



Vernacular building with bamboo

Edificio vernáculo con bambú

BELÉN VELÁSTEGUI TORO

Ingeniera civil por la universidad de Ecuador
mbelen_velasteguit@hotmail.com

RICARDO TENDERO CABALLERO

E.T.S. Edificación. Universidad Politécnica de Madrid.
ricardo.tendero@upm.es

In Ecuador, it is easy to harvest bamboo vegetation, which has properties suitable for construction and thanks to its rapid growth in the land, it allows to maintain a stable ecosystem without affecting the environment from which it is obtained. There is a house built years ago with materials obtained from the environment in which it is located, such as bamboo, the same one that was built by its own inhabitants in an empirical way among its relatives and neighbors. The house is implanted in the coastal area of Ecuador, with a tropical climate, however thanks to the use of bamboo material they have managed to generate correct ventilation while maintaining the necessary comfort inside the house avoiding the use of mechanical air conditioning equipment.

Bamboo house, Vernacular architecture, Manabí, Ecuador, Sustainability.

En Ecuador existe la facilidad de cosechar vegetación de bambú, el mismo que posee propiedades aptas para la construcción y gracias a su rápido crecimiento en la tierra permite mantener un ecosistema estable sin afectar el entorno del que se lo obtiene. Existe una vivienda construida años atrás con materiales obtenidos del entorno en el que se emplaza, como es el bambú, la misma que fue construida por sus propios habitantes de manera empírica entre los familiares y vecinos del mismo. La vivienda se implanta en la zona costera de Ecuador, con un clima tropical, sin embargo gracias al uso del material de bambú han logrado generar una correcta ventilación manteniendo el confort necesario dentro de la vivienda evitando utilizar equipos mecánicos de climatización.

Casa de Bambú, Arquitectura vernácula, Manabí, Ecuador, Sostenibilidad .

1. INTRODUCCIÓN

Edificaciones construidas con Bambú se han ejecutado desde hace muchos años, en especial en las viviendas rurales del sector de la costa ecuatoriana, representa la principal materia prima para más de 300.000 viviendas de tipo social, se lo utiliza en un principio en la costa debido a su facilidad para conseguirla, del mismo modo ambientalmente, aporta en la protección de cuencas hidrográficas, protección del suelo y la biodiversidad, captura de CO₂ e influye en el microclima local [1].

Según la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones – CORPEI señala que en Ecuador existen aproximadamente 10.000 hectáreas de bambú. Se caracterizan porque sirven para muchos usos como es material de construcción en bruto, viviendas, alimento, papel, pisos, paneles de madera playwood, laminados, suelos parquet, adornos, muebles, etc., las características del bambú son las razones por la que se lo usa en tantos medios y en especial en la construcción ya que posee versatilidad, ligereza, flexibilidad, resistencia, dureza, adaptabilidad climática, resistencia a los terremotos y belleza visual, del mismo modo es un material de construcción que posee un costo razonable, cumple con los requerimientos ambientales en especial en las

zonas en donde se lo cultiva y se construye y finalmente cumple con los requerimientos del International Building Code – IBC .

2. UBICACIÓN

La vivienda está ubicada en América del Sur en la zona rural en la costa ecuatoriana en la provincia de Manabí, en el oeste de Ecuador hacia el Océano Pacífico, ver figura 1.

Manabí es uno de los centros más importantes del país a nivel administrativo, económico, financiero y comercial del Ecuador, en donde las principales actividades son el comercio, la ganadería, la industria y la pesca, ya que posee el segundo puerto más importante del país, así mismo cabe destacar la actividad agropecuaria en el área rural de la provincia, en donde se cultiva el 52% de la producción total de bambú del Ecuador [2].

Su población es de 1'395.249 habitantes, con una tasa anual de 1.65% de crecimiento, la edad media de la población es de 28 años. Los habitantes están formados por el 68.02% de mestizos, seguido por el 19.2% de montubios, 6% de afroecuatorianos, 5.12% de blancos e indígenas con tan solo el 0.2%.

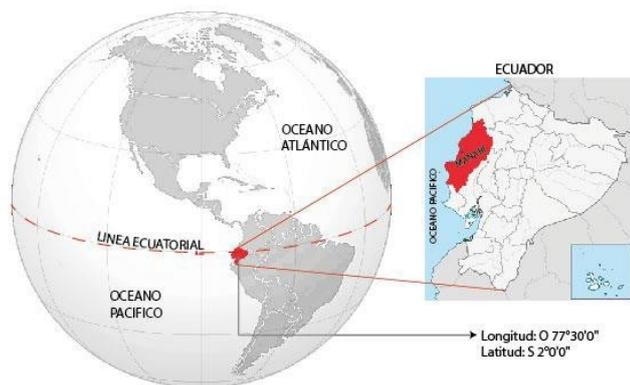


Fig. 1. Ubicación de Manabí – Ecuador [Elaboración propia]

3. CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO

3.1. ENTORNO SOCIAL Y CULTURAL

El país ha afrontado problemas sociales relacionados con

temas económicos, en donde Manabí y Esmeraldas son las provincias de la costa que han presentado niveles importantes de incidencia de pobreza y desigualdad, en donde la incidencia de la pobreza en el área rural hasta el 2002 fue del 77% y en el área urbana del 43% de la población.

Sin embargo, ha presentado una mejor evolución para el 2016 en donde este índice ha disminuido teniendo una incidencia de pobreza por ingresos del 25% tomando en cuenta el crecimiento del área urbana.

Estos índices de pobreza se definen por el acceso a servicios básicos, como especificaban para el año 1990: hogares con características físicas inadecuadas es el 23.5%, abastecimiento de agua por red pública solo tiene acceso el 57.1% de la población, así como la disponibilidad del servicio eléctrico es el 77.7% y con alcantarillado solo el 39.5%, sin embargo el acceso a los servicios básicos conforme pasa el tiempo va incrementando para la mayor cantidad de población, [3] ver la tabla 1:

CARACTERÍSTICAS	1990	2001	2010
hogares con características físicas inadecuadas	23.50%	15.80%	12.50%
abastecimiento de agua por red pública	57.10%	67.50%	72%
disponibilidad de servicio eléctrico en la vivienda	77.70%	89.70%	93.20%
disponibilidad de alcantarillado	39.50%	48%	53.60%
eliminación de basura por carro recolector	43.20%	62.70%	77%
disponibilidad de servicio telefónico en la vivienda	15.70%	32.20%	33.40%

Tabla 1. Acceso a servicios básicos Tomado de Informe de Desarrollo Social 2007-2017 [3]

Acceso a servicios básicos

Tomado de Informe de Desarrollo Social 2007-2017 [3]

Los habitantes de Manabí, o más conocidos como “montubios”, son afables, educados y generosos, desde la antigüedad sustentan su economía en el sector agropecuario y en la agroindustria, del mismo modo se caracterizan por la belleza

de sus artesanías, ya que unos tejen las hebras de la paja toquilla que elaboran finos sombreros.

La población económicamente activa han sido ciudadanos menores a 50 años formando el 85% de la población, en donde la presencia de la mujer para el año 1990 era del 26.4% ha incrementado para el 2010 hasta el 36.8% ver figura 2.

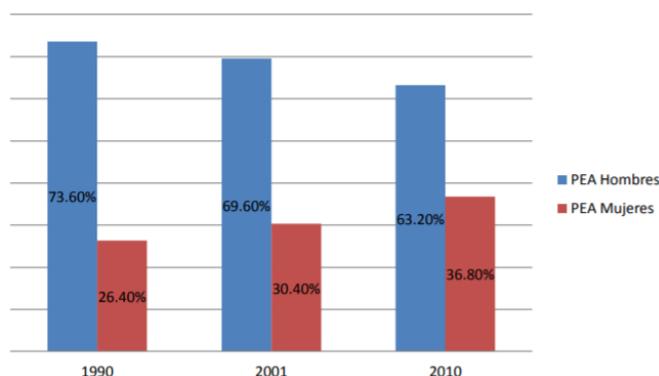


Fig. 1. Población económicamente activa hombres y mujeres Tomado de Informe de Desarrollo Social 2007-2017 [3].

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	25.9	26.3	26.4	26.3	26	24.9	24.1	24.1	24	24.2	24.6	25.4
Temperatura min. (°C)	22.3	22.9	22.8	22.5	22.1	21.2	20.3	20	20.1	20.4	20.8	21.4
Temperatura máx. (°C)	29.6	29.8	30	30.2	29.9	28.6	28	28.2	28	28.1	28.4	29.4

Tabla 3. Temperatura anual de la provincia de Manabí. Tomado de Anuario Meteorológico del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [5]

Los meses de mayor precipitación en la provincia son desde diciembre a abril generando entre 20.33 a 122.4 mm de pluviosidad intensa, por lo que ciertas zonas de la provincia pueden llegar a causar pérdidas de bienes materiales en el caso de que no se construyan viviendas aptas para esta situación, ya que suele ocurrir que existe un alto índice de inundaciones en la zona.

Como se puede apreciar en el siguiente grafico la provincia de Manabí es en donde se encuentra la mayor cantidad de viviendas afectadas anualmente en el área urbana de la región Costa generando un rango entre 134 a 218 edificaciones [5] ver figura 3.

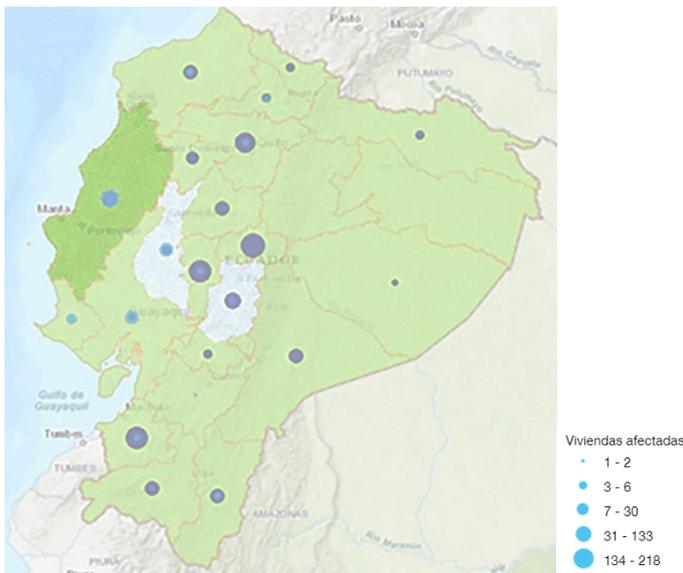


Fig. 3. Viviendas afectadas por inundaciones en la provincia de Manabí. Tomado de Anuario Meteorológico del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [5]

La temperatura del aire a la sombra varía entre 19.4 oC que se registra en el mes de noviembre hasta la más alta siendo de 33.1 oC en el mes de marzo.

Debido a los niveles de pluviosidad se genera una humedad relativa desde 41% hasta 99% en los meses de mayores precipitaciones como son los meses de enero y febrero que pueden llegar a llover por 14 a 16 días respectivamente [4].

Para la construcción de las viviendas en la zona debido a las altas temperaturas y a la humedad relativa de la provincia es de gran importancia definir la dirección del viento y su velocidad, para el área se puede determinar que en ciertos meses del año, es decir desde mayo a agosto la velocidad del viento media es de 5 m/s en dirección Suroeste, por ello la vivienda se situar en esta dirección para poder generar una correcta ventilación de la edificación [4].

4. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

Para el análisis de la edificación vernácula, ver figura 4, se explica las características de una vivienda realizada con bambú, la vivienda posee un área de 125 m2. Esta vivienda se ha construido con un presupuesto aproximado de 15.000 USD.



Fig. 4. Estado de la vivienda actual. Tomado de Vivienda vernácula de bambú [6]

Las personas que habitan en la misma es una familia de recursos limitados quien fue la que se encargó de la construcción de la vivienda con la ayuda de la población del lugar, trabajaron en conjunto desde la extracción del material hasta su curado, para posteriormente construir empíricamente con el mismo.

Esta construido con aproximadamente 900 bambúes y 8 troncos de árboles de laurel que forma la estructura secundaria y paredes de la vivienda [6] figura 5.



Fig. 5. Vivienda de bambú Tomado de Vivienda vernácula de bambú [6]

El uso de los recursos locales permiten generar construcciones de bajo costo y mantenimiento, utilizando tecnologías locales y procesos empíricos permitiendo un reducción de costo de la mano de obra, a futuro en el caso de requerir la

desintegración de la edificación con el paso del tiempo puede volver la zona a su estado natural, ya que el beneficio que se puede obtener de la planta de bambú es su agilidad para repoblarse en su zona primitiva.

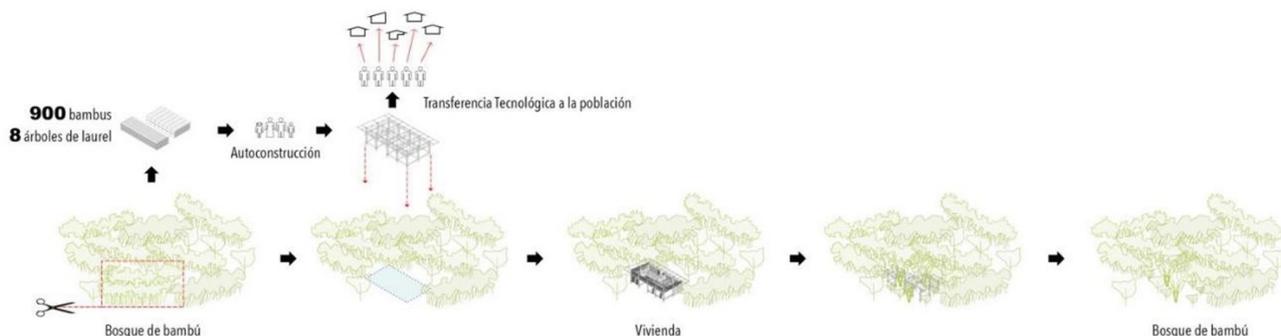


Fig. 5. Ciclo de vida de la vivienda de bambú. Tomado de Vivienda vernácula de bambú [6]

La estructura de la vivienda es aporticada, generada por columnas y vigas de troncos de bambú, tomando en cuenta que la vivienda se la construyo de manera empírica por los familiares y habitantes de la zona, la unión de las vigas con las columnas se las efectúa por medio de un entrelazado generado por la unión de varios troncos de bambú.

De esta manera se puede obtener el grosor necesario para el soporte de la vivienda, asimismo han resuelto por dejar que las vigas traspasen a la columna por aproximadamente 1 metro, de manera que al existir sismos las vigas puedan moverse o generar cierto desplazamiento sin llegar a separarse de la unión existente con las columnas [7] ver figura 7 y 8.



Fig. 8. Detalle de la unión columna – viga. Tomado de Vivienda costa ecuatoriana [7]



Fig. 7. Estructura de bambú. Tomado de Vivienda costa ecuatoriana [7]

La cimentación de la vivienda está formado por dados de hormigón que permiten levantar a la vivienda y a la estructura de bambú, asimismo el uso de hormigón es un material que permite contrarrestar los problemas de humedad y es un material resistente al contacto con el agua ver figura 9.



Fig. 9. Imagen de construcción de la cimentación de la vivienda. Tomado de Vivienda costa ecuatoriana [7]

La vivienda está formada por 3 habitaciones, terraza, sala, comedor, cocina y 1 baño, se incrementó un espacio céntrico de la vivienda en donde se instalaron hamacas y forma el acceso principal de la vivienda, la terraza ha sido ubicada para ser el punto de encuentro entre las habitaciones ubicada en la parte posterior de la vivienda está completamente abierta hacia el bosque de bambú que se encuentra en el entorno generando un espacio tranquilo conectado directamente con el entorno, así mismo genera un espacio completamente fresco por la falta de paredes divisoras, cabe recalcar que la cocina la ubicaron estratégicamente en un extremo ya que para la época se cocinaba con leña, de esta manera por la ubicación y la falta de viento evitaban que el humo ingrese a la vivienda, como se puede apreciar en el plano a continuación [6] ver figura 10 y 11.



Fig. 10. Planta baja de vivienda de bambú Tomado de Vivienda vernácula de bambú [6]



Fig. 11. Visual A. Tomado de Vivienda vernácula de bambú [6]

4.7. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES

El espacio central o núcleo de la vivienda es completamente abierto al entorno permitiendo la circulación directa del viento, del mismo modo a la altura de la fachada bajo la cubierta se ha integrado una pared superior realizada con tiras de materiales de madera, permitiendo realizar una pared porosa dejando espacios entre las tiras de madera que impiden el ingreso directo de la luz solar pero permiten la continua circulación de viento de esta manera la vivienda se mantiene fresca durante el día y la noche [6] ver figura 12 y 13.

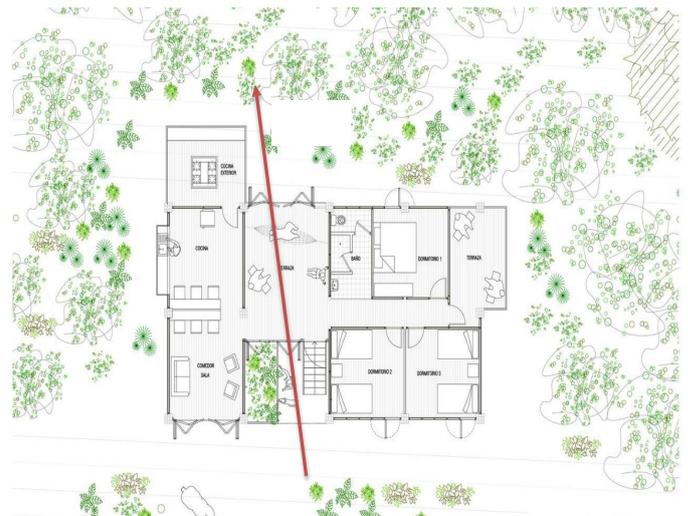


Fig. 12. Relación del viento con la vivienda. Tomado de Vivienda vernácula de bambú [6]



Fig. 13. Fachada frontal, ingreso principal. Tomado de Vivienda vernácula de bambú [6]

En la imagen de la figura 14, con la luz artificial de la vivienda se puede apreciar la porosidad de la edificación.

La vivienda no posee ventanas de vidrio debido al clima de la zona, el uso de madera permite generar protecciones de tipo persianas, este detalle y su uso se debe a la presencia de animales en la zona tomando en cuenta que la vivienda está ubicada en medio de un bosque de bambú, por tal motivo el viento ingresa de manera continua por medio de estos vanos, permitiendo generar una correcta ventilación sin importar que las ventanas de madera estén cerradas, fig 15.



Fig. 14. Vista exterior nocturna. Tomado de Vivienda vernácula de bambú [6]



Fig. 15. Detalle de persianas. Tomado de Vivienda vernácula de bambú [6]

Debido al alto nivel de pluviosidad de la zona la vivienda se separa del suelo de esta manera evita que las inundaciones afecten el interior de la vivienda, del mismo modo por las altas temperaturas permiten la circulación continua de aire, la vivienda se emplaza en una zona con una pendiente, de esta

manera evitan generar estancamientos de agua, ya que la zona por su condición climática es óptima para desarrollar fuentes infecciosos generados por mosquitos sobre fuentes de agua estancadas [6] ver figura 16 y 17.



Fig. 16. Fachada lateral izquierda. Tomado de Vivienda vernácula de bambú [6]



Fig. 17. Fachada Frontal de vivienda de bambú. Tomado de Vivienda vernácula de bambú [6]

La cubierta de la vivienda era una “losa” de bambú con una pendiente del 7% aproximadamente, teniendo el punto más bajo hacia la parte posterior de la edificación de manera que cubre a la vivienda del ingreso de luz solar, sin embargo hacia la fachada frontal se ubica el punto más alto de la cubierta, generando un nivel de amplitud y jerarquía hacia el ingreso principal, al tener esta apertura permite que el

ingreso de rayos solares sea más propenso, por esta razón se utilizaron las paredes superiores de protección contra el sol, ver figura 18.

Del mismo modo cabe recalcar que posee aleros de 1 metro, que permiten proteger a la vivienda contra la lluvia y contra los rayos solares.



Fig. 18 Fachada lateral derecha. Tomado de Vivienda vernácula de bambú [6]

Está conformada por ventanas y puertas abatibles, de manera que permiten configurar la apertura según las necesidades de quienes habitan en la vivienda como es privacidad, visuales o intensidad de luz que desean que

ingresa, sin embargo estas ventanas y puertas no se sellan herméticamente de manera que permite mantener una continua ventilación desde el exterior hacia el interior, ver figura 19.

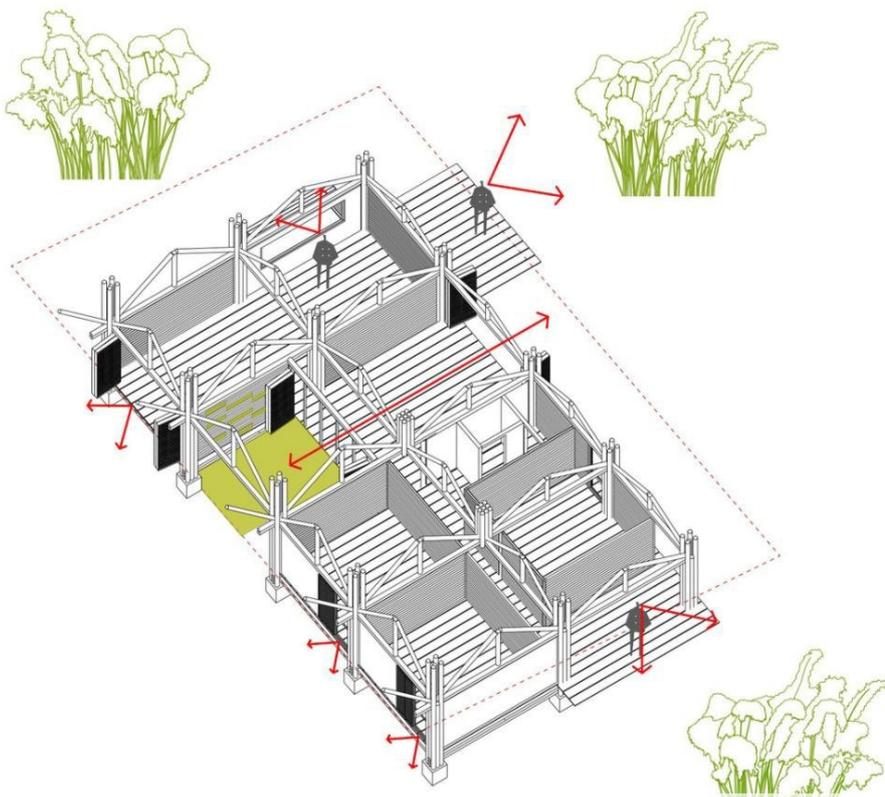


Fig. 19 Diagrama de visuales y dirección de viento de vivienda de bambú [6]

5. ESTADO DE LA VIVIENDA ACTUAL

La vivienda ha sido habitada durante años por la familia que la construyó, ya que como se acostumbra en la provincia de Manabí los habitantes de una familia en una casa están conformados por los abuelos, hijos, nietos y muchas veces incluso en las mismas viviendas habitan primos o tíos de la familia, es decir familias numerosas en espacios pequeños, esto se debe a la falta de recursos económicos en ciertos hogares, sin embargo cabe recalcar que al ser personas de bajos recursos mantienen a sus casa como lo más preciado, ya que en su punto de refugio y protección [7] ver figura 20.



Fig. 20. Vista de la sala de la vivienda. Tomado de Vivienda costa ecuatoriana [7]

El bambú es un material muy resistente a través de los años y este es un claro ejemplo de ello, la estructura de la vivienda está intacta, esta ha sido cuidada contra las plagas que puede llegar a poseer a causa de ser un material natural, la vivienda ha sufrido ciertas modificaciones siempre pensando en el interés y bienestar de la familia, como se explicó con anterioridad las paredes ubicadas bajo la cubierta fueron integradas mientras la familia habitaba en la vivienda, pusieron este tipo de detalle según su instinto de protección contra el sol intenso que suele tener la zona, ver figura 21.



Fig. 21. Detalle de pared superior. Tomado de Vivienda costa ecuatoriana [7]

Así mismo, tuvo el cambio de la cubierta, en un principio al cubierta era de bambú, pero este material no sirve como protección hermética sobre todo en superficies horizontales por lo que tenían problemas de filtración de agua, por esta razón se hizo el cambio por un material sintético que son las placas de zinc, al ser solo la cubierta no genera un impacto ambiental en la zona y del mismo modo es muy económico y a asequible [7] ver figura 22 y 23.

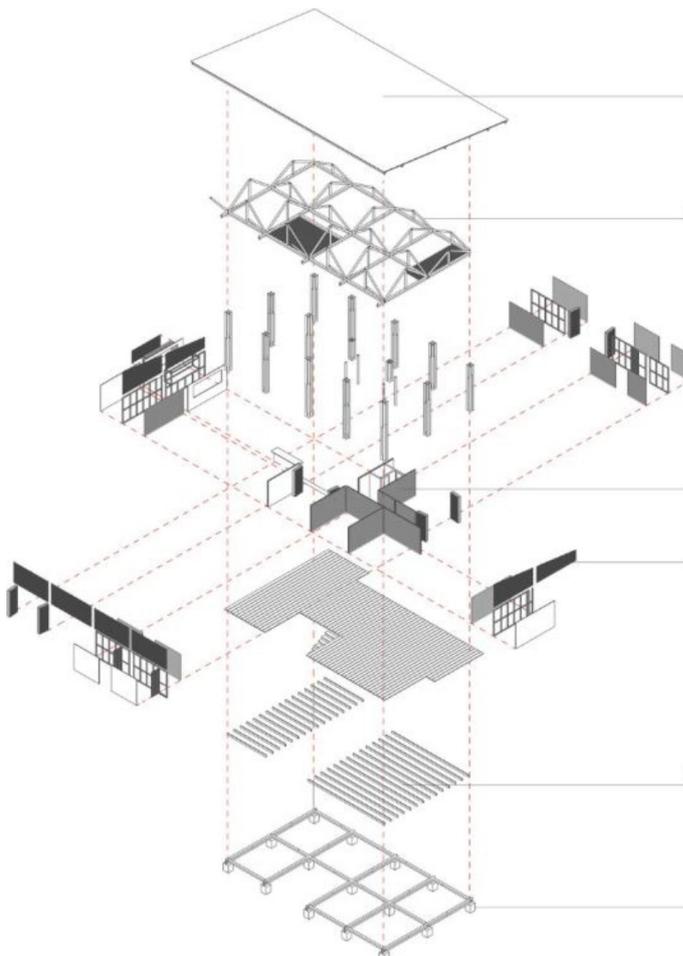


Fig. 22. Axonometría explotada. Tomado de Vivienda costa ecuatoriana [7]



Fig. 23. Detalle de cubierta interior Tomado de Vivienda costa ecuatoriana [7]

6. EDIFICACIONES SIMILARES CONTEMPORÁNEAS

El bambú es un material óptimo para la construcción, sin embargo con el pasar de los años no es un material muy común para las edificaciones, esto se debe principalmente por la falta de conocimiento del proceso constructivo que este requiere y sobre todo la correcta curación y tratamiento que el bambú necesita.

Sin embargo, con el pasar de los años y con la ayuda de especialistas en el material y el procesos de ejecución se ha desarrollado y ha tenido avances sobre todo en la unificación entre materiales naturales y sintéticos con el fin de obtener mejores resultados a la hora de construir, como se puede apreciar en los siguientes detalles constructivos la conexiones son mucho más especializadas y elaboradas, pero cabe recalcar que en la actualidad generar una edificación con bambú puede llegar a ser costoso, siempre que no se conozca el proceso de construcción o existan detalles constructivos muy elaborados, ver figura 24.



Fig. 24. Detalle constructivos Tomado de Playa Man - the Scarcity and Creativity Studio [8]

Existen varios ejemplares de proyectos construidos con material de bambú, lamentablemente en Ecuador no se puede apreciar edificaciones de gran magnitud teniendo un porcentaje alto de bambú respecto a otros materiales en un mismo edificio.

Por esta razón se puede apreciar solo este pequeño proyecto pero muy útil que demuestra cómo es posible construir con bambú y hacer cosas maravillosas, como es este oasis ubicado en el municipio de San Cristobal en las islas Galapagos en Ecuador [8] ver figura 25.

La construcción de esta edificación duro aproximadamente dos semanas, es un espacio en el que permite protegerse contra el sol y ha sido adaptado unas duchas para refrescarse de las altas temperaturas de la zona [8].

Sin embargo, sin importar que sea un espacio vacío y simple han utilizado detalles constructivos complejos pero agradables a la vista, generando la función necesaria que el usuario busca, ver figura 26.



Fig. 25. Vista general de la edificación. Tomado de Playa Man - the Scarcity and Creativity Studio [8]



Fig. 26. Vista interior de la edificación. Tomado de Playa Man - the Scarcity and Creativity Studio [8]

Como es posible apreciar con un buen estudio del material los detalles constructivos pueden ser mucho más elaborados y generar un espacio mucho más óptimo y seguro, sin embargo es de gran utilidad que exista mayor cantidad de personas interesadas en el tema, sobre todo en toda el área en donde sea asequible este material tan noble y beneficioso, ver figura 27 y 28.



Fig. 27. Detalle constructivo 1 Tomado de Playa Man - the Scarcity and Creativity Studio [8]



Fig. 28. Detalle constructivo 2 Tomado de Playa Man - the Scarcity and Creativity Studio [8]

Otro proyecto ejemplar de uso de Bambu son las viviendas construidas por el equipo "Bambubros", es una vivienda construida con troncos de bambú, lo que permite generar una estructura sismoresistente, mantienen una imagen campestre con un diseño funcional creando espacios integrados con el entorno natural, ver figura 30. Posee otros materiales de construcción como: piedra y madera [9] ver figura 29.



Fig. 29. Fachada lateral vivienda de bambú. Tomado de Vivienda tipo I de bambú [9]

La vivienda tiene un área de 260 m², está ubicado en Imbabura, Ecuador está formada por sala, comedor, cocina, 3 habitaciones y 2 baños completos, sin embargo al tener acabados de lujo y detalles constructivos más detallados el costo de la vivienda es mucho más alto llegando a costar 470 €/m.

Este incremento de precios se debe a que esta vivienda es ejecutada por una constructora especializada en este tipo de técnica constructiva, por lo que trabaja con personal cualificado y con gran experiencia en el campo.

Del mismo modo realizan un proceso exhaustivo de eliminación de plagas en cada tronco de bambú para garantizar el buen estado del material, ver figura 30.



Fig. 30. Fachada frontal vivienda de bambú. Tomado de Vivienda tipo I de bambú [9]

7. CONCLUSIÓN

Según las características del entorno en donde la edificación vaya a implantarse es fundamental analizar y definir los materiales que puedan obtenerse del mismo, de manera que al momento de construir el impacto hacia el entorno y el medio ambiente sea mínimo, del mismo modo, respecto al valor económico a invertir puede ser menor si se utiliza materiales de la zona ya que se ahorra en transporte y mano de obra.

Las edificaciones en bambú han sido un claro ejemplo de construcción económica y cero impacto al medio ambiente, siempre y cuando estas se realicen en zonas en donde el bambú sea el cultivo por mayoría. Debido a la falta de interés en especial en Ecuador, no existe mano de obra especializada en este sistema constructivo por lo que ha evitado que las edificaciones con este material prosperen e incluso sean un poco más costosas ya que quienes si conocen del tema han subido sus precios de contrato por ejecución de obra.

Sin embargo, al destacar que el bambú solo crece en zonas tropicales el correcto uso del mismo permite mantener un confort medioambiental idóneo para quienes habitan en la edificación.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] González, L., "Casas ecológicas, construcción con bambú", Guayaquil, Ecuador: Urbanbolismo, 2016.
- [2] Manabí Gobierno Provincial, "Manabí provincia tropical", Manabí, Ecuador: CPM, 2018..
- [3] Ministerio Coordinador de Desarrollo Social, "Informe de Desarrollo Social 2007-2017", Tera Ed, Quito, Ecuador: Digital center con la cooperación del Programa mundial de alimentos, 2017.
- [4] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, "Boletín climatológico del Instituto Nacional de

Meteorología e Hidrología”, Guayaquil, Ecuador: Inahmi, 2017.

[5] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, “Anuario Meteorológico del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología”, 51era Ed, Quito, Ecuador: Inahmi, 2017.

[6] Andrade, A., “Vivienda vernácula de bambú”, 1 era Ed, Manabí, Ecuador: Redfundamentos, 2014.

[7] Mora, E., “Vivienda costa ecuatoriana”, Quito, Ecuador: ProfessioneArchitetto, 2015.

[8] Dejtiar, F., “Playa Man - the Scarcity and Creativity Studio”, Puerto Baquerizo Moreno, Ecuador: archdaily, 2017.

[9] Bambubros, “Vivienda tipo I de bambú”, Quito, Ecuador: Bambubros Constructora S.A., 2017 .

[10] A. Ortiz, “la vivienda urbana de la colonia,” Revista Trama, vol. 7-8, 2001.

[11] Murillo. “Confort climático en la arquitectura de la ciudad de Guayaquil”. Tesis de grado, UCSG, Guayaquil, Ecuador, 1999.

WHAT DO YOU THINK?

To discuss this paper, please submit up to 500 words to the editor at bm.edificacion@upm.es. Your contribution will be forwarded to the author(s) for a reply and, if considered appropriate by the editorial panel, will be published as a discussion in a future issue of the journal.