



II TALLER INTERNACIONAL HÁBITAT Y COMUNIDADES SOSTENIBLES

Título

Hábitat rural y materiales de construcción sostenibles: la madera rústica y el bambú.

Title

Rural habitat and sustainable construction materials: rustic wood and bamboo.

MSc. Idania María Montero Casas¹, MSc. María Elena Quesada Nápoles²,
MSc. Elvira Sariol Hernández³, MSc. Cristina Balbis Iraola⁴, Arq. Alina González
González⁵.

1-MSc. Idania María Montero Casas. Universidad de Camagüey. Cuba.
idania.montero@reduc.edu.cu.

2-MSc. María Elena Quesada Nápoles. Universidad de Camagüey. Cuba.
maria.quesada@reduc.edu.cu

3-MSc. Elvira Sariol Hernández. Universidad de Camagüey. Cuba.
elvira.sariol@reduc.edu.cu

4-MSc. Cristina Balbis Iraola. Universidad de Camagüey. Cuba.
cristina.balbis@reduc.edu.cu

5-Arq. Alina González González. Universidad de Camagüey. Cuba.
alina.gonzalez@reduc.edu.cu

Resumen:

La necesidad de crear espacios y mejorar las condiciones del hábitat en el entorno rural con materiales de construcción naturales, indica actuar a favor de tecnologías afines. La madera rústica pertenece a las tradiciones constructivas y es una opción ecológica, económica, resistente y acorde con nuestras condiciones de clima. En el mundo se emplea el bambú como material de construcción con resultados alentadores, por sus innumerables ventajas es una alternativa viable en viviendas y en particular en el entorno rural donde crece y se desarrolla esta planta. Este trabajo tiene como objetivo: definir los criterios de diseño en las tecnologías constructivas que emplean la madera



rústica y el bambú en viviendas rurales en el territorio y colaboran con la sostenibilidad del medio ambiente.

Se fundamentan los criterios técnicos para el uso de la madera rústica y del bambú por su experiencia de uso tanto en Cuba como en países de América Latina. Se estudian los elementos generales del proceso de diseño arquitectónico para la vivienda rural en Cuba. Se han considerado los aspectos espacio-funcionales, físico-ambientales, técnico-constructivos y formales que pueden ser aplicados bajo la tecnología constructiva que emplea estos materiales. Se proponen variantes de diseño que expresan la versatilidad del bambú en la construcción. Se aspira al rescate de las tradiciones productivas, al uso de tecnologías sostenibles, al afianzamiento de la identidad y a la preservación del entorno natural de las comunidades.

Abstract:

The necessity to create spaces and improve habitat conditions in the rural environment with natural building materials indicates acting in favor of related technologies. Rustic wood belongs to construction traditions and is an ecological, economical and resistant option in accordance with our climate conditions. In the world, bamboo is used as a construction material with encouraging results, due to its innumerable advantages it is a viable alternative in houses and in particular in the rural environment where this plant grows and develops. This work has the objective to define the design criteria in construction technologies with the use of rustic wood and bamboo in rural houses in the territory, which collaborate with the sustainability of the environment.

The technical criteria for the use of rustic wood and bamboo are based on their experience of use both in Cuba and Latin American countries. The general elements of the architectural design process for rural housing are studied. The space-functional, physical-environmental, technical-constructive and formal aspects that can be applied under the construction technology of the use of these materials have been considered. Design variants are proposed that express the versatility of bamboo in construction. The aspiration is to rescue the productive traditions, the use of sustainable technologies and the consolidation of the identity and the preservation of the natural environment of the communities.



Palabras Claves: Viviendas rurales; Criterios de diseño; Madera rústica; Bambú; Tecnología constructiva; Sostenibilidad.

Keywords: *Rural housing, design criteria, Rustic wood, Bamboo, Construction technology, Sustainability.*

1. Introducción

El déficit habitacional ha producido un impacto múltiple en la sociedad cubana, aunque el Estado Cubano ha demostrado resultados en la construcción de viviendas, también se manifiesta cierta incapacidad para reducirlo, incrementar los niveles de inversión en el sector y desarrollar una estrategia de participación financiera de la comunidad. (Everlery, 2008)

Entre los factores que inciden en lo anterior está el déficit de materiales de construcción, cuyas producciones requieren de notables consumos de energía producida por combustibles fósiles y la situación de crisis económica que vive el mundo, agravada en la actualidad por las consecuencias de la pandemia por la Covid-19, con un impacto negativo en todos los órdenes a nivel global. Nuestro país, con una economía subdesarrollada y un proceso socialista que aspira a la satisfacción de las necesidades cada vez más crecientes de la población, se ve afectado de igual manera.

La agricultura constituye un sector de trascendental importancia en el desarrollo económico del país. Los recursos que genera son indispensables para garantizar la base alimentaria de toda la población y propiciar el desarrollo de renglones exportables que se conviertan en entrada de divisas al país para satisfacer otras necesidades básicas.

Se aspira al rescate de las tradiciones productivas, la creación y el uso de tecnologías sostenibles, el mejoramiento de las condiciones de vida, el desarrollo socio cultural, el afianzamiento de la identidad y la preservación del entorno natural de las comunidades para las futuras generaciones.

Desde 2005, la CEPAL consideró que el perfeccionamiento futuro del modelo de desarrollo agrario deberá tomar más en cuenta el papel de la comunidad rural en la reproducción y oferta de fuerza de trabajo agrícola. Para ello se hará necesario emprender el tratamiento multiinstitucional a los problemas de infraestructura social y de servicios que apunten hacia un desarrollo rural integral sobre la base de sus



dimensiones económica, sociocultural, demográfica y ambiental como esferas insoslayables del desarrollo humano.

El uso de la madera rústica tiene sus orígenes desde tiempos muy remotos cuando el hombre trataba de dar respuesta a sus necesidades de protegerse del medio utilizando los materiales naturales a su alcance. Por sus características, la tecnología que emplea este material proporciona la construcción rápida de la estructura y una ligereza extraordinaria para tan altas resistencias que presenta la madera. Constituye una tradición constructiva en los campos de Cuba.

En el mundo se emplea el bambú como material de construcción con resultados alentadores, pocas especies maderables demuestran las innumerables ventajas que posee este producto forestal no maderero como material de construcción. Aunque en nuestro país se estudia y se fomenta su cultivo y aplicación en la actividad constructiva, aún son insuficientes los resultados que permitan la explotación del bambú en el diseño y construcción de viviendas rurales.

Por sus características y comportamiento, el empleo de la madera rústica y el bambú constituyen una solución viable para la construcción de viviendas, y en forma especial debiera ser imprescindible su empleo en el entorno rural, lugar donde crecen y se desarrollan las plantas que le dan origen. Es posible lograr elementos novedosos en el diseño que hagan estos espacios habitables más confortables, resistentes y bellos. En nuestro país es escasa la información sobre normas y regulaciones que avalen técnicamente la construcción de viviendas en el entorno rural, generalmente su práctica depende del conocimiento de las tradiciones constructivas de quien las ejecuta. Por tales razones se plantea como **objetivo:** definir los criterios de diseño en las tecnologías constructivas que emplean la madera rústica y el bambú en viviendas rurales en el territorio y colaboran con la sostenibilidad del medio ambiente.

2. Metodología

La investigación se funda en el análisis y síntesis de la información relacionada con el tema del diseño de viviendas rurales, de las tecnologías constructivas que emplean la madera rústica y el bambú, los resultados de entrevistas a moradores de zonas rurales, así mismo, la observación y valoración de las condiciones de su hábitat. Se aplica la metodología de diseño arquitectónico para arribar a los resultados.



3. Resultados y discusión

3.1 Vivienda rural en Cuba.

La vivienda rural se ha mantenido a lo largo de los años con características típicas de la cultura campesina, donde se identifica su forma de construcción, sus métodos y costumbres, que van desde la obtención de los materiales de construcción hasta su aplicación productiva. Se caracteriza como sigue: de fácil ejecución, de tradición en su tecnología constructiva, de conservación para hacerla más duradera, sin el empleo de herramientas complejas. En contraposición con los que habría que traer de zonas urbanas, los materiales se encuentran a disposición en la propia zona donde se construye, acordes con el medio circundante, se aplica el principio de la autoconstrucción, lo cual constituye una respuesta de la población rural a la solución de su hábitat. Entre los recursos naturales más utilizados en la estructura, están la palma real y la palma cana, conjuntamente con el empleo de otras especies maderables en cierres y divisiones, cubierta, mobiliario y otros artículos útiles en la vivienda. Esta tecnología constructiva utiliza la especie maderable en su estado natural y se elabora con materiales perecederos, que requieren de una buena ejecución, de mantenimiento adecuado y continuo para alargar su durabilidad. Dando como resultado una vivienda acogedora, de un agradable confort, correspondiente al clima de la isla.

3.2 Tecnología constructiva que emplea la madera rústica.

Conocer las propiedades de la madera es esencial para escoger una clase u otra y también para la elección del método de trabajo, su comportamiento depende de la parte del árbol al que pertenezca y varía según la edad de la planta, si ha crecido en terrenos húmedos o secos. La madera resiste mejor las cargas en relación con su peso que el acero. Su dureza consiste en la mayor o menor dificultad a la penetración de clavos y pernos, mientras más fibrosas más duras. Se recomienda el uso de maderas duras al corte para elementos de la estructura tales como: llaves, largueros, alfardas, cumbreras y horcones. Sus propiedades mecánicas dependen de su contenido de humedad y densidad, se aconseja un contenido de humedad de un 10% a un 15%, si estos varían se producen cambios en su densidad y esfuerzos internos. Un elemento estructural



sometido a esfuerzos de tracción, alcanza su mayor resistencia si actúan en dirección paralela a las fibras y puede disminuir si se realiza en sentido perpendicular, se debe a la formación tubular de las células. Lo singular de todas las propiedades, es que la sección transversal de los rollizos son aproximadamente circulares y longitudinalmente no son prismáticos, sino troncocónicos, además no son rectos, tienen cierta combadura y algunos reviros. Las propiedades geométricas deciden el diseño correcto y apropiado: respecto a los diámetros de los rollizos se tiene en cuenta que la diferencia de la longitud entre los diámetros perpendiculares, no debe exceder de un 15% del diámetro mayor que en cualquier sección transversal; así, el diámetro promedio de la sección menor en el extremo de menor sección del tronco, siempre deberá ser mayor de 4cm y la diferencia de los diámetros de la sección mayor y menor no será superior al 3% de la distancia entre ambas secciones. Los reviros en las piezas no deben producir una pendiente en las fibras mayor del 15% con respecto al eje del rollizo. El proceso de preservación contra la humedad, microorganismos y el fuego, debe ser bien controlado para evitar un debilitamiento excesivo en la madera al someterla a altos esfuerzos. Se indican las especies de madera con mayor densidad pues tienen mejor comportamiento a flexión y compresión: Guayacán, Dagame, Jiquí, Sobicú, Yaya.

A continuación se exponen los criterios técnico-constructivos definidos para la aplicación de la madera rústica como material de construcción (De la Torre y Pérez, 2005): se recomienda el uso de pilotes en zonas cercanas a lagunas, áreas cenagosas o incluso dentro del agua, protege la estructura de la humedad y daña menos la naturaleza. Los horcones no se aconsejan en alturas superiores a 2.40m sobre el nivel de piso terminado pues provoca un nivel de desnudez y el aumento de la esbeltez los hace menos resistentes al pandeo provocado por la acción del viento o de sobrecargas. En el caso de obras que contengan un nivel o más y que además estén levantadas del suelo mediante pilotes o algún entramado, el horcón deberá aparecer de forma continua partiendo desde el fondo de la cimentación hasta la altura de solera, evitando que aparezcan empates en el mismo por debajo de los pisos o entrepisos, de lo contrario se impide la transmisión efectiva de las tensiones. La separación entre horcones en las construcciones de planta cuadrada o rectangular en el sentido de los largueros, no debe sobrepasar los 4.00m y en el sentido de las llaves no debe superar los 6.00m. En caso de



que por requerimientos de diseño estas distancias sean mayores, se tendrá que emplear la cercha para la mejor distribución de las cargas de los largueros y llaves, se obtienen anchos entre 6m y 12m. En las construcciones circulares el diámetro mayor recomendable es de 20m, en este caso, es absolutamente necesaria la utilización de tornapuntas que descansen en el pendolón u horcón central y la longitud de los lados debe oscilar entre 2m y 3m para mantener su apariencia lo más cónica posible.

El principio de diseño de las cubiertas de madera rústica se basa en cinco formas elementales, a una, a dos, a tres y a cuatro aguas y además las cónicas. Con su combinación se pueden lograr soluciones novedosas que rompen los esquemas tradicionales. La pendiente mínima en las cubiertas de guano no debe ser menor del 80%, esto garantiza una duración de aproximadamente 20 años, aunque en edificaciones pequeñas con luces menores de 9m, la pendiente puede ser hasta de 76%. En viviendas con madera rústica se deben realizar aleros con anchos de 80cm, para garantizar la adecuada protección de los horcones y elementos de la estructura contra el efecto de las lluvias, el uso de los canes, barrotes, calzos, colaboran en tal sentido. En las cubiertas cobijadas con guano se aconseja impedir el uso de limatones o cambios violentos en su dirección para evitar la formación de aristas y garantizar la impermeabilización de esta franja. La madera rústica permite generar espacios abiertos o cerrados delimitados por muros o tabiques, su función principal es trabajar como elementos de cierre, pueden ser confeccionados con yagua, tablas de palma, costaneras, tablas aserradas y troncos.

Es imprescindible respetar las técnicas constructivas para esta tecnología y evitar sobredimensionamiento de los elementos, uso de elementos estructurales redundantes y de accesorios metálicos sin una razón adecuada. Para proteger los elementos de la humedad y darle terminación apropiada se emplea la pintura: se sugiere una tonalidad clara que no encubra la naturaleza ni la textura de la madera y después aplicar el barniz. Nunca se propone teñir el barniz, ni recurrir a pinturas de ningún otro tipo.

3.3 Tecnología constructiva que emplea el bambú.

El bambú es una planta herbácea leñosa permanente, perteneciente a la familia de las gramíneas, de tallo flexible y largo. Los bambúes pertenecen al hábitat húmedo de las selvas nubladas y selvas bajas tropicales, aunque algunos crecen en hábitat secos como la *Guadua* de América. Conocer sus propiedades físicas y mecánicas permite realizar



un mejor aprovechamiento de sus características. Las físicas lo hacen apreciar a través de su forma, estructura, color, textura, entre otras. Las mecánicas dependen de la especie botánica, la edad de corte, la sección del culmo que se utilice y de las propiedades físicas. El peso específico varía con la humedad: para caña secada al aire (humedad 18%) oscila entre 0.70 y 0.80 kg/cm³. Cuando más baja es la conductividad térmica más poder aislante tiene. La resistencia mínima a compresión es 3.00 KN/cm²; la resistencia a tracción depende del tipo de elemento, del porcentaje de humedad y de la presencia o no de nudos. La resistencia mínima a tracción 5.00 KN/cm²; resistencia a flexión mínima 3.00 KN/cm². La resistencia a cortante: mínima 0.40KN/cm². Es altamente resistente a la compresión paralela a las fibras en elementos estructurales como columnas, postes, puntales, bajantes y apoyos.

A continuación se exponen los criterios técnico-constructivos definidos para la aplicación del bambú como material de construcción en viviendas (Martínez, 2009): se recomienda una cimentación corrida de hormigón armado que cumpla con las características siguientes: las intersecciones de las vigas de cimentación deben ser monolíticas y continuas, al terminar la construcción de la cimentación se recomienda colocar una o dos hiladas de bloques de hormigón para lograr un nivel uniforme para la colocación de los elementos de muros y para producir el aislamiento necesario contra la humedad del piso, se dejan barras de acero empotradas en la viga de cimentación que sirvan como anclajes a los muros con un espaciamiento no mayor de 90cm uno del otro. En la construcción de los muros se pueden emplear los siguientes tipos de paneles, sus dimensiones están acorde al diseño de la vivienda, oscilan de 3.10m a 3.30m de altura y un ancho de 2.40m a 2.60m. Los tipos posibles a emplear son: paneles con culmos de bambú, panel de culmos y tirillas de bambú, panel elaborado con culmos de bambú en una estructura de marcos, panel con madera aserrada y culmos de bambú de varios tipos: panel estructural arriostrado, se deben ubicar en las esquinas de la vivienda, los extremos de cada muro deben estar arriostrados en ambas direcciones. El panel con madera aserrada y tiras de bambú se recomienda su fabricación en un taller para garantizar con el uso de las herramientas mecanizadas una mayor seguridad y mejor rendimiento en su calidad estructural.



La cubierta se diseña de cualquier forma: a dos o cuatro aguas con pendientes mayores o iguales a los 30 grados para evitar la succión por los fuertes vientos. Como elemento de cierre planchas metálicas, tejas de barro y otros elementos ligeros.

Las formas de unir el bambú más utilizadas son: del tipo pico de flauta o boca de pescado, también se logra la unión de dos bambúes con pasadores elaborados a partir del mismo bambú, metálicos o de madera. Se emplean las uniones clavadas cuando los esfuerzos son muy bajos o se realizan entre elementos de madera aserrada y bambú. En las zonas húmedas de la vivienda se dan soluciones similares a las de una vivienda tradicional, se emplean gres cerámicos y baldosas, el enchape cerámico se fija a la malla metálica de refuerzo en los paneles. En pisos se aplican los materiales que se tengan a disposición, pueden ser cerámicos o de mosaico y en otros se usa una mezcla de cemento combinado con colorante. En la terminación de las superficies de muros se aplica repello grueso y fino, luego se le da un acabado con pintura de vinil. Se deben evitar los enchapes pesados.

3.4 Criterios de diseño arquitectónicos para el uso de la madera rústica y el bambú en la vivienda rural.

Las tecnologías constructivas que emplean la madera rústica y el bambú como materiales de construcción, manifiestan particularidades que intervienen en el diseño arquitectónico: la tipología estructural puede ser de muros de cargas y armazón o esqueleto, adecuada para la construcción de viviendas. Las dimensiones de los espacios de la vivienda permite adaptarse a la luz y el puntal de la edificación que debe estar entre 2.50m y 4.0m, la luz total a cubrir con elementos estructurales en forma de armadura puede alcanzar entre 6.0 y 8.0m, recomendable. Los elementos de la estructura deben estar en un ambiente con bajo grado de humedad por lo que el diseño de los espacios debe garantizar una circulación adecuada del viento y favorecer el confort. Los elementos constructivos deben protegerse de la humedad y la lluvia, lo que indica el uso de aleros adecuados y la protección de los elementos de la cimentación. La construcción puede ser modulada y semiprefabricada, la versatilidad de los elementos de la estructura en muros y cubiertas facilita el logro de diseños creativos. Es compatible su uso junto a otros materiales de construcción: hormigón, metales. La



madera y el bambú son a la vez elementos decorativos. Las actividades de terminación se adaptan a las convencionales.

Análisis espacio-funcional: Las funciones que se realizan en la vivienda generan los siguientes espacios: Portal: para actividades que propician las relaciones sociales de la familia, como área de descanso, se advierte un área no menor de 6.0m²; Sala: para atender visitas y como núcleo de las reuniones familiares de mayor privacidad, permite la circulación hacia otros espacios de la vivienda, se recomienda un área de 12.0 m²; Cocina-comedor: destinada a la preparación de los alimentos para la familia, es el centro operativo de la vivienda, debe permitir el acceso fácil desde o hacia el exterior, el área promedio debe ser 12.0 m²; Dormitorios: destinados para el descanso, requieren mayor privacidad, es favorable un área de 12.0 m²; Baño: destinado para el aseo y las necesidades fisiológicas, se recomienda un área de 2.52 m²; Patio de servicio: En la vivienda rural resulta un espacio abierto, vinculado al espacio de la cocina, se realiza el lavado de la ropa, generalmente se ubica en el área trasera de la vivienda y asociado a las funciones del área del patio, es posible un área desde 6.0 m² hasta 25.0 m² (Kirkhan, 2010)

Análisis físico-ambiental: Ventilación: los dormitorios estarán localizados preferiblemente al noreste para propiciar la incidencia de los vientos predominantes. La cocina siempre estará orientada al sur o al oeste, garantizando la evacuación del aire caliente. El baño ubicado al oeste, en posición contraria al sentido de los vientos predominantes. Se deben emplear aleros con un ángulo de inclinación favorable. Se exhorta lograr franjas protectoras de los rayos del sol en las fachadas sur y oeste mediante el cultivo de plantones del propio bambú o árboles frondosos. Se opta por emplear falsos techos con el uso del culmo de bambú abierto y extendido, en casos donde se utilicen tejas acanaladas de zinc o fibrocemento. El puntal que se recomienda está entre 2.5m y 4.0m, lo cual proporciona un volumen de aire suficiente en el interior. Se sugiere el uso de ventanas de hojas para favorecer mayor entrada de luz y aire.

Análisis técnico-constructivo: cimentación corrida: permite el apoyo de los muros, con viga zapata de hormigón armado, apoyada sobre un suelo con estabilidad. Para las columnas se construye un cimiento aislado y se protege con hormigón la parte del culmo de bambú o del rollizo que sobresale del suelo para garantizar su protección



contra la humedad. Se colocan anclajes de acero que permiten la unión a los elementos que se apoyan en ella. Muros: Se propone el uso de 3 tipos de paneles: de bambú natural a media caña, de culmo abierto, y de tiras de bambú. En el baño y la cocina se proponen muros de ladrillo o bloques en los muros donde se empotran las tuberías hidrosanitarias. Cubierta: se proponen tres soluciones para la cubierta: de armaduras, de entramado de sus elementos, de hormigón reforzado con tiras de bambú, y curvas. Uniones: se proponen las de boca de pescado para unir elementos perpendiculares, y la de pico de flauta para unir elementos inclinados a cualquier ángulo. La cubierta para las viviendas con madera rústica puede emplear guano, tejas de asbesto o metálicas sobre una armadura de rollizos según su forma geométrica. Terminaciones: Se recomienda el uso de los materiales locales, por su fácil accesibilidad y menores costos de transportación. **Análisis formal:** El diseño arquitectónico pretende introducir nuevos conceptos para el caso de las viviendas rurales. Es imprescindible favorecer a las personas que viven en estos espacios y que trabajan en ese contexto, considerar la necesidad de lograr una armonía con el medio que rodea a la vivienda, establecer una relación entre los espacios en forma axial, radial y oculta. Aprovechar las facilidades que brindan el bambú y la madera rústica en cuanto a su forma, color y textura. (Ver ilustraciones 1 y 2)

3.5 Materiales de construcción sostenibles.

La acción más ecológica que se puede tomar en la construcción, es utilizar materiales del modo más natural, con la menor manipulación humana posible. Cuanto menos se manipula un material, menos energía se consume y menos residuos y emisiones se generan. Se consideran materiales de construcción sostenibles los que son duraderos, necesitan un escaso mantenimiento, pueden reutilizarse, reciclarse o recuperarse, los que en su producción, utilización y recuperación se haya utilizado eficientemente la energía y cuyo impacto ambiental por sus residuos sea el mínimo posible.

La madera rolliza es uno de los materiales de construcción más natural y saludable; no necesita equipos de izaje para el montaje de elementos en obra, lo que disminuye el gasto de combustibles fósiles y la contaminación del aire por monóxido de carbono proveniente de la combustión interna de los motores. Este sistema constructivo se adapta perfectamente a la topografía del terreno, evita hacer grandes movimientos de tierra que afectan y erosionan la capa superficial del planeta, protege así la naturaleza



(De la Torre y Pérez, 2005). En nuestro país, esta materia prima procede de programas relacionados con la reforestación y limpieza selectiva de los bosques artificiales, los cuales tienen normas para acelerar el crecimiento de los árboles y controlar rigurosamente el tiempo específico de su tala, se exige que por cada árbol que se corte se plante otro para favorecer su sostenibilidad. La madera debe satisfacer algunas pautas: los tratamientos de conservación ante los insectos, los hongos y la humedad deben ser compuestos de resinas vegetales. Al concluir su vida útil, la madera puede reciclarse para fabricar tableros aglomerados o para su valorización energética como biomasa. Se recomienda el uso de maderas locales y atenuar el de la madera semi-manufacturada que se utiliza en nuestro país proveniente de Norteamérica, países bálticos y países nórdicos, con alto consumo energético para su traslado. Estudios demuestran que la madera es bastante resistente a la humedad interna y externa de la vivienda, si se le otorga el revestimiento adecuado durante su construcción y el mantenimiento apropiado durante su vida útil, puede resistir altas temperaturas, incluso el fuego mediante las capas que la componen. Su durabilidad puede alcanzar hasta los 100 años si se mantienen las medidas de conservación y mantenimiento convenientes.

El bambú satisface los criterios de sostenibilidad. Es la planta que más rápido crece en el mundo, algunas especies tienen un registro de crecimiento de más de 4 pies en 24 horas, un culmo regenera su masa completa dentro de solo 6 meses. Puede ser talado cada 3-6 años sin dañar al sistema de vegetación a su alrededor, el sistema de raíces se mantiene intacto, evita la erosión y permiten retener unos 6,0 metros cúbicos de suelos. Puede ser una alternativa viable para reemplazar a la madera (Quincy, 2011).

Es importante reconocer que tanto los componentes de la madera rústica como del bambú poseen uniones en seco de forma atornillada, por presión, por medio de clavos, engranajes, etc., fácilmente desmontables para permitir la sustitución de los elementos dañados sin dañar el resto de los componentes durante el tiempo de su vida útil.

4. Conclusiones

- Se confirma que los criterios de diseño definidos en las tecnologías constructivas con madera rústica y bambú para viviendas rurales, son factibles para la construcción y deben ser empleados convenientemente en la solución de los problemas en este hábitat,



hacia el logro de diseños que satisfagan la demanda de sus habitantes en cuanto a confort, durabilidad y expresión formal.

- La madera rústica y el bambú son materiales sostenibles. Los programas de construcción deben hacer hincapié en su uso como materiales locales para lograr diseños eficientes en energía y que no dañan la salud y el medio ambiente, además de utilizar una mano de obra intensiva que emplea un mayor número de personas.

- El cultivo del bambú debe alcanzar un desarrollo superior en el país por su potencial de resistencia, durabilidad y versatilidad como material de construcción y otros usos posibles. Similar ocurre con la madera rústica que se obtiene en nuestros campos a partir del desarrollo forestal de los árboles maderables que la proporcionan.



Figuras 1 y 2. Ejemplos de diseño de viviendas empleando bambú. (Kirkhan, 2010)

5. Referencias bibliográficas

1. De la Torre, D y Pérez, R (2005) *Instrucciones para el proyecto y construcción con madera rolliza*. Trabajo de grado, Arquitectura, Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba.
2. *Desarrollo rural en Cuba. Comentarios preliminares. Desarrollo rural en Cuba y A. Latina*. (2005). CEPAL.
3. Everlery, O (2008). *Apuntes sobre la vivienda en Cuba*, Boletín Cuatrimestral. CEEC.
4. Figueredo, R (2010) *Manual de construcción de vivienda con bambú: Un manual para la producción y construcción de la vivienda rural con bambú*. Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba. Holguín.
5. Herrera, G (2008) *El patrimonio agroindustrial azucarero de la provincia de Camagüey*. Tesis (Tesis presentada en opción al grado Científico de Doctor en



III CONVENCIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL 2021•UCLV
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
Hábitat rural y materiales de construcción sostenibles: la madera rústica y el bambú.

Ciencias Técnicas). La Habana: Centro Universitario "José Antonio Echeverría", Facultad de Arquitectura.

6. Kirkhan, D (2010) *Diseño de viviendas rurales con el uso de la tecnología constructiva que emplea el bambú como material de construcción*. Trabajo de grado, Arquitectura, Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba.
7. Martínez, J (2009) *Caracterización de la tipología constructiva que emplea el bambú como material de construcción en las viviendas rurales*. Trabajo de grado, Arquitectura, Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba.
8. Propiedades de la madera (s. f.). Recuperado el 17 marzo de 2019 de <https://html.rincondelvago.com/propiedades-de-la-madera.html>
9. Quincy, J (2011) *Los criterios de sustentabilidad y la construcción de viviendas rurales con bambú en Cuba*. Trabajo de grado, Arquitectura, Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba.
10. Uso de la madera (s. f.). Recuperado el 17 marzo de 2019 de <https://html.rincondelvago.com/uso-de-la-madera.html>
11. Vélez, S (2006) *Actualidad y futuro de la Arquitectura de Bambú en Colombia*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona. Universidad Politécnica de Cataluña.