

Tópico: Diseño Arquitectónico o Sistemas Constructivos y Métodos (Materiales, Conexiones, Carpintería, Modulación) o Círculo de Vida.

## Bambú guadua, material persistente en el pasado y presente de las arquitecturas del paisaje cultural cafetero de Colombia.

Arquitecto José Fernando Muñoz Robledo

[jfmunozr@unal.edu.co](mailto:jfmunozr@unal.edu.co)

Profesor Asociado

Universidad Nacional de Colombia sede Manizales

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Escuela de Arquitectura y Urbanismo.

### Resumen

En el año 2011 la UNESCO declara el Paisaje Cultural Cafetero (PCC) de Colombia como Patrimonio de la Humanidad (Figura 1), en el cual se reconocen de manera paradigmática las arquitecturas pasadas y presentes construidas en madera y bambú guadua, denominadas bahareques, como uno de los componentes fundamentales para dicha declaratoria; caso Aguadas, Caldas (Figura 2). Este documento testifica sobre los sistemas constructivos patrimoniales: los seis Estilos Tembloreros antecesores y los cuatro bahareques patrimoniales; su normalización en el marco del Decreto 052 /2002 como Bahareque Encimentado y su reinterpretación contemporánea en una serie de ejercicios arquitectónicos académicos y visionarios, los cuales abren un sin número de investigaciones aplicadas de las arquitecturas sustentables de bambú guadua con el uso natural o industrializado de este material vegetal renovable.



Figura 1



Figura 2

## **Introducción**

Desde el año 1993, el grupo de investigación sobre patrimonio arquitectónico de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales desarrolla la línea de investigación aplicada sobre el pasado y presente de las arquitecturas de madera y bambú guadua denominadas sistemas constructivos de Bahareque, los cuales identifican las arquitecturas pasadas y presentes del PCC- Paisaje Cultural Cafetero de Colombia, declarado patrimonio de la humanidad por la UNESCO en el año 2011.

Las memorias de este proceso de investigación reposan en varios libros publicados por la Universidad Nacional de Colombia como documentos técnicos de soporte del proyecto nacional del PCC como base tecnico científica del desarrollo de la norma nacional de construcciones sismorresistentes correspondiente al Decreto 052 del 2002 – Bahareque Encementado, en el cual se estipulan las directrices tecnológicas constructivas para, por un lado, la conservación de las arquitecturas patrimoniales de bahareque y por otro, para las nuevas arquitecturas que hoy se construyen profesionalmente o se diseñan académicamente en el marco de dicho decreto nacional y el cual hace parte de la NSR/10 – Norma Sismo Resistente 2010 de Colombia.

Debe entonces entenderse el concepto de patrimonio no solo como la memoria e identidad de una sociedad en el pasado, sino también en el presente y aún en el futuro.

## **Patrimonio arquitectónico pasado**

### **El Estilo Temblorero**

Si bien la ocupación del territorio del hoy Paisaje Cultural Cafetero de Colombia es el resultado de un fenómeno social del fin del siglo XVIII e inicios del siglo XIX denominado la Colonización Antioqueña, momento histórico en el cual se inicia un proceso fundacional de aldeas descendiendo desde el sur del departamento de Antioquia hasta el norte del departamento del Valle; la constitución de la República de Colombia en el año 1812 impulsa a los nuevos aldeanos a consolidar sus pequeñas fundaciones realizados por grupos familiares y ser transformadas en centros poblados rur-urbanos.

Más tarde, en plena época republicana, se consolidan como las ciudades de mayor o menor escala las cuales hoy contienen el patrimonio arquitectónico de lo que técnicamente en Colombia se denomina la arquitectura republicana, la cual para el caso del territorio del PCC, esta se desarrolla inicialmente bajo unas particularidades constructivas paradigmáticas en el marco de las denominadas arquitecturas de Estilo Temblorero, las cuales a su vez evolucionan hacia las arquitecturas de Bahareque – construcciones con la presencia de marcos de madera y bambú guadua; hoy no solo patrimonio arquitectónico - regional y nacional, sino también universal.

La historia del PCC es un claro ejemplo en el cual se demuestra que las épocas políticas no necesariamente concuerdan con las épocas estilísticas arquitectónicas – constructivas de un sitio y de una sociedad.

La consolidación de la arquitectura republicana temprana de la nueva república de Colombia en el territorio del PCC, la cual se fortalece particularmente por la economía cafetera de fin del siglo XIX, recoge y fusiona un legado colonial de muchos siglos representado en las técnicas constructivas foráneas, especialmente las españolas las cuales típicamente recurren al uso de muros rígidos y pesados en los primeros pisos en tapias de tierra pisada y/o en mamposterías de ladrillo y techos con cubiertas en teja de barro; combinados en los segundos pisos, con las técnicas prehispánicas indígenas de muros livianos y flexibles en bahareque, es decir marcos de madera, bambú guadua y tierra.

Ante la sismicidad histórica que identifica el territorio del PCC, esta arquitectura republicana temprana, la cual recurre al uso de muros rígidos y pesados en los primeros pisos, absorbentes de energía sísmica y muros livianos y flexibles en los segundos los cuales la disipan; da como resultado unos sistemas constructivos híbridos consecuencia de la fusión de las tecno culturas constructivas españolas e indígenas capaces de resistir los continuos movimientos telúricos.

Como consecuencia de ello, desde la misma época temprana de la arquitectura republicana del PCC, se da origen a la primera cultura sísmica local en Colombia, la cual es regionalmente denominada estilo temblorero, que en su proceso de desarrollo y evolución constructiva deja como legado seis tipos constructivos diferenciados, los cuales se identifican como resultado de este proceso investigativo así:

#### Estilo temblorero 1:

Sistema constructivo genérico de los estilos tembloreros (Figura 3) desarrollado inicialmente en el área rural y posteriormente replicado en el área urbana, identificado por poseer cimentaciones en zarpas ciclópeas con cortante de humedad en trozos de teja de barro como base de los muros del primer piso en tapias de tierra pisada (nuevos o remanentes de los sismos) con soleras de madera de coronación, diafragma de sobre piso inicialmente en tierra y posteriormente en madera con soleras sobre la cimentación, vigas encadenadas y tablas de acabado, diafragma de entrepiso en madera con vigas encadenadas en contrasentido de las vigas del sobre piso, tablas de acabado y cielo rasos flotantes con estructura en marcos de madera revestidos de tabla o bahareque de tierra (esterilla de bambú guadua y revestimiento en tierra y cagajón de caballo).

Estructura del segundo piso en bahareque de tierra macizo para muros colindantes y de carga o hueco para muros divisorios construidos a partir de marcos estructurales en madera y bambú guadua ensamblados a compresión -cajas y espigas y elementos secundarios con amarres en bejucos revestidos con morteros de tierra y cagajón de caballo, saneados y pintados con cal; techos con aleros en estructura de madera y bambú guadua cubiertas en teja de barro y cielo raso flotante similar al entrepiso.



Figura 3

#### Estilos tembloreros 2 y 3:

Como sistemas constructivos en evolución a partir del estilo temblorero 1, conservan el mismo tipo de cimentaciones ciclópeas pero los muros de los primeros pisos sufren un proceso de modernización para la época de su construcción. Inicialmente el temblorero 2 (Figura 4) mezcla en sus primeros pisos muros en tapias de tierra pisada con muros en mampostería de ladrillo en tizón y soga y más tarde el estilo temblorero 3 (Figura 5) se orienta de manera exclusiva al uso de los muros de los primeros pisos en mampostería de ladrillo como estándar de alta calidad constructiva. Los segundos pisos continúan

desarrollándose en bahareque de tierra macizo y hueco con los techos en estructuras de madera y bambú guadua con grandes aleros y cubiertas en teja de barro.



Figura 4



Figura 5

#### Estilo temblorero 4:

Corresponde al sistema constructivo desarrollado en el área rural en la primera trilladora de café el Arenillo construida en 1890, de manera paralela a los primeros tres estilos tembloreros que identifican la arquitectura republicana temprana, caracterizado por poseer en el primer piso el sistema constructivo de muros en tapias de tierra pisada y los demás componentes constructivos de manera similar al estilo temblorero 1.

La variación constructiva del estilo temblorero 4 (Figura 6) se da en la estructura del segundo piso en muros de bahareque de tabla construidos a partir de marcos estructurales en madera y bambú guadua ensamblados a compresión -cajas y espigas y elementos secundarios con la presencia de anclajes metálicos en puntillas artesanales, revestidos en madera con tablas paradas y guarda luces. Techos con aleros en estructura de madera y bambú guadua cubiertas en teja de barro careciendo de cielo raso por ser una edificación pre industrial.



Figura 6

#### Estilo temblorero 5:

Corresponde a uno de los dos últimos sistemas constructivos de los seis estilos tembloreros que identifican la arquitectura republicana del PCC desarrollada bajo los cánones de la edad de oro de dicho estilo neoclásico ecléctico; resultado del uso de materiales modernos importados a la región en las primeras décadas del siglo XIX e identificado por poseer cimentaciones en zarpas de concreto ciclópeo

para los muros del primer piso en mampostería de ladrillo tizón y soga revestidos con morteros de arena y cemento, con soleras de madera de coronación, diafragma de sobre piso en madera con soleras sobre la cimentación, vigas encadenadas y tablas de acabado, diafragma de entrepiso en madera con vigas encadenadas en contrasentido de las vigas del sobre piso, tablas de acabado y cielo rasos flotantes con estructura en marcos de madera revestidos de láminas metálicas ornamentadas.

La estructura del segundo piso del estilo temblorero 5 (Figura 7) es en muros de bahareque metálico construidos a partir de marcos estructurales en madera y bambú guadua ensamblados a compresión -cajas y espigas reforzados con el uso de puntillas industriales, lo mismo que para el ensamble de los elementos secundarios de recubrimiento en láminas metálicas lisas u ornamentadas importadas e instaladas a manera de escamas. Fachadas ornamentadas con elementos neoclásicos eclécticos con áticos escondiendo los techos en estructura de madera y bambú guadua cubiertas en teja de barro con canales y bajantes metálicas de captación de aguas lluvias y cielo raso flotante similar al entrepiso.

#### Estilo temblorero 6:

Corresponde al más tardío de los seis estilos tembloreros que identifican la edad de oro de la arquitectura republicana del PCC como resultado del uso de materiales modernos importados especialmente de mallas metálicas Kirring para el reforzamiento de los morteros de revoque de los muros y cemento Portland; identificado por poseer cimentaciones en zarpas de concreto ciclópeo para los muros del primer piso en mampostería de ladrillo tizón y soga revestidos con morteros de arena y cemento, con los componentes constructivos complementarios similares a los del estilo temblorero 5.

La estructura del segundo piso del estilo temblorero 6 (Figura 8) es en muros de bahareque encementado construidos a partir de marcos estructurales en madera y bambú guadua ensamblados a compresión -cajas y espigas reforzados con el uso de puntillas industriales, lo mismo que para el ensamble de los elementos secundarios de recubrimiento en esterilla de bambú guadua con mallas metálicas de revoque y revestidos en morteros de arena y cemento. Fachadas ornamentadas con elementos neoclásicos eclécticos con áticos escondiendo los techos en estructura de madera y bambú guadua cubiertas en teja de barro con canales y bajantes metálicas de captación de aguas lluvias y cielo raso flotante similar al entrepiso.



Figura 7



Figura 8

#### Los bahareques patrimoniales

En el marco de un proceso de evolución tecno cultural, a finales del siglo XIX paralelo a la continuidad del desarrollo del estilo temblorero, las estructuras en muros de bahareque de los segundos pisos descienden hasta los primeros pisos consolidándose como edificaciones livianas disipadoras de energía sísmica, también tembloreras. Esta nueva característica constructiva se desarrolla en tres épocas históricas de las arquitecturas republicanas del PCC.

### 1-Bahareque de tierra - 2-Bahareque de tabla

Una primera época a finales del siglo XVIII donde se manifiestan los dos tipos de bahareques patrimoniales tempranos correspondiente al bahareque de tierra (Figura 9) macizo y hueco y bahareque de tabla (Figura 10), este último particularmente en los poblados de alta montaña donde el recurso natural de materiales corresponde a la madera por la poca presencia del bambú guadua, con características arquitectónicas y constructivas similares a los segundos pisos de las primeras arquitecturas del estilo temblorero.

Si bien son estructuras integrales de bahareque – madera y bambú guadua – su característica peculiar es que no se apoyan directamente al suelo sino sobre unas fundaciones con cimientos en zarpas de concreto ciclópeo y muros bajos de sobre cimiento en mampostería de ladrillo pega soga a manera de zócalos de protección contra la humedad de los suelos debido al clima de alta pluviosidad característico de esta zona tropical andina de bosques de niebla.



Figura 9



Figura 10

### 3-Bahareque metálico - 4-Bahareque encementado

Una segunda época histórica corresponde a las primeras décadas del siglo XIX en las cuales se consolida el estilo clásico de las arquitecturas republicanas del PCC con base en la fortaleza cultural y económica local, nacional e internacional del cultivo extensivo del café.

Es en esta época que las arquitecturas regionales se visten íntegramente del neoclásico ecléctico que define e identifica el estilo republicano de este sitio y de Colombia. Estas arquitecturas se desarrollan de manera paradigmática con el uso de los materiales modernos importados: cemento Portland, hierro y vidrio, generando los sistemas constructivos integrales de bahareque metálico (Figuras 11-12) y el bahareque encementado (Figuras 13-14), con características arquitectónicas y constructivas similares a las de los estilos tembloreros tardíos.



Figura 11



Figura 12



Figura 13



Figura 14

La tercera época de este desarrollo tecno cultural de los bahareques corresponde a la etapa de reconstrucción del centro histórico de Manizales, ciudad capital del territorio del PCC en este momento histórico; destruida por los grandes incendios de 1925 y 1926.

En este momento de la reconstrucción, algunas de las nuevas edificaciones se resisten a las normativas de las autoridades municipales de prohibición de estas técnicas patrimoniales dado a que son orientadas a obligar una reconstrucción de la ciudad solo con materiales modernos – ladrillo y concreto; pero en muchos casos puede más la cultura técnica de los bahareques patrimoniales que las nuevas normas dictadas y por lo tanto se dan algunos ejemplos constructivos de optimización del sistema constructivo de bahareque en la nueva ciudad-

Por otro lado, en su fusión con los materiales modernos, aparecen unos bahareques mixtos (Figura 15) mezclados con materiales modernos generadores de un fenómeno tecno cultural que se replica más tarde en las casas de la expansión del centro histórico (Figura 16) durante la época del centenario de la ciudad; el cual es datado en el plan de manejo y protección del centro histórico de Manizales de 1996 desarrollado por el Ministerio de Cultura, la Alcaldía de Manizales, y la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, Escuela de Arquitectura y Urbanismo, grupo académico de patrimonio urbanístico y arquitectónico.

De este proyecto inter institucional surge un documento puntual denominado: evolución e involución del bahareque al cemento armado: sistemas y sub sistemas constructivos del centro histórico de Manizales – realizado por el arquitecto José Fernando Muñoz Robledo.



Figura 15



Figura 16

Es decir, el estilo temblorero genérico evoluciona posteriormente de manera paralela con los bahareques patrimoniales, los cuales a su vez también involucionan; sin embargo, todos ellos configuran el legado arquitectónico y tecno cultural a conservar y en algunos casos mejorar; el cual identifica las arquitecturas republicanas patrimoniales del PCC, hoy patrimonio de la humanidad.

### Bahareque de invasión – autogestión

Como una lección de construcciones livianas para laderas con suelos volcánicos correspondientes al territorio del PCC, desde la década de los años 1970 y a la manera de palafitos de ladera, con los cuales se desarrollan los asentamientos informales (Figura 17) de las periferias urbanas de las ciudades del PCC. Reaparece una nueva etapa en el uso del bambú guadua como material básico de este tipo de construcciones espontáneas (Figura 18) sin ningún rigor constructivo que permiten dar inicio a las tres fases que identifican el desarrollo del hábitat popular en el territorio del PCC correspondientes a: 1-génesis, 2-apropiación y 3-transformación; práctica cultural presente desde la época pre fundacional de los poblados del PCC y la cual aún continua como práctica constructiva popular en procesos de apropiación territorial por invasión.



Figura 17



Figura 18

## Bahareque posmoderno - renacer del bambú guadua

Mas tarde en la década de los años 1980, una serie de proyectos de investigación aplicada sobre nuevas alternativas constructivas con bambú guadua se manifiestan en proyectos institucionales públicos (Alcaldías – Corporaciones Regionales Ambientales) y privados (industria Corona) en el marco de procesos tecnológicos de sistematización y pre industrialización de las arquitecturas de guadua según la denominación de la época.

Algunos casos especiales se dan en Manizales tales como: barrio Malhabar II (Figura 19) el cual posteriormente es transformado por sus habitantes a viviendas de material por el mito consolidado del uso del ladrillo y el concreto Vs. bahareque o el barrio Holanda el cual se conserva en bahareque encementado posmoderno dada la apropiación cultural y técnica de sus habitantes durante las fases de planeación y construcción participativa.

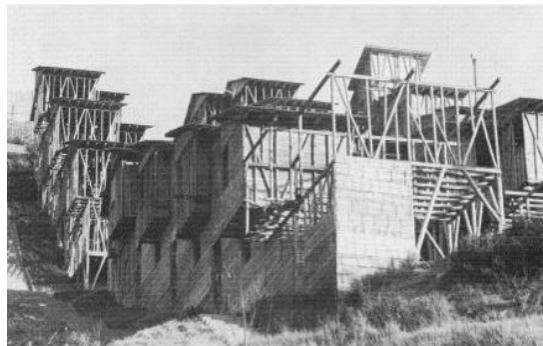


Figura 19

Se debe anotar que estas arquitecturas patrimoniales tembloreras inicialmente denominadas por los cronistas e historiadores como arquitecturas de madera y guadua; solo a partir del año 1993 el arquitecto historiador Jorge Enrique Robledo Castillo desarrolla, sistematiza y publica una investigación en el libro titulado: Un siglo del bahareque en el antiguo Caldas, en el cual define la denominación posmoderna de estas arquitecturas patrimoniales bajo los nombres técnicos que las identifican por los revestimientos de sus fachadas: 1-bahareque de tierra, 2-bahareque de tabla, 3-bahareque metálico, 4-bahareque encementado. El documento se orienta a dilucidar el fenómeno socio cultural y estilístico de estas arquitecturas republicanas de valor patrimonial.

## Bahareque contemporáneo pre-normativo – reconstrucción del Quindío

Como una gran oportunidad para el renacer de las arquitecturas de bahareque en madera y bambú guadua se convierte la reconstrucción del departamento del Quindío fuertemente afectado por el sismo del 25 de enero de 1999. Sin embargo, la inexistencia en ese momento histórico de una norma de construcción sismo resistente en bahareque, conlleva al desarrollo de unas arquitecturas empíricas, en el marco de un lenguaje arquitectónico donde prima la estética neo-vernácula sobre la contemporánea del momento; pero sobre todo, donde proyectos experimentales sin evaluación científica constructiva se masifican y muchos de ellos terminan fracasando e inclusive siendo abandonados por sus nuevos habitantes quienes posteriormente exigen casas de material en ladrillo y concreto, rechazando la cultura ancestral del bahareque.

Más tarde en el año 2002, el arquitecto José Fernando Muñoz Robledo desarrolla una sub investigación orientada específicamente sobre la temática constructiva de las arquitecturas patrimoniales de bahareque, la cual es sistematizada y publicada por la Universidad Nacional de Colombia en el año 2010 bajo el título: Tipificación de los sistemas constructivos patrimoniales de bahareque en la ruta cultural del café, hoy convertido en documento técnico de soporte sobre la temática constructiva de las arquitecturas

republicanas patrimoniales del proyecto Paisaje Cultural Cafetero de Colombia; aprobado e inscrito como patrimonio de la humanidad por la UNESCO en el año 2011.

El documento no solo aporta las fichas técnicas de cada uno de los sistemas constructivos patrimoniales de bahareque sino además descifra las patologías constructivas básicas correspondientes a 1-fundaciones no sismo resistentes por ser zarpas ciclópeas o concreto ciclópeo y sobre cimientos en mampostería simple de ladrillo, 2-diafragmas de sobre pisos y entrepisos en madera y/o bambú guadua simplemente apoyados con ausencia de anclajes, 3-muros cargueros de primeros y segundo pisos en marcos de madera y bambú guadua simplemente apoyados sobre los diafragmas y carentes de anclajes lo cual genera una discontinuidad estructural entre fundaciones, diafragmas, muros cargueros de primeros y segundos pisos y techos. 4-techos con estructuras en madera y bambú guadua con cubiertas en teja de barro extremadamente pesadas para ser soportadas por la estructura liviana y flexible de la edificación de bahareque, generadoras de grandes esfuerzos dinámicos horizontales y verticales.

Estas son posteriormente atendidas por el Decreto 052 del 2002 correspondiente a la norma del bahareque encementado contemporáneo

### **Bahareques encementado contemporáneo: Decreto 052 del 2002 / NSR 2010**

Resultante de una investigación aplicada desarrollada por la arquitectura y la ingeniería nacional de Colombia, apoyada por el FOREC – Fondo para la Reconstrucción del eje cafetero y la AIS- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, posterior al devastador sismo que impacta el territorio del PCC el 25 de enero de 1999; se da como resultado una política nacional correspondiente al Decreto 052 del 2002 “por medio del cual se modifica y adiciona el capítulo E del decreto 33 de 1988” con la nueva norma de construcción sismo resistente en bahareque encementado.

Los resultados tecno científicos de dicha investigación son posteriormente socializados a nivel nacional en el Seminario: Gestión integral del riesgo sísmico – Manizales – 25 años después del terremoto de 1979, celebrado el mes de octubre de 2004 en la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

De esta investigación se ponderan dos documentos particulares que permiten identificar complementariamente las cualidades y debilidades de los sistemas constructivos patrimoniales de bahareque así:

1-Desarrollo analítico de las curvas de fragilidad para edificaciones en Manizales del Ingeniero civil Jorge Eduardo Hurtado G. quién por primera vez y basado en modelos matemáticos encuentra comparativamente entre las estructuras de bahareque encementado y las de concreto reforzado, ambas bajo normativas de construcción, las mayores cualidades sismo resistentes del bahareque: 4 a 7 entre 0 (mayor) 10 (menor).

2-Investigaciones sobre comportamientos sísmicos del bahareque de madera y guadua del Ingeniero civil Josef Farfiarz F. quien descifra las altísimas cualidades sismo resistente del bahareque encementado ante altas vibraciones sísmicas simuladas en modelos de laboratorio de estructuras escala 1:1 y el mínimo riesgo de colapso ante inclinaciones extremas, lo cual no ocurre con las construcciones de mampostería y/o concreto reforzado; pero al mismo tiempo evidencia las debilidades estructurales de las uniones constructivas del bahareque encementado particularmente en los marcos estructurales de madera y bambú guadua, específicamente entre las maderas procesadas ortogonales y la guadua en su forma circular natural.

Estudiados matemáticamente y probados en laboratorio de estructuras los modelos de bahareques patrimoniales de tierra, tabla, metálico y encementado; se encuentra que este último presenta la mayor

resistencia a esfuerzos cortantes de los muros causados por los sismos y por lo tanto la nueva norma se orienta hacia el bahareque encementado contemporáneo.

El Decreto 052 de 2002 correspondiente a la nueva norma sismo resistente de bahareque encementado se expresa en dos documentos así:

1-Manual de evaluación, rehabilitación y refuerzo de viviendas de bahareque tradicionales construidas con anterioridad al decreto 052 de 2002 (Figura 20); como herramienta de apoyo tecnológico para la conservación del patrimonio arquitectónico pre existente en bahareques patrimoniales, particularmente en el territorio del PCC.

2-Manual de construcción sismorresistente de viviendas en bahareque encementado – Decreto 052 de 2002 – NSR/ 2010 (Figura 21); como herramienta de apoyo tecnológico para el diseño y construcción de viviendas de obra nueva en bahareque encementado contemporáneo.



Figura 20



Figura 21

Como resultado del manual de construcción para nuevas viviendas en bahareque encementado, el arquitecto José Fernando Muñoz Robledo con los estudiantes del área de tecnología de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, desarrolla un modelo constructivo en escala 1:20 (Figura 22) en correspondencia con las directrices tecnológicas del Decreto 052 de 2002, con la base inicial de una malla espacial de diseño constructivo para la ubicación de los pie derechos o columnas en madera y bambú guadua de los marcos estructurales, de 0,90 x 0.90 metros.



Figura 22

En ella se atienden las patologías constructivas básicas resultantes del proceso de investigación y evaluación de los bahareques patrimoniales tales como: 1-Fundaciones con cimientos y sobre cimientos

sismorresistentes en concreto reforzado, 2-Anclajes entre fundaciones y marcos estructurales de los muros de bahareque encementado, lo mismo que entre estos y los diafragmas de entrepiso y techo logrando una continuidad estructural integral de la edificación, 3-Cubiertas livianas para minimizar los esfuerzos horizontales y verticales consecuencia de la sismicidad histórica del lugar.

Posterior a la norma del bahareque encementado entre los años 2004 y 2005, el arquitecto José Fernando Muñoz Robledo diseña y construye un prototipo de vivienda: Casa Santander (figura 23) localizada en el centro poblado rural del Bajo Tablazo en Manizales, aplicando el Decreto 052 de 2002 del bahareque encementado, con base en postulados contemporáneos tales como: la casa un lugar para habitar Vs. la casa una máquina para vivir y en la cual prima la regularidad espacial y la valoración del paisaje natural del lugar, el uso de vestíbulo o patio interior traslúcido captador de energía solar pasiva y sobre todo, un lenguaje arquitectónico contemporáneo basado además en el uso mixto de la estructura de bahareque de madera y bambú guadua con materiales contemporáneos. Área construida 120m<sup>2</sup>.

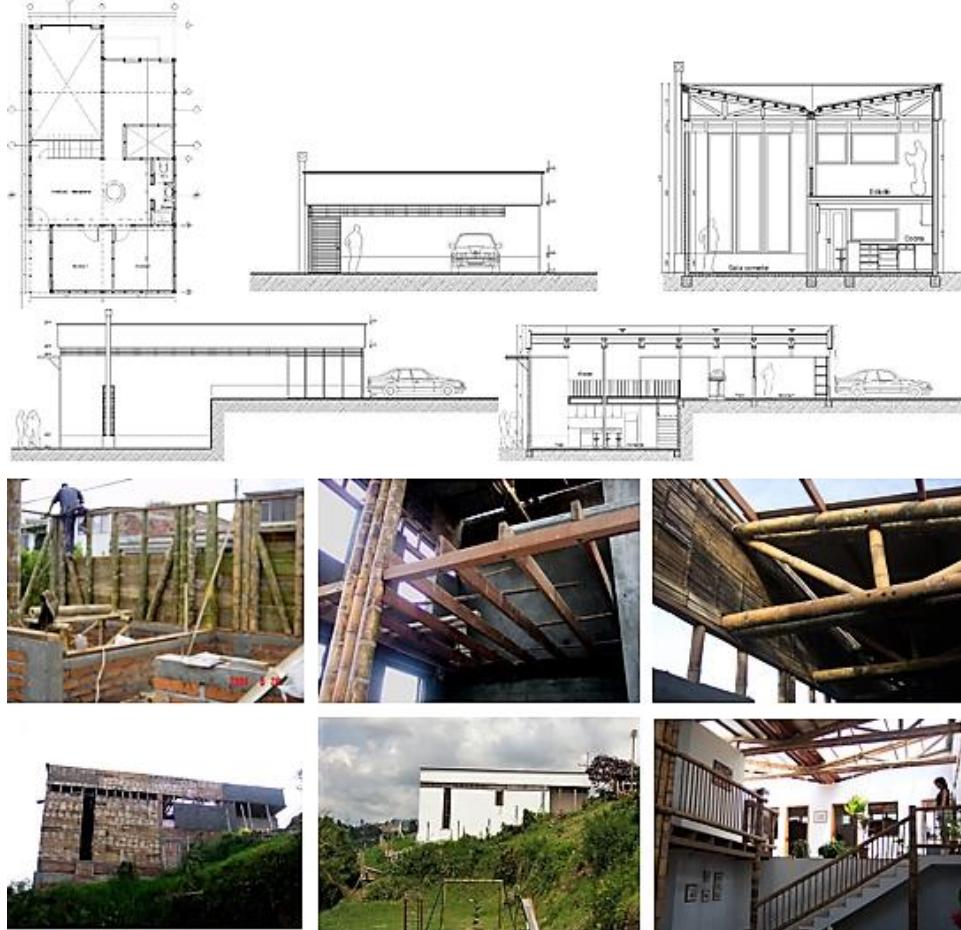


Figura 23

### Uniones metálicas – propuesta académica

A partir de los resultados de la investigación sobre comportamientos sísmicos del bahareque de madera y guadua del Ingeniero civil Josef Farfíarz F. quien evidencia las debilidades estructurales de las uniones constructivas del bahareque encementado, particularmente por la diferencia formal de la madera ortogonal y el bambú guadua circular; se realiza con el estudiante Luis Carlos Coral bajo la dirección del arquitecto José Fernando Muñoz Robledo, una sistematización de los detalles constructivos de las uniones estructurales de la Casa Santander dando como resultado una propuesta de diseño constructivo

de uniones en lámina metálica galvanizada atornilladas (Figura 24), a partir del desarrollo por geometría descriptiva y la flexibilidad de ajustes in situ en los diseños por computador, las cuales se propone ser figuradas con cortadora láser.

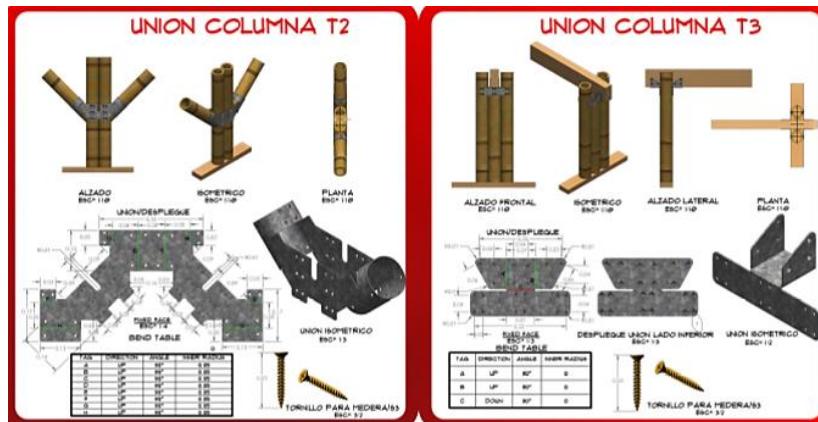


Figura 24

## Uniones empernadas

Se hace necesario anotar que en la historia tecno cultural del PCC, se presenta un caso paradigmático de uniones empernadas en la segunda década de los años 1900 con la construcción del sistema de cable aéreo Mariquita - Manizales por la Dorada railroad ropeway extensión. En esa época se construye la torre de Herveo en madera con nudos empernados, así como la estación Manizales (Figura 25), denominada La Camelia, particularmente las bodegas construidas con tecnología ingenieril inglesa - australiana; desde 1970 sitio de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

La mega estructura de madera procesada en pie derechos y cerchas planas de grandes luces con uniones empernadas y los muros de cerramiento en marcos de madera forrados en tabla parada con guarda luces, le aportan a las arquitecturas posmodernas y contemporáneas del PCC y Colombia, la tecnología de este tipo de uniones.



Figura 25

Más tarde, en la década de los años 1970, es particularmente re interpretada por el arquitecto manizaleño Simón Vélez J. al utilizar los elementos similares de perno, arandela en hierro fundido y tuerca, inicialmente en las uniones de madera y posteriormente en las de bambú guadua, para lo cual los nudos vacíos son llenados con concreto delgado para cualificar su rigidez, optimizando además los cortes para las diferentes uniones estructurales.

Las uniones tipo Simón Vélez son actualmente utilizadas y optimizadas extensivamente en las arquitecturas de madera y bambú guadua, caso pabellón Zeri (Figura 26) y peaje Pavas (Figura 27), no solo en la región del PCC sino inclusive a nivel internacional.



Figura 26



Figura 27



### Bahareques encementado contemporáneo: desarrollos académicos

En el escenario académico de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, Escuela de Arquitectura y Urbanismo, los procesos de investigación aplicada desde la tecnología arquitectónica, el profesor arquitecto José Fernando Muñoz Robledo desarrolla continuamente en los talleres de arquitectura, líneas de profundización y énfasis, más de un centenar de ejercicios de diseño arquitectónico – constructivo, sobre soluciones del hábitat popular sustentable; para lo cual se trabaja con grupos humanos representantes de la multi diversidad cultural y territorial de Colombia.

Estos proyectos académicos se basan en un principio orientado hacia la reinterpretación contemporánea de las técnicas vernáculas que identifican el hábitat arquitectónico – constructivo de los diversos grupos sociales estudiados y para ello, se trasciende de las técnicas constructivas desarrolladas por tradición, hacia propuestas de tecnologías arquitectónicas y constructivas desarrolladas bajo normas sismorresistentes vigentes.

La presencia del uso del bambú guadua en el escenario académico, es una constante que identifica local, nacional e internacionalmente los proyectos arquitectónicos – constructivos y las líneas de investigación aplicada de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. Para ello se presentan algunos ejemplos de vivienda en bahareque contemporáneo referido a arquitecturas de madera y bambú guadua.

Ejemplo de solución de vivienda para una comunidad afro-colombiana del pacífico en Buenaventura, Valle (figura 28): línea de profundización en arquitectura y hábitat 2000-2011



Figura 28



Ejemplo de solución de vivienda para una comunidad indígena Embera Chamí en Risaralda, Caldas (figura 29): línea de profundización en hábitat 2000 - 2011



Figura 29

Durante el período de proyectos de la línea de profundización en arquitectura y hábitat, se recurre a la malla espacial de diseño arquitectónico - constructivo de 90 X 90 centímetros, en concordancia con las directrices del Decreto 052 de 2002 de bahareque encementado contemporáneo.

Posteriormente en el año 2013 se desarrolla el taller intersemestral de vivienda sustentable soportado tecnológicamente en el uso de materiales y de componentes constructivos industrializados localmente a partir del bambú guadua, tales como elementos estructurales preformados de guadua laminada (bloques, vigas, columnas, cuartones, listones, etc.) o de cerramiento autoportante tales como paneles de esterilla de guadua, como también el uso potencial de residuos industriales del bambú guadua como la fibra para aglomerados planos e inclusive tubulares; además de otros materiales industrializados de construcción nacionales e importados desarrollados bajo normas ambientales y dimensionamientos internacionales.

Para este ejercicio académico, se desarrollan proyectos de vivienda contemporánea de alta gama (Figura 30) como respuesta a los tres tipos familiares: extensa, nucleada, bi-familiar, las cuales identifican el mercado de casas sub urbanas del sector recreativo de Santágueda, Caldas, cerca de la ciudad de Manizales.

Surge la propuesta de innovación tecnológica denominada bahareque encementado contemporáneo S.I.G. (sustentable, innovador, global). Para ello se adopta una nueva malla espacial de diseño arquitectónico – constructivo de 40,6 X 40,6 centímetros o 16 X 16 pulgadas. Con este ejercicio se logra además demostrar que las arquitecturas de bahareque no son sinónimo de pobreza, en contra del imaginario colectivo que las demerita en la sociedad actual.



Figura 30

En el año 2014 se desarrolla el taller vertical de art-quitecturas sustentables en bahareque contemporáneo. Para ello se orienta a una innovación e indagación formal a través de ejercicios de kirigami (Figura 31) en la búsqueda de apropiación y adaptación de nuevas espacialidades; además del análisis de arquitectos referentes que actualmente trascienden en el escenario internacional con propuestas contemporáneas de arquitecturas de bambú tales como: Anna Heringer, Ibuku, Vo Trong, Simón Hossie, Shigeruban, Simón Vélez, Mauricio Castaño, entre otros.

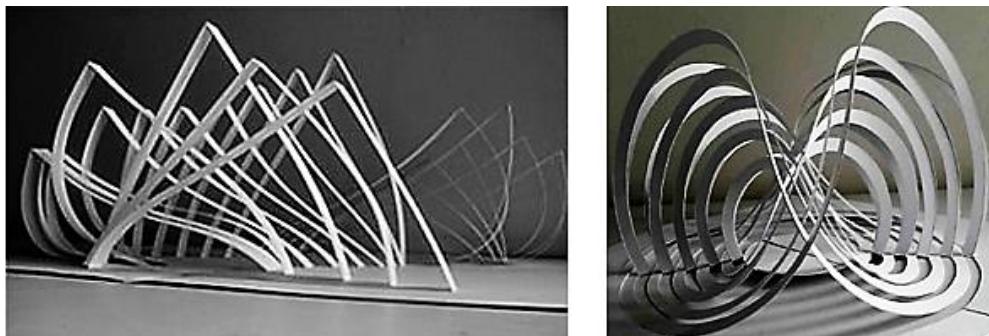


Figura 31

De este ejercicio académico surgen una serie de propuestas arquitectónicas tecnológicas contemporáneas de impacto comunitario (Figuras 32-33-34), desarrolladas a partir del uso de bambú guadua en su forma natural y/o industrializada:



Figura 32

Figura 33

Figura 34

Durante los años 2016 y 2017 se realiza una nueva propuesta académica en el marco de la reforma del plan curricular de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, para este caso bajo la dirección de los arquitectos profesores José Fernando Muñoz Robledo y Gustavo Jiménez Obando, dentro del énfasis en construcción bajo la temática de arquitectura y confort, desarrollada en cohortes anuales con base en talleres de diseño urbanístico, paisajístico, arquitectónico y tecnológico de arquitecturas sustentables en bahareque contemporáneo – madera y bambú guadua, complementadas con teoría y práctica de soluciones de confort habitacional térmico, acústico, lumínico y respiratorio.

En ambas cohortes se desarrollan proyectos localizados en diferentes municipios que conforman el PCC como respuesta real a las políticas POT -planes de ordenamiento territorial, proyectos PCC.

Particularmente, la cohorte 2016 se orienta al desarrollo de equipamiento de servicios comunitarios explorando nuevas formas arquitectónicas inspiradas en los ejercicios kirigami. Uno de los proyectos propone tecnologías constructivas de vanguardia con el desarrollo de estructuras de cerchas planas en laminados de bambú guadua, como es el caso del Centro de Exposiciones Mandrágora en Riosucio, Caldas (Figura 35) desarrollado por Yilmar Alexander Mipaz B. y Sebastián González L.



Figura 35

Otro ejemplo de exploración e innovación tecnológica con cerchas preformadas en tubulares de fibra de bambú aglomerado corresponde al proyecto de Centro de Intercambio Comercial en Filandia, Quindío (Figura 36) realizado por Juliana Bermúdez M. y Daniela Morales A.

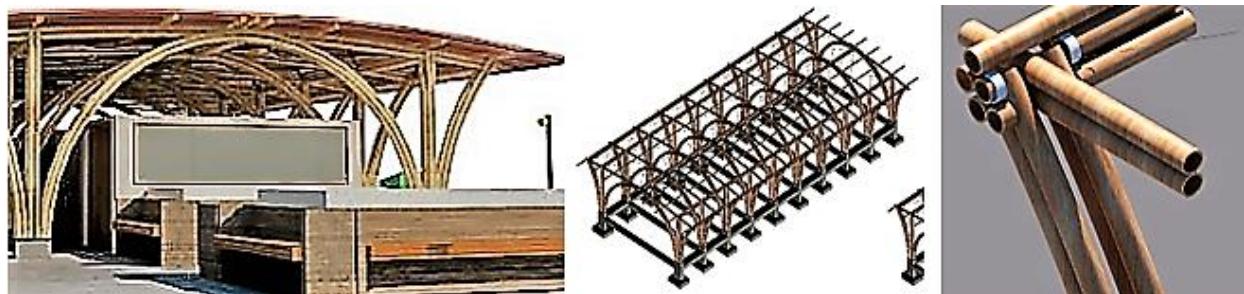


Figura 36

La cohorte del 2017 corresponde a los últimos ejercicios académicos realizados en el marco de las arquitecturas de bahareque contemporáneo. Para este caso. Durante el primer semestre del énfasis – taller 1- se desarrollan proyectos urbanísticos, paisajísticos, arquitectónicos, tecnológicos y bio climáticos de vivienda multifamiliar de bajo costo, de mediana densidad en altura de 4 pisos, además de ser productiva y adaptable a las diferentes tipologías familiares contemporánea del lugar de actuación, desarrolladas bajo los conceptos de sustentabilidad social, ambiental y físico espacial.

Estos proyectos además se desarrollan en concordancia y simulando la metodología y las variables tecnológicas del Solar Decathlon, motivo por el cual superan la altura de dos pisos normativa del Decreto 052 de 2002, no solo para replicar las alturas de las edificaciones tradicionales de bahareque con más de dos pisos las cuales se encuentran masivamente en los poblados patrimoniales de ladera del PCC; sino sobre todo, para aportar como ejercicios académicos reales y factibles en el desarrollo complementario de normativas sismorresistentes de bahareque contemporáneo para edificaciones de más de dos pisos de altura.

Durante el segundo semestre – taller 2 – se selecciona una unidad de vivienda del proyecto multifamiliar y se desarrolla en diseño arquitectónico – tecnológico y bioclimático, tipología Solar Decathlon.

Durante los talleres 1 y 2 del énfasis en arquitectura y confort, se prioriza sobre el uso de materiales renovables como la madera y el bambú guadua, naturales o procesados industrialmente, para el desarrollo de soluciones estructurales y arquitectónicas innovadoras.

Como ejemplo de este ejercicio académico se presenta el proyecto Modular Lego Housing (Figura 37), realizado por Irene Mejía H. y María Camila Salazar, localizado en Pijao, Quindío; desarrollado en el taller 1 a partir de pórticos laminados y cerramientos en paneles de esterilla, de bambú guadua para la vivienda sustentable de mediana altura y baja densidad, adaptable a las diferentes tipologías familiares del lugar.

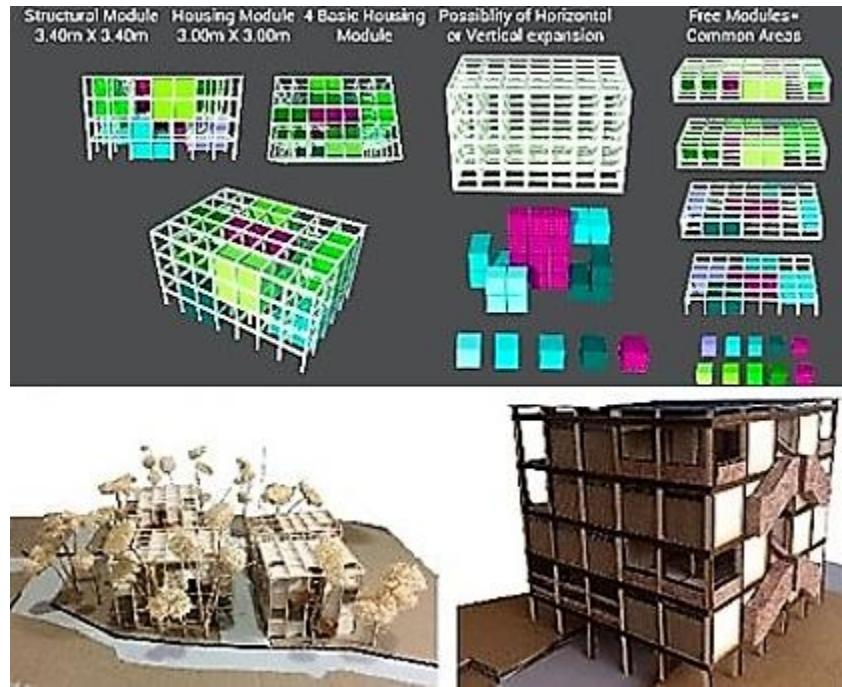


Figura 37

En el taller 2, como en todos los proyectos, se selecciona una unidad de vivienda (Figura 38) y se desarrolla en detalle arquitectónico y tecnológico – constructivo, además que se complementa con las soluciones arquitectónicas bioclimáticas en la búsqueda de una optimización del confort habitacional. Se enriquecen además con soluciones de permacultura y el uso de energías renovables.



Figura 38

### Presencialidad internacional

Para finalizar se acotan algunos escenarios internacionales de presencialidad académica reciente de los trabajos desarrollados sobre bambú guadua en la línea de investigación aplicada de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, en escenarios internacionales, por parte del arquitecto profesor José Fernando Muñoz Robledo:

1-International meeting: bamboo a renewable and sustainable material for construction. INBAR – University of Cambridge UK. 10/2013.

2-Bamboo building materials for green architecture: driving innovation based on tradition – 8 Chinese bamboo culture festival – Huangshan, Anhui province, China. 10/2014.

3-Hábitat sin Fronteras: pasado y presente de los sistemas constructivos de bahareque, en el paisaje cultural cafetero de Colombia, Querétaro, México. 12/2014.

4- Laboratorio di costruzioni in bamboo. Restauro e consolidamento del patrimonio storico costruito, con l'approccio della sostenibilità ambientale e sociale. Università degli studi Firenze, Italia. 03/2015

5-Convenio inter institucional Università degli studi Firenze, Italia – Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, desde 2015. Participación de estudiantes italianos de intercambio del profesor Michele Paradiso en proyectos y tesis de arquitectura co dirigidos por el profesor José Fernando Muñoz Robledo

## Bibliografía básica

Decreto 052 de 2002. Norma sismorresistente del bahareque encementado. República de Colombia.  
Giraldo Mejía, Hernán, 1985. Monografía arquitectónica de Manizales. Publicación Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, FIA.

Ministerio de Cultura de Colombia. Paisaje Cultural Cafetero – Nominación de los Bienes Culturales y Naturales para su inclusión en la Lista de Patrimonio Mundial de la República de Colombia”. Proyecto oficial presentado por Colombia ante la UNESCO. Santa Fé de Bogotá, Colombia, 2004

Muñoz Robledo, José Fernando, 2015. Tecno culturas de las arquitecturas de baja altura en el municipio de Manizales, Colombia. Publicación Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, FIA.

Muñoz Robledo, José Fernando, 2010. Tipificación de los sistemas constructivos patrimoniales de bahareque en el paisaje cultural cafetero de Colombia. Publicación Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, FIA.

Muñoz Robledo, José Fernando, 1996. Proyecto Plan de Protección Centro Histórico de Manizales, Capítulo: Sistemas y subsistemas constructivos. Documento técnico de soporte convenio inter - administrativo Alcaldía de Manizales – Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

Qintanilla, Miguel Ángel – Aibar, Eduard, 2002. Cultura Tecnológica: Estudios de ciencia, tecnología y sociedad -No 17. Universidad de Barcelona, España.

Robledo Castillo, Jorge Enrique, 1993. Un siglo de bahareque en el antiguo Caldas. Ancora editores. Bogotá, Colombia.

Valencia Llanos, Albeiro, 1990. Manizales en la dinámica colonizadora (1846 – 1930). Fondo editorial serie ciencias sociales y filosofía. Manizales, Colombia.

## Lista de figuras

Figura 1-Localización Paisaje Cultural Cafetero de Colombia. [www.mapadecolombia.com](http://www.mapadecolombia.com)

Figura 2-Aguadas, Caldas. Ciudad de bahareque PCC. 2170 msnm.

Figura 3-Estilo temblorero 1

Figura 4-Estilo temblorero 2

Figura 5-Estilo temblorero 3

Figura 6-Estilo temblorero 4

Figura 7-Estilo temblorero 5

Figura 8-Estilo temblorero 6

Figura 9-Bahareque de tierra

- Figura 10-Bahareque de tabla
- Figura 11-Bahareque metálico
- Figura 12-Iglesia La Inmaculada, Manizales. Bahareque metálico
- Figura 13-Bahareque encementado
- Figura 14-Hotel Monserrate, Manizales. Bahareque encementado
- Figura 15-Bahareque mixto. Centro histórico Manizales
- Figura 16-Bahareque mixto. Expansión centro histórico Manizales. Centenario
- Figura 17-Barrio de invasión Sierra Morena - Galán, Manizales
- Figura 18-Bahareque de invasión
- Figura 19-Bahareque posmoderno. Barrio Malhabar II, Manizales
- Figura 20-Decreto 052 de 2002. Manual de evaluación y rehabilitación de viviendas tradicionales de bahareque
- Figura 21-Decreto 052 de 2002. Manual de construcción sismorresistente viviendas en bahareque encementado
- Figura 22-Maqueta normativa del bahareque encementado. Decreto 052 de 2002
- Figura 23-Casa Santander, Bajo Tablazo, Manizales. Prototipo Decreto 052 de 2002-Bahareque encementado contemporáneo
- Figura 24-Proyecto de uniones metálicas atornilladas para bahareque encementado
- Figura 25-Estación El Cable, BICN. Mega estructura de madera con nudos empernados
- Figura 26-Pabellon Zeri, Manizales -Simón Vélez. Madera y bambú guadua con Uniones empernadas
- Figura 27-Peaje Pavas, Manizales -Simón Hossie. Bambú guadua con uniones metálicas empernadas con cables tensores high tech
- Figura 28-Proyecto académico de vivienda para comunidad afro- colombiana, Buenaventura, Valle.
- Figura 29-Proyecto académico de vivienda para comunidad indígena Embera-Chamí, Risaralda, Caldas.
- Figura 30-Taller de bahareque contemporáneo S.I.G. Casa sub urbana, santágueda, Caldas.
- Figura 31-Kirigamis. Ejercicio académico como herramienta para indagar e innovar en nuevas espacialidades.
- Figura 32-Vivienda de emergencia progresiva en bahareque encementado contemporáneo.
- Figura 33-Centro comunitario en bambú guadua y bahareque encementado contemporáneo.
- Figura 34-Café estancia sendero de las orquídeas parque recinto del pensamiento. Estructura laminada en bambú guadua.
- Figura 35-Centro de exposiciones Mandrágora, Riosucio, Caldas. Estructura Kirigami en cerchas planas laminadas de bambú guadua.
- Figura 36-Centro de Intercambio comercial, Filandia, Quindío. Estructura en tubulares de aglomerado con fibra de guadua.
- Figura 37-Proyecto tipo Solar Decathlon. Modular lego housing. Estructura porticada en bambú guadua laminada para edificios en altura.
- Figura 38-Vivienda unifamiliar tipo Solar Decathlon. Estructura porticada en bambú guadua laminada y cerramientos en paneles de esterilla de bambú guadua