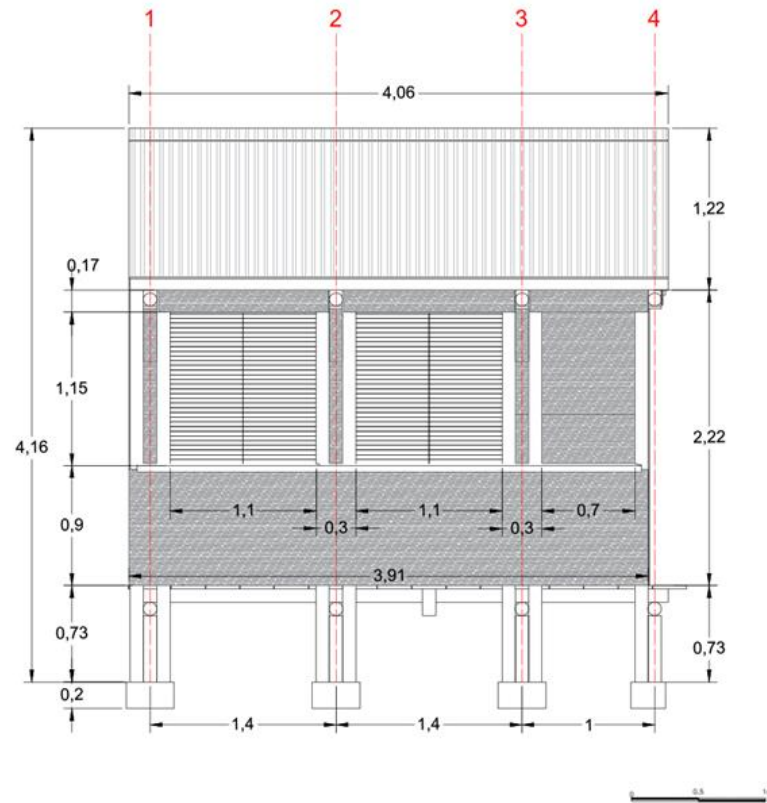


MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Fachada Frontal

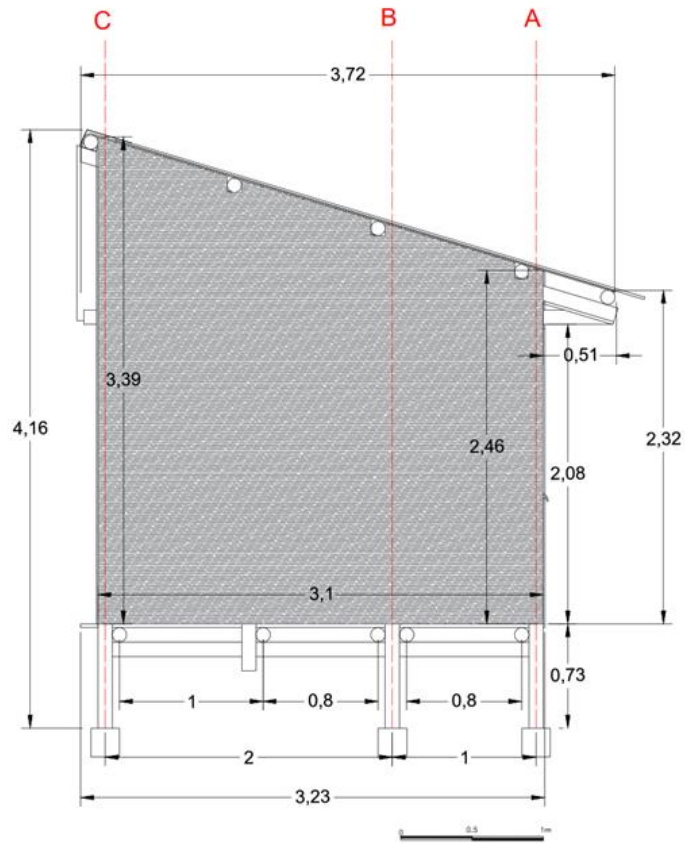


Fachada lateral (con ventanas)

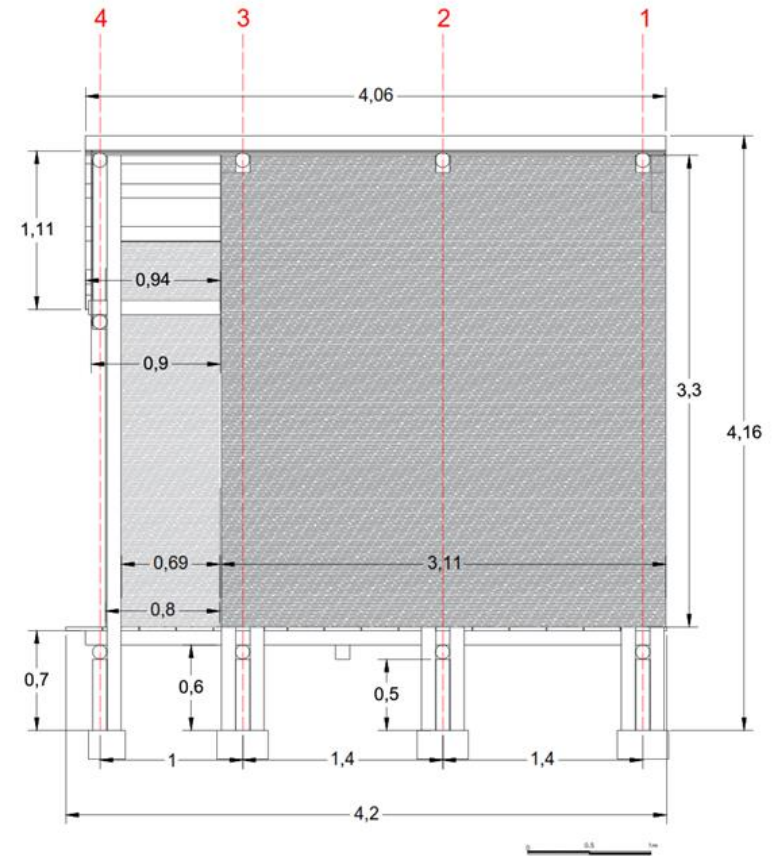


MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOCHA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Fachada Posterior

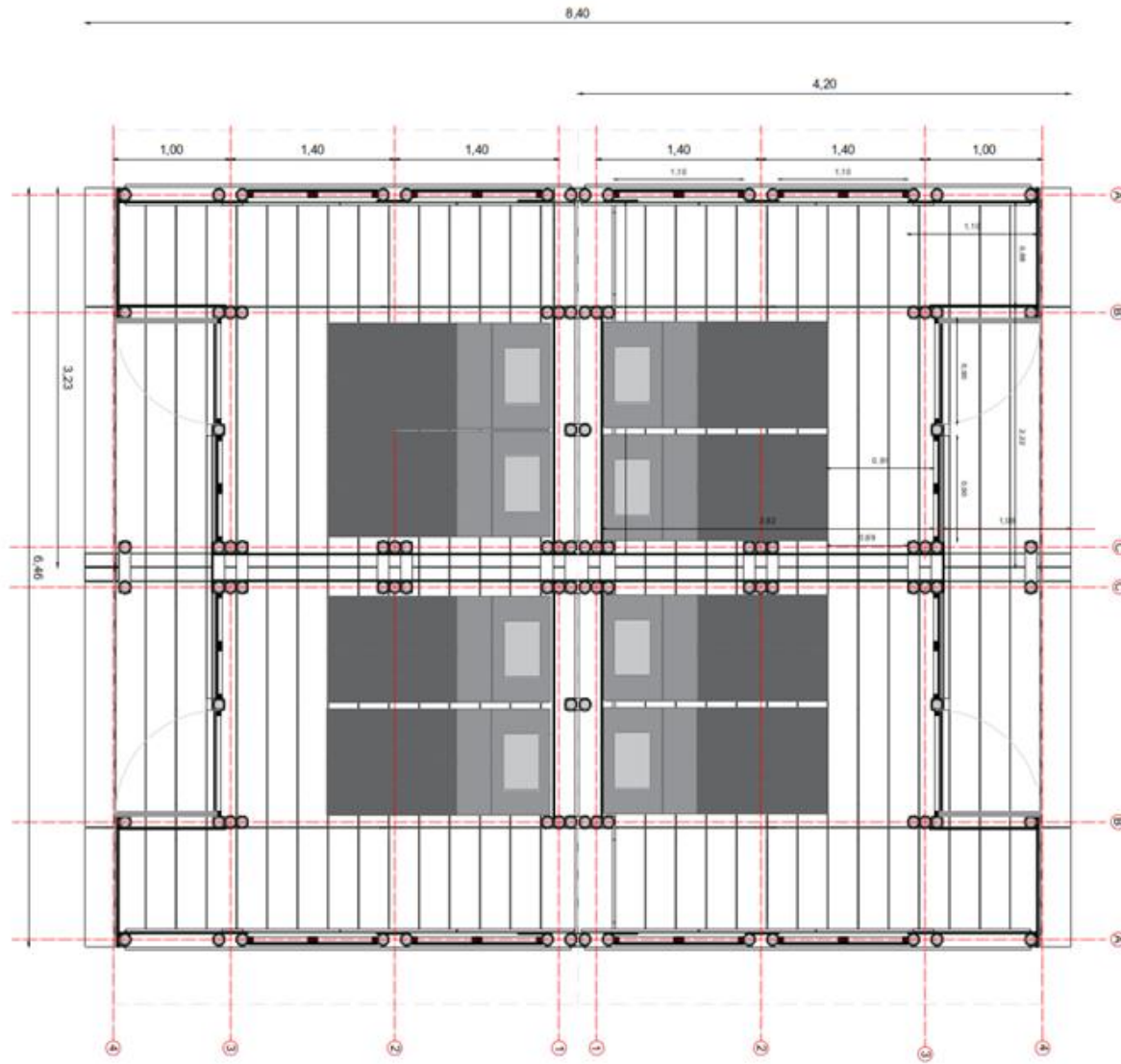


Fachada lateral (sin ventanas)



MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

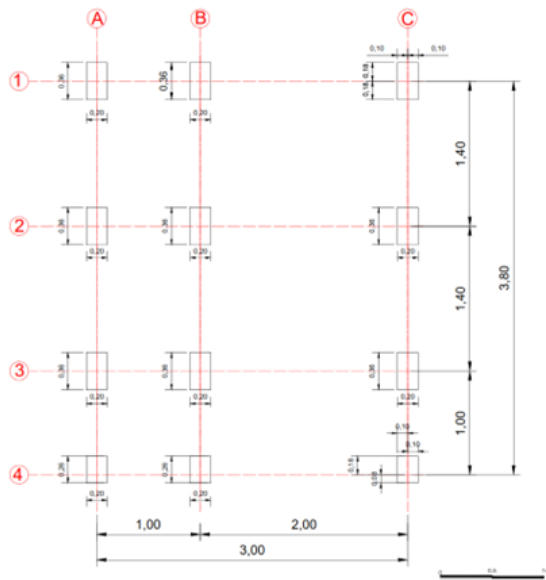
Planta Arquitectónica de la vivienda de emergencia agrupada en 4 módulos.



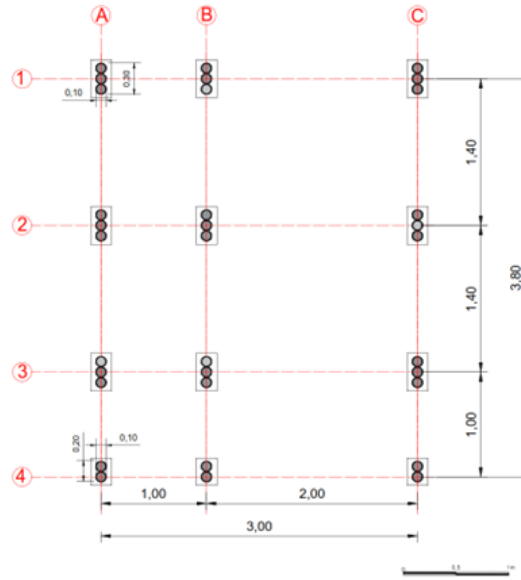
MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Planos Estructurales

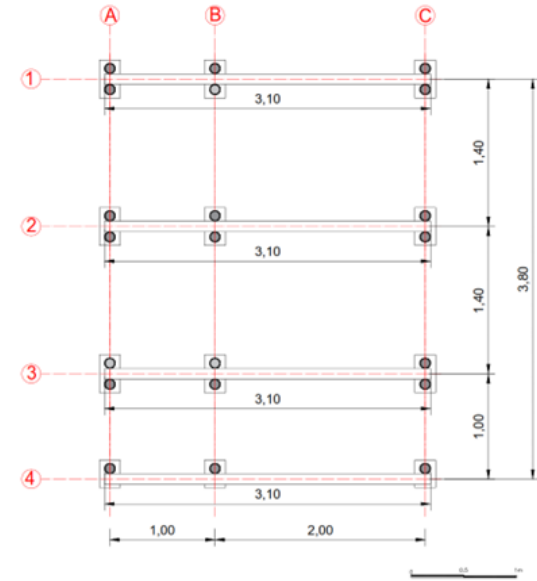
Ejes estructurales y cimientos



Planta de columnas

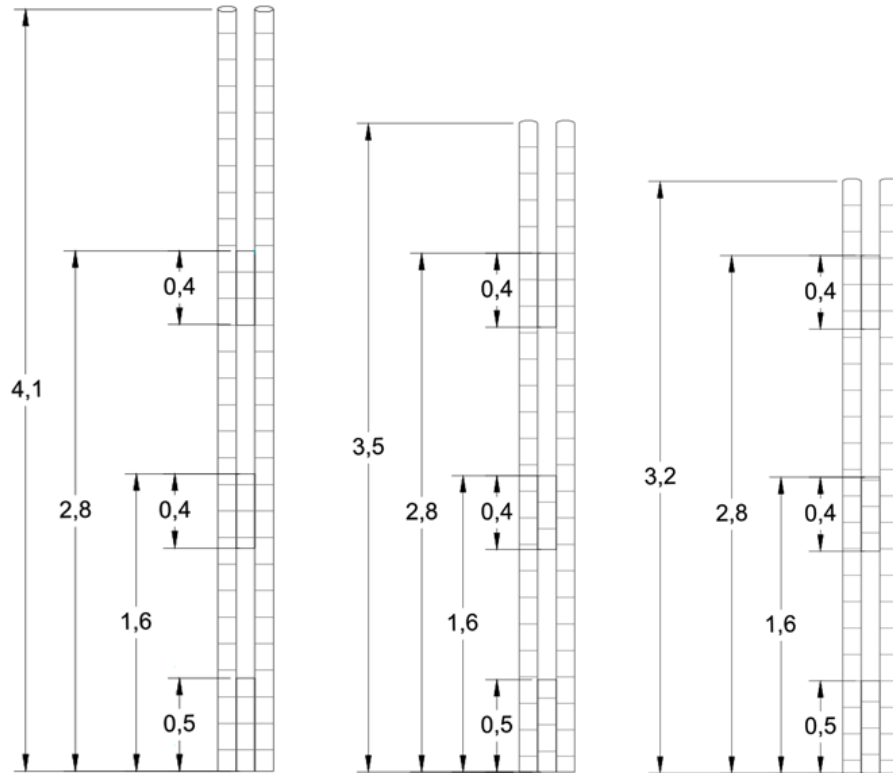


Planta vigas de entrepiso principales

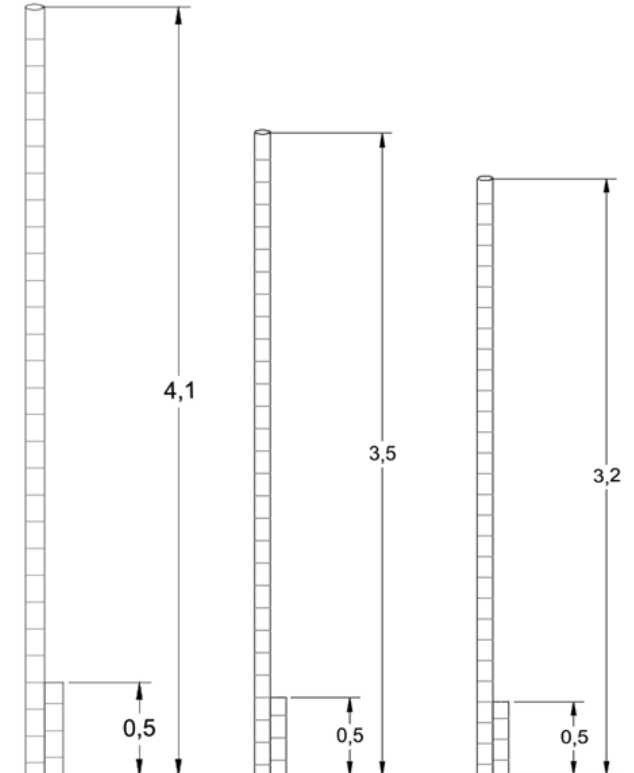


MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Columnas compuestas dobles (Alta, Media y Baja)

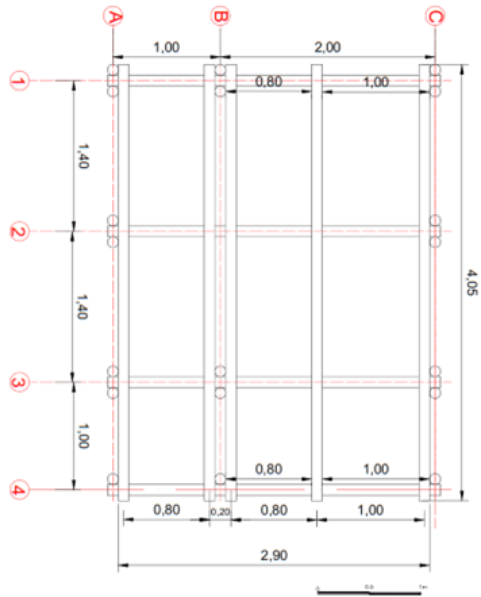


Columnas compuestas simples (Alta, Media, Baja)

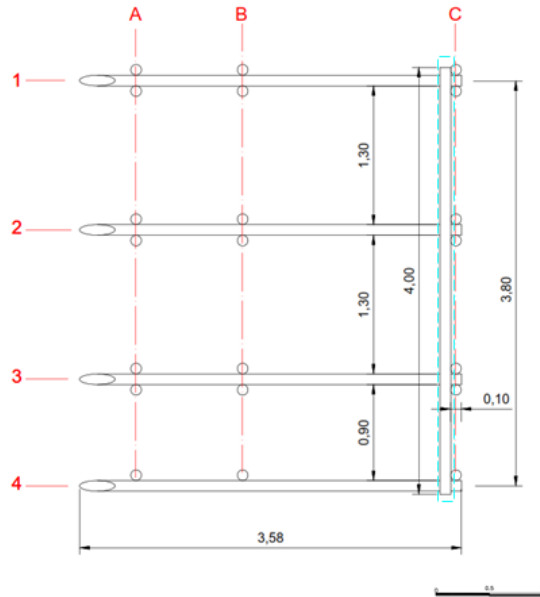


MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

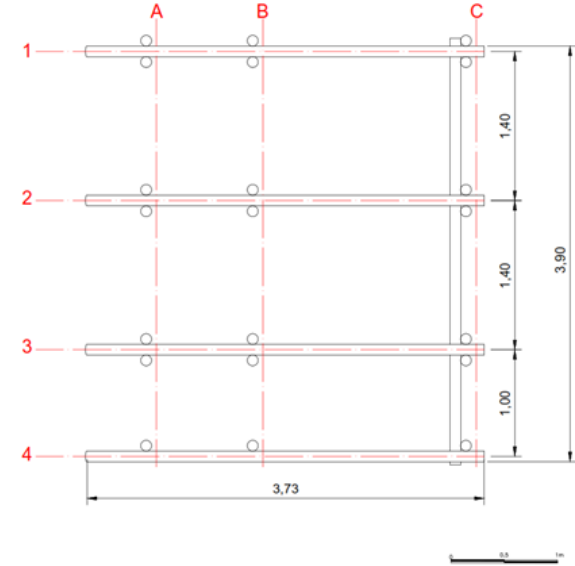
Planta vigas de entepiso secundarias



Planta vigas de amarre de cubierta

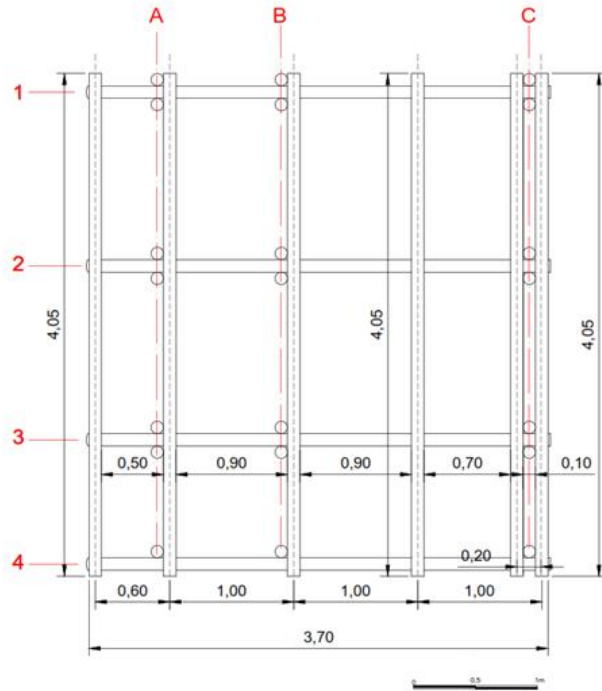


Planta vigas de cubierta

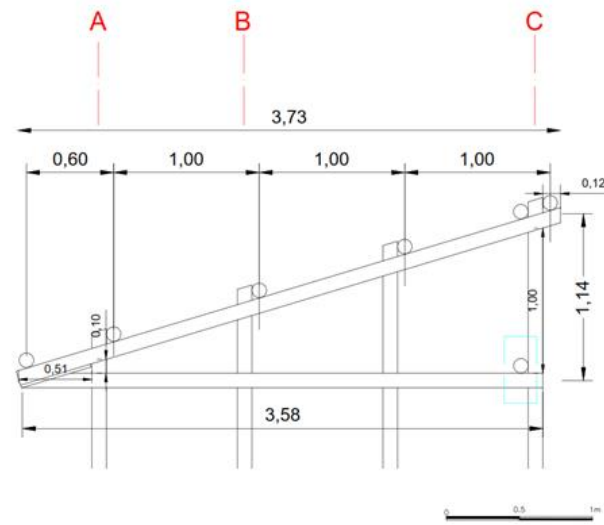


MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Planta Correas de cubierta

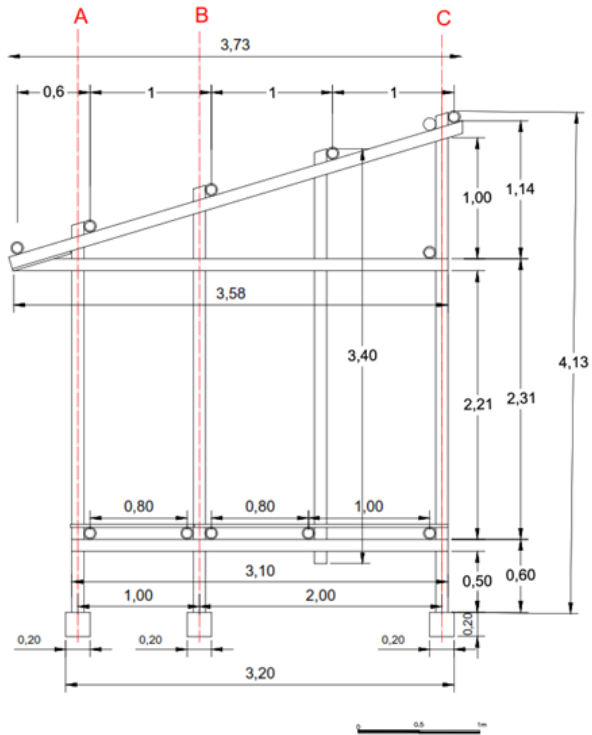


Vista lateral de estructura de cubierta

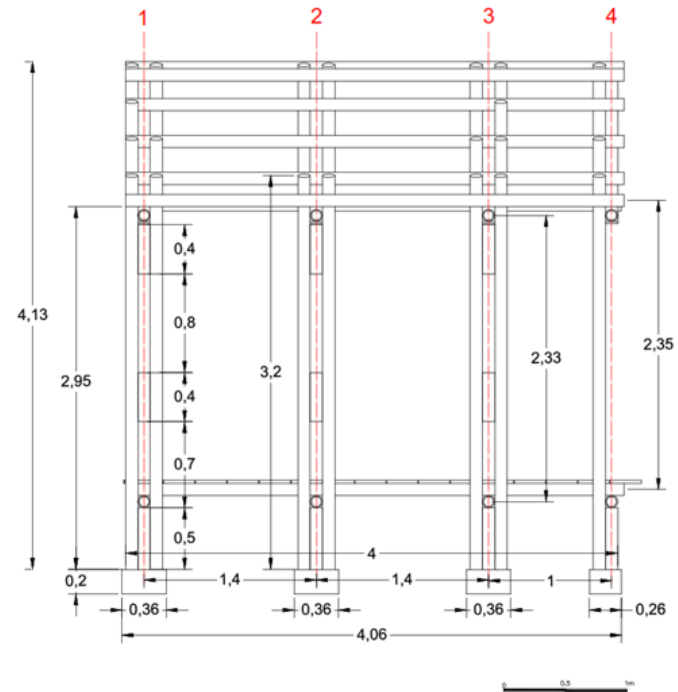


MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Vista transversal de estructura

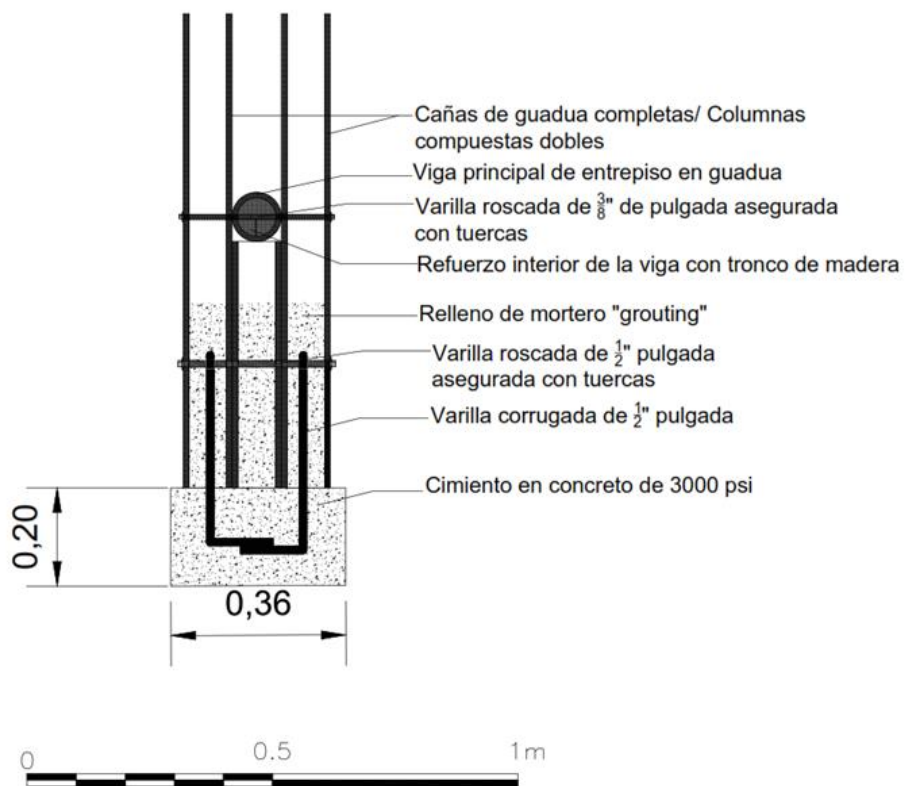


Vista longitudinal de estructura



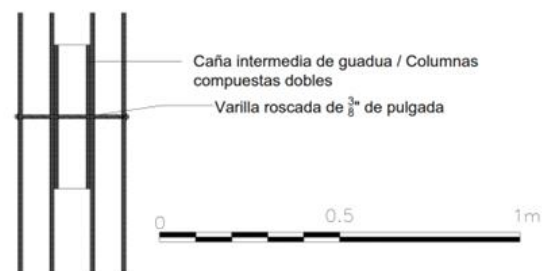
Detalles Constructivos

Detalle de anclaje de Columna compuesta doble a cimiento de concreto

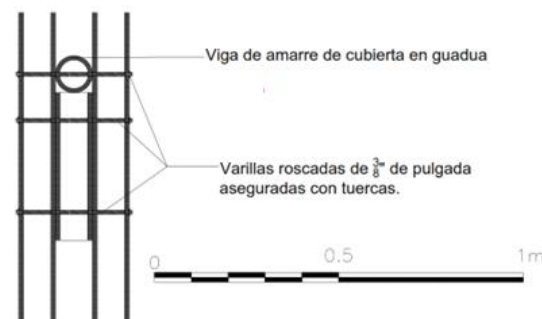


Detalle de anclaje de Columna compuesta sencilla a cimiento de concreto

Detalle unión de cañas de Columna compuesta doble en su punto medio

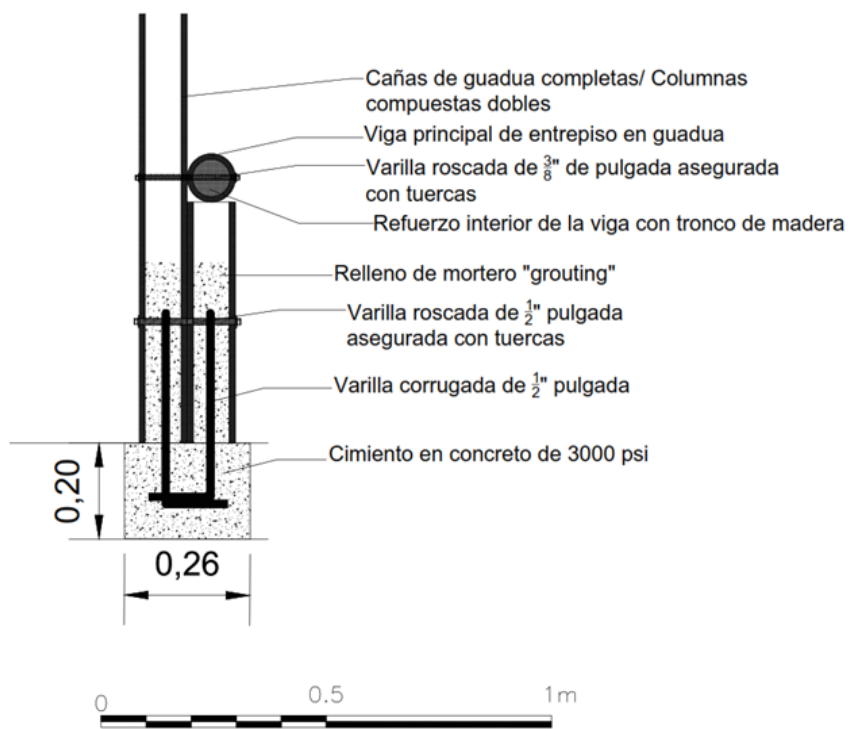


Detalle unión de columna doble con viga de amarre de cubierta



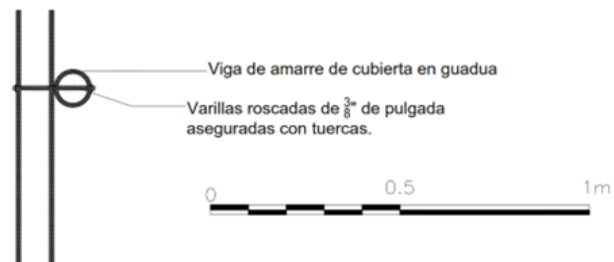
MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Detalle de anclaje de Columna compuesta doble a cimiento de concreto

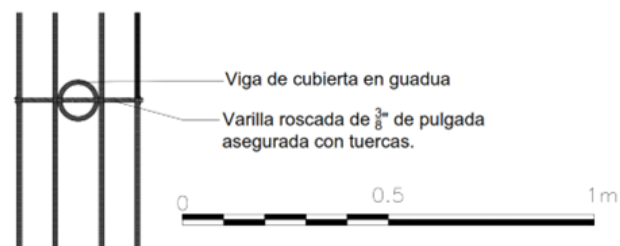


Detalle de anclaje de Columna compuesta sencilla a cimiento de concreto

Detalle unión de caña con viga de amarre y viga de cubierta

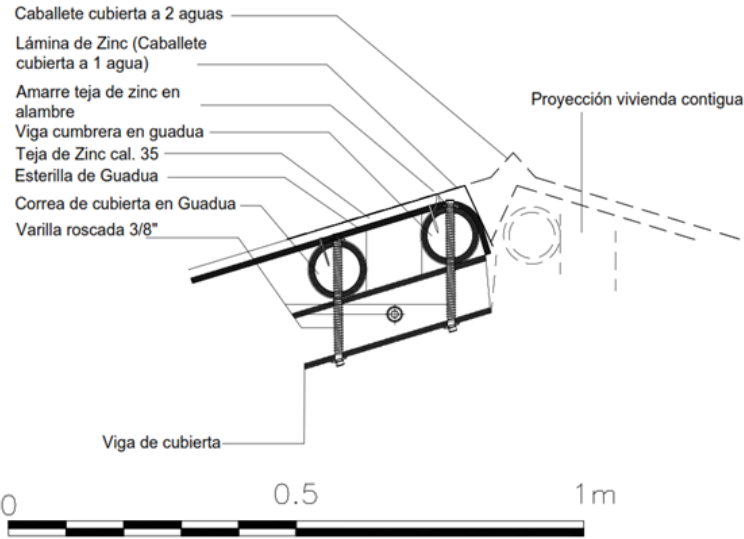


Detalle unión de columna doble con viga de cubierta

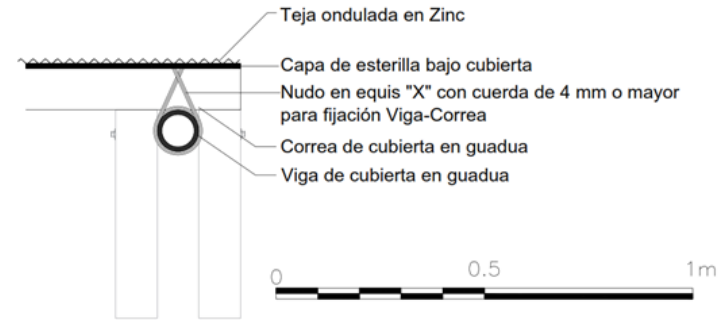


MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

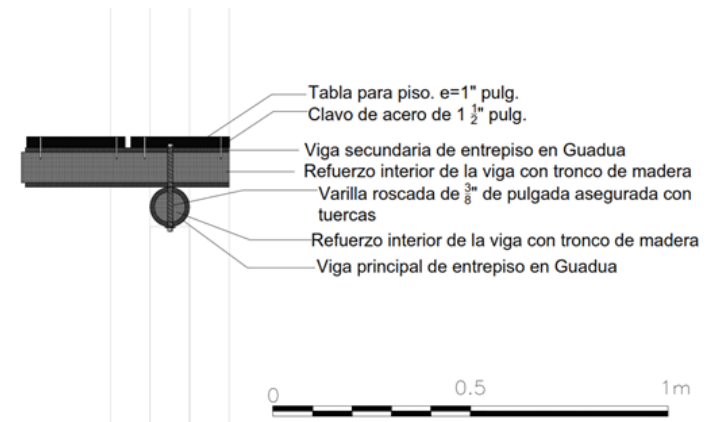
Detalle Anclaje de estructura y elementos de cubierta



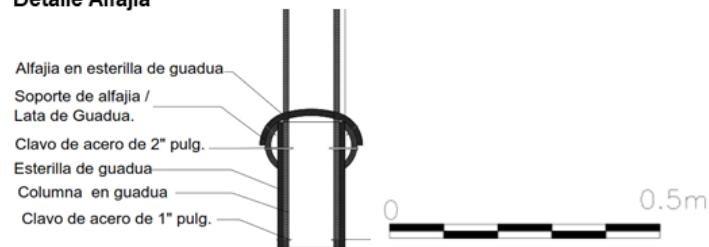
Detalle unión de viga con correa de cubierta



Detalle unión de vigas de entrepiso y tablas de piso



Detalle Alfajia



MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

Renders



MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA



MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA



MODELO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA EN BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH*, UNA SOLUCIÓN SOSTENIBLE AL DESASTRE OCURRIDO EN MOCOA, PUTUMAYO, COLOMBIA

