



SEMINARIO IBEROAMERICANO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

La Paz, Bolivia, 9 al 12 Octubre 2017



REVALORACIÓN DE LAS TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS TRADICIONALES CON TIERRA EN CHIAPAS, MÉXICO

Arturo López González

Facultad Arquitectura-UNACH, México, abajareque@yahoo.com

Palabras claves: revaloración, apropiación, impacto ambiental

Resumen

La producción de vivienda social en Chiapas, México; representa un gran reto para todos los actores: públicos, privados y sociales. Ya que la falsa idea de modernidad y la influencia de los medios de comunicación sobre los nuevos y mejores materiales de construcción, así como lo planes mal diseñados de programas oficiales de vivienda, aunado a la falta de recursos económicos por parte de los propietarios, han generado que las construcciones tradicionales con tierra, muchas de ellas consideradas como arquitectura vernácula –entre las que destacan las de bajareque y adobe-, cada día vayan desapareciendo de los centros de población. Es menester devolverles a los pueblos autóctonos la originalidad de sus viviendas construidas con técnicas tradicionales a base de tierra mediante la revaloración histórica y cultural; transmitirles y dar confianza y seguridad a través de las mejoras técnicas en cada uno de las sistemas tradicionales empleados; conservar los rasgos de cultura e identidad de los pueblos, minimizando el impacto ambiental con el uso de materiales y técnicas amigables con el entorno inmediato. Las construcciones con tierra poseen grandes ventajas para la salud del ser humano y del medio ambiente, contrarrestan los costos energéticos y emisiones de CO₂ comparados con los materiales industrializados que se han dado a conocer mediante la “huella ecológica de los materiales”; aspectos que se adicionan a la revaloración histórica y cultural de la típica vivienda tradicional que se transfiere mediante el método aprender-haciendo en las aulas educativas y las comunidades rurales e indígenas; rescatando y apropiándose de las etnotecnias que se han ido perdiendo como cultura e identidad de nuestros pueblos. Mediante una adecuada capacitación al sector social, privado y gubernamental de los sistemas constructivos tradicionales con tierra y sus mejoras; se han construido con bajareque mejorado 250 casas y más de 150 aulas en diversas zonas indígenas y rurales del estado de Chiapas. Con adobe sismo resistente se han edificado una serie de cabañas y casas de descanso, así como las muestras para casas rurales y aulas educativas; con ambas técnicas se ha obtenido su correspondiente certificación técnica por las entidades normativas.

1. INTRODUCCIÓN

La arquitectura vernácula o arquitectura folklórica, espontánea e ingenua como lo denominan algunos autores, es aquella que se presenta en una población, comunidad o ciudad, con rasgos que caracterizan e identifican a un pueblo, que denota una integración al medio que lo rodea, que no intenta sobresalir de las demás, que trata de integrarse al contexto, que continúa con una tradición ancestral, que gusta de emplear materiales de la región, entre ellos, la tierra; empleando técnicas constructivas tradicionales, que es construida con las propias manos de sus futuros moradores en comunión con sus vecinos, familiares, amigos y compadres, es decir, aplica el sistema de autoconstrucción. La arquitectura vernácula es pues, sin duda alguna, una arquitectura anónima, una arquitectura sin autor, a decir de Velasco (1994, p.12) que, a pesar de no haber requerido la intervención para su construcción de un arquitecto, responde a las necesidades cotidianas de sus habitantes donde busca el encuentro y la comunicación “...con una gran riqueza social, aportándonos una tradición cultural y tecnología al emplear y transformar los materiales de la región según procedimientos y sistemas constructivos que la experiencia en el tiempo ha demostrado su eficacia, utilizándolos racionalmente, como una manera de resolver los problemas que le presenta el clima y el gasto, tanto económico como físico de sus moradores, aprovechando al máximo los recursos naturales”.

Pablo Chico (1996) anota que algunas de las características de la arquitectura vernácula son aquellas que para su construcción emplean materiales de la región, que la tecnología utilizada es la que de manera ancestral se han transmitido de generación tras generación y que para su aplicación emplean mano de obra propia de sus habitantes.

Esto significa que un sinnúmero de construcciones tradicionales con tierra sean consideradas como vernáculas, por lo que se debe prestarle atención, estudiarla, analizarla y mejorarla con el único fin de evitar su extinción y promover su recuperación o rescate. Las mejoras a las técnicas, la capacitación mediante talleres y cursos a grupos sociales, técnicos y profesionales en la rama de la construcción, permitirán desarrollar de buena forma la autoconstrucción asistida.

2. PROBLEMÁTICA

La falta de vivienda equivale a la suma del rezago y la demanda que día a día se presenta en cualquier zona habitada por el hombre; y ni los esfuerzos realizados por los grupos sociales a través de la autoconstrucción ni los del Estado a través de sus dependencias encargadas de promover y desarrollar programas habitacionales en conjunto con los desarrolladores de vivienda, han podido abatir esta carencia vital para el buen desarrollo y mejora de la calidad de vida de las familias; ya sea porque han sido insuficientes o mal diseñadas, sobre todo en lo que se refiere a los proyectos y sistemas constructivos planteados, que rompen con el entorno natural e impactan negativamente al medio ambiente por su uso indiscriminado de los materiales industrializados empleados, dejando a un lado y menospreciando los sistemas constructivos tradicionales que por años han perdurado y dado buen resultado a las familias en las zonas poblacionales con menores recursos económicos.

Actualmente en muchos pueblos y ciudades con rasgos de arquitectura tradicional se aprecia cómo poco a poco las viviendas construidas con técnicas como el bajareque y el adobe van perdiendo terreno, van desapareciendo, las van desechando; en su lugar van emergiendo construcciones modernas, edificadas con materiales industrializados y sistemas constructivos que requieren de una mayor capacitación, herramienta y maquinaria sofisticadas para erigirlas. Ante esta destrucción de un legado histórico y cultural, surge una arquitectura totalmente ajena, formando una sociedad consumista que guiada por la moda o lo actual, le interesa poco o nada la destrucción de toda una identidad; generándose un fenómeno que consiste en olvidarse de conservar, preservar y producir viviendas tradicionales porque se ha ignorado y desconocido el valor patrimonial del objeto construido, histórico, cultural y arquitectónico. Los medios masivos de comunicación han tenido gran parte de culpa en su incesante información acerca del uso de estos materiales industrializados, pero no se debe olvidar que desde fines del siglo pasado la economía de las familias se ha visto golpeada profundamente y, aunado a la ignorancia del tema, han ido cambiando el uso de suelo y transformando sus viviendas tradicionales, derribándolas y construyendo, en la mayoría de los casos, comercios y oficinas.

3. OBJETIVOS

Evitar la extinción paulatina que sufre día a día el legado histórico-cultural representado por las construcciones tradicionales a base de tierra mediante el rescate de las mismas promoviendo y mejorando la técnica constructiva.

Los objetivos específicos son

- a) Capacitar a grupos sociales, alumnos, técnicos y profesionistas mediante cursos y talleres de las mejoras a las técnicas tradicionales de construcción como el bajareque mejorado y el adobe sismo resistente.
- b) Fortalecer la autoconstrucción asistida a través de manuales y guías rápidas del proceso de autoconstrucción de cada uno de los elementos que conforman la vivienda.

- c) Demostrar con pruebas de laboratorio y medios electrónicos la resistencia y confort térmico de los productos elaborados con tierra.
- d) Promover y difundir ante los diferentes actores que intervienen en los procesos de producción de la vivienda social en las zonas rurales de las bondades y ventajas que ofrece el construir con los sistemas constructivos tradicionales con tierra.

4. METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una revisión del estado del arte respecto a los sistemas tradicionales con tierra en diferentes lugares, así como un análisis en campo recogiendo comentarios y experiencias de las personas que ancestralmente han autoconstruido empleando estas técnicas tradicionales; a partir esta compilación de datos, se identificaron cada una de las partes que conforman el proceso de construcción tanto del bajareque como del adobe y se identificó también qué elementos eran los más débiles o susceptibles a fallar ante los embates del tiempo y la naturaleza; después de este análisis se trabajaron en las propuestas de mejoras en aquellos elementos que los requerían, como calcular la estructura de madera del bajareque, los tirantes de refuerzo, y las uniones y ensamblajes de los mismos; se estabilizó la tierra en algunos elementos que así lo requerían mediante la combinación en pequeñas proporciones de materiales industrializados de tal forma que les permitiera una mayor resistencia y protección al intemperismo.

Una vez llevado a cabo las propuestas de mejoras, para el caso del bajareque, se elaboró un manual de autoconstrucción y para el caso del adobe sismo resistente, una guía rápida del proceso de construcción. Ambos documentos han servido para llevar a cabo la capacitación mediante el método de aprender-haciendo en donde, a través de cursos y talleres a grupos sociales, alumnos, técnicos y profesionistas se han desarrollado modelos a escala de alguna de las partes, en muros y cubiertas principalmente, y en otros casos, los modelos de casas a escala 1:1. Los modelos a escala 1:1 fueron desarrollados a través de la autoconstrucción asistida a las familias habitadoras de los espacios de la vivienda.

Una vez construidos los modelos, se llevó a cabo, en el bajareque mejorado, mediante la metodología de la climatología dinámica con apoyo de aparatos electrónicos, la medición de la temperatura interior para conocer el confort térmico de los espacios habitables (Vecchia; Castañeda, 2005).

Mediante el apoyo de la huella ecológica de los materiales, se llevó a cabo el análisis del impacto ambiental asociado a los materiales de construcción a lo largo de su ciclo de vida – el consumo energético y la emisión de bióxido de carbono, ambos generados a partir de la extracción, producción y transporte hasta la obra- estos dos indicadores son los más relevantes a nivel mundial ya que son los que inciden drásticamente en el calentamiento global (Argüello; Cuchí, 2008); para ello se tuvo la necesidad de apoyarse de la base de datos *metaBase* del Instituto de Tecnologías de la Construcción de Cataluña (ITeC), misma que muestra en tablas los materiales genéricos de construcción medido por cada kilogramo y su clasificación indicando el consumo energético medido en megaJoules (MJ) y su equivalente en kilowatt hora (kWh), así como los gases de CO₂ emitidos a la atmósfera medido en kilogramos (kg). Se llevaron a cabo los comparativos de tres modelos de viviendas diferentes cada una de ellas en su sistema constructivo, más no en su área de construcción, una con materiales convencionales (muros de block y estructuras de concreto armado), otra con bajareque mejorado y la última con adobe sismo resistente.

5. DESARROLLO Y RESULTADOS DE LAS PROPUESTAS

5.1. Bajareque mejorado

Esta propuesta revaloriza aspectos de identidad y cultura de muchas poblaciones. Se considera trata de mejorar y rescatar una arquitectura vernácula que emplea técnicas constructivas tradicionales con el uso de materiales naturales de la región y el empleo de mano de obra local no especializada; aún prevalece, en menor medida, este tipo de

construcciones con los pobladores, particularmente de aquellos de origen rural; debido a que sigue siendo utilizado por ellos mismos mediante la transferencia generacional de la técnica.

Además del aspecto formal y espacial de la propuesta, se cuidó el aspecto de seguridad estructural -soportado por un cálculo estructural- y la prolongación de la vida útil de la construcción. A diferencia del adobe, esta técnica no ha presentado, históricamente, una desventaja ante los movimientos telúricos, no así ante otros elementos naturales como los fuertes vientos, lluvias, tormentas e inundaciones.

La propuesta consiste en un sistema modular conformada por una repetición de múltiplos y submúltiplos (Coppola, 1997) de 1,50 x 1,50 metros que refieren al proyecto arquitectónico, la repetición de estos módulos permite generar espacios habitables con dimensionamiento de acuerdo al reglamento de construcción local y confortable para el buen desarrollo de diversas actividades; y a las medidas comerciales de los materiales que se encuentran en la región –madera de pino- la cual se comercializa en medidas de 2,50 y 3,00 metros de largo, por lo que se consideró la medida de 3,00 metros, permitiendo rigidizar y estabilizar la estructura al contemplar apoyos verticales a cada 1,50 metros y los largueros de la estructura de la cubierta a cada 0,75 metros. Las mejoras en cada una de las partes de la construcción del bajareque se muestran en la figura 1 y tabla 1.



Figura1 – Desarrollo del proceso constructivo del bajareque mejorado

Tabla 1. Mejoras en la técnica tradicional del bajareque

Elemento constructivo	Forma tradicional	Propuesta de mejoras
Cimentación	Horcones de madera sin tratar hincados o enterrados sobre el terreno natural	Polines de 3½"x3 ½" de madera tratada con arsenato de cobre y cromo (ACC) anclados a cadena de desplante o dados de concreto armado mediante varillas roscadas de 3/8" a las soleras estructurales de 2"x3/16"
Estructura	Morillos de madera uniendo los horcones y formando la estructura de la cubierta para recibir la cama de reglas o un manojo de ocuy*, bambú o bajareque	Cerramiento a base de polines de 3 ½"x3½" tratados con ACC sobre el cual reciben los largueros a base de barrotos de 1½"x3½" de madera reforzados con tirantes de reglas de 3/4"x4" en ambas caras del larguero
Cubierta	Generalmente a base de lámina galvanizada o de cartón, en contadas ocasiones con teja de barro sobre la cama de madera	Sobre los largueros de barrotos se coloca un artesonado o entarimado de tablas de madera de ¾"x12" que recibirá un fieltro asfáltico y finalmente la teja de barro, palma, guano o teja de fibrocemento
Muros	El encetado o entramado por lo general es hecho con varas de bajareque atadas con bejuco o alambrito, recubierto con embarro a base de tierra y paja	Primero se propone un rodapié de ladrillo y arriba una capa de nylon (bolsas de desperdicio) y a partir de ésta se enceta con caña maíz atado con alambrito y cubierto en ambas caras con malla tipo gallinero para recibir el embarro hecho con tierra-arena-cemento-paja
Pisos	De tierra, normalmente apisonada, agregándole agua y golpeándola con algún mazo	Ladrillo recocido tejido tipo petatillo** asentado sobre cama de arena y junteado con la misma arena o piso firme de concreto acabado pulido
Acabados	Encalado de muros en algunas ocasiones	Encalado en muros incorporándole sal y baba de nopal; a la madera expuesta se le aplica aceite quemado

* Ocuy: vara que nace al centro de la planta del maguey

** Petatillo: del petate, el tejido con que se hace es un cuatrapeo para tener amarre entre ellos

Se publicaron dos manuales de autoconstrucción en donde se muestra el paso a paso del proceso constructivo para la casa rural y el aula educativa; estos documentos han servido de base para la capacitación y dar asistencia técnica a los autoconstructores que han edificado su casa con esta técnica tradicional a base de tierra; asimismo, para promocionar y promover la revalorización de la técnica ante los diferentes actores que producen vivienda social, logrando en el 2002, el desarrollo de programas oficiales por parte del gobierno del estado de Chiapas en cooperación con la Cruz Roja Internacional en la autoconstrucción de 200 casas de bajareque mejorado en comunidades del municipio de Chenalhó, Chiapas; México; así como alrededor de 250 aulas educativas en diversas comunidades, todas estas contratadas por la entidad responsable a empresas constructoras previamente capacitadas en el sistema del bajareque mejorado. Debido a las bondades que presenta el construir con esta técnica, se han edificado en el mismo Estado otros géneros arquitectónicos como: cabañas, aulas, cafeterías, oficinas, casas de salud, capillas, entre otros (figura 2).



Figura 2 – Diversas obras concluidas con el sistema de bajareque mejorado

Para determinar el confort térmico de este tipo de construcciones, Vecchia y Castañeda (2005, p.1) realizaron un estudio de este comportamiento mediante la metodología de energía dinámica apoyados con aparatos electrónicos a un modelo de bajareque mejorado autoconstruido por los propios intendentes en las instalaciones de la Facultad de Arquitectura-UNACH, “con los primeros resultados podemos apreciar la conveniencia de la utilización de la técnica del bajareque... pues se demuestra que térmicamente el material responde favorablemente en el clima cálido, principalmente por la utilización del material orgánico que funciona como aislante térmico”. Y es precisamente por estos materiales orgánicos que logra tener una variación de temperatura de 2°C menos que el exterior, propiciando que los espacios habitables del bajareque mejorado sean confortables.

5.2.- Adobe

Se tiene conocimiento de algunas variantes del sistema constructivo del adobe. Esta propuesta se refiere aquel donde se emplea en el interior de los muros un refuerzo vertical y horizontal a base de bambú (*Guadua*) retomando la propuesta empleada en Perú (Minke, 2001), que ha demostrado sus bondades y ventajas ante los efectos sísmicos comprobado en sus laboratorios partiendo de los resultados de ensayos con modelos a escala natural en un simulador de sismos; demostrando que los elementos de refuerzos vertical y horizontal, combinados con la viga collar previenen las fisuras o fracturas en las esquinas de los muros, manteniendo la integridad estructural y su consecuente prevención de daños a sus habitantes (Blondet; Villa Garcia; Brzev, 2003).

Para conocer y estar dentro de los parámetros señalados en la norma E.080 (Ministerio, 2017) y el código de construcción de Nuevo México (Flores; Pacheco; Reyes, 2001 p.18), se

elaboraron las muestras y pruebas de laboratorio respectivas en la que arrojaron como resultado una resistencia a la compresión de 2,4 MPa. Estas muestras de adobe se hicieron con tierra que tuvieron la proporción, determinada por la prueba de sedimentación, de 50% de arena, 30% de limo y 20% de arcilla (figura 3).



Figura 3 – Prueba de sedimentación en campo, preparación del cabeceo de muestra y ensayo de resistencia a la compresión en laboratorio

a) Proceso constructivo (figura 4)

- Cimentación con losa o de piedra de la región sobre terreno estable, juntado con mortero cemento-arena, incluyendo su sobrecimiento.
- Anclaje del refuerzo vertical con una varilla corrugada de 3/8" a cada 84 cm ahogada a la cimentación y sobresaliendo 40 cm el cual se introduce al bambú de aproximadamente 2" de diámetro.
- Refuerzo vertical y horizontal a base de bambú, a cada 84 cm en el sentido vertical, y a cada 4 hiladas en el sentido horizontal; el primero se fijará a la varilla corrugada de 3/8" con mortero cemento-arena al bambú, logrando con esto que la varilla quede ahogada dentro del mismo. En cada cruce del entramado de bambú se fijarán, entre ellos, con pijas roscables de 3" de largo. Previamente al adobe se elabora con el orificio central de 2 1/2" de diámetro o medios círculos en cada extremo según sea el caso.
- Contrafuertes en cruces de muros a base del mismo material y prolongación de los refuerzos horizontales de bambú; asimismo, los muros expuestos a la lluvia se protegen con malla gallinera y aplanado con mortero cemento-cal-arena.
- Cadena perimetral de 12 x 35 cm de concreto armado con varillas de 3/8" y anilletas de alambón de 1/4"; la cadena se ancla al muro reforzado mediante el enganche de varillas de 3/8" a la cadena y ahogada con mortero cemento-arena a los refuerzos verticales de bambú para evitar que la cadena de concreto armado no sufra deslizamiento alguno.
- Fijación y anclaje de estructura de cubierta a base de bambú de 3" de diámetro en paquete de dos para lograr una mayor sección en su sentido vertical o vigas de madera de pino tratadas con arsenato de cobre y cromo (ACC); este anclaje se obtiene mediante el ahogamiento de varillas roscadas de 3/8" a la cadena perimetral de concreto armado la cual traspasará los bambúes o vigas de la estructura para su posterior fijación con tuercas.
- Cubierta ligera AN-3 con de estructura de bambú o viga de madera, reciben un artesonado de madera a base de tablas fijado a la estructura con pijas roscables de 2 1/2" de largo, o un artesonado mixto con madera y cañamaiz, sobre este artesonado se tiende un fieltro asfáltico fijado con grapas o se impermeabiliza, luego se coloca la cubierta final a base de teja artesanal de barro o fibrocemento.



Figura 4 – Proceso constructivo del adobe

Con esta propuesta se han desarrollado una serie de construcciones de diversos géneros arquitectónicos que han servido, además, para la capacitación correspondiente a los diversos grupos actores en la producción de la vivienda y las aulas educativas, logrando la obtención de la certificación técnica que permite su desarrollo en programas oficiales en materia de vivienda rural, dicha certificación la otorgó la delegación estatal del estado de Chiapas de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) entidad normativa a nivel federal. Asimismo, se han construido los modelos de la vivienda rural y el aula educativa, en espera de incursionarlos en los planes del gobierno local (figura 5).



Figura 5 – Diversas obras concluidas con el sistema de adobe sismo-resistente, incluyendo la vivienda rural y el aula educativa

Otro resultado que se obtuvo con estas dos técnicas constructivas tradicionales, una con y la otra de tierra (la primera con el bajareque mejorado y la segunda con el adobe), es el de conocer el impacto al medio ambiente que se genera con el uso de los materiales constructivos; por lo que se procedió a analizar las cantidades de materiales, medida en kilogramos, empleados en la cimentación, muros, techos y cubiertas, así como de las puertas y ventanas, mas no los de las instalaciones.

De esta forma y apoyados con las tablas de los materiales previamente elaborados en la Universidad Politécnica de Cataluña, en España; para conocer la huella ecológica de los materiales en cuanto al costo energético empleado en el proceso de extracción, producción y transporte de los materiales, así como de los gases tóxicos (bióxido y monóxido de carbono) emanados a la atmósfera (Argüello, Cuchí, 2008) se analizaron tres muestras de viviendas con tres técnicas diferentes pero con la misma área de construcción, (muros de block y estructura de concreto armado, bajareque mejorado y adobe sismo resistente) generándose los siguientes resultados (figura 6).

Técnica constructiva	Costo energético	Emisión de CO ₂	Ahorro energético	Ahorro de emisión de CO ₂
 bajareque	7.215,98 kW/h*	2.001,13 kg*	58%	65%
 adobe	13.696,10 kW/h	2.912,20 kg	20%	48%
 convencional	17.040,48 kW/h*	5.587,92 kg*		

* (Argüello; Cuchí, 2008)

Figura 6 – Ahorro energético y emisión de bióxido de carbono de cada una de las tres técnicas analizadas

Del comparativo del impacto medioambiental que se genera entre las tres técnicas constructivas, se tiene que con el ahorro energético del bajareque mejorado se puede dotar de energía eléctrica a una vivienda de interés social durante 10 años y nueve meses y, con el ahorro energético del adobe, durante 3 años y 7 meses; según tarifa preferencial para casas de interés social que establece la Comisión Federal de Electricidad (2014) el cual corresponde a 75 kWh/mes.

6. CONSIDERACIONES FINALES

Revalorar y rescatar las técnicas constructivas tradicionales con tierra que se encuentran asociadas a la arquitectura vernácula y que, por consecuencia, incrementan su valor histórico y cultural; a través de las mejoras técnicas que garanticen ampliar su vida útil, su estabilidad estructural y formal, la apropiación mediante la autoconstrucción asistida, así como la promoción, difusión, capacitación y construcción de modelos a escala uno a uno.

Con estos sistemas se han generado espacios habitables adecuados a las diversas actividades a desarrollar dentro de los mismos. Se recomienda utilizar materiales industrializados en pequeños porcentajes con el fin de incrementar la resistencia y durabilidad ante los elementos naturales, así como su estabilidad estructural.

Este tipo de proyectos y propuestas constructivas están orientadas a atender el problema de espacios habitables en las viviendas y espacios educativos, por citar algunos ejemplos; de las familias asentadas en el medio rural y suburbano; por lo tanto, se trata de sensibilizar y que regresen la mirada hacia atrás todos aquellos sectores: sociales, empresariales, de profesionistas, educativos, funcionarios y políticos inmersos en la construcción de diversos géneros arquitectónicos para aliviar el grave deterioro que se le está provocando al medio ambiente y contribuir a dejar un mejor ambiente en pro de la calidad de vida de las actuales generaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Argüello, T.; Cuchí, A. (2008). Análisis del impacto ambiental asociado a los materiales de construcción empleados en las viviendas de bajo coste del programa 10x10 con Techo-Chiapas del CYTED. *Informes de la Construcción*, 60(509):25-34

Blondet, M.; Villa Garcia, G.; Brzev, S. (2003). Construcciones de adobe resistentes a los terremotos. California, USA: Earthquake Engineering Research Institute.

Coppola, P. (1997). Análisis y diseño de los espacios que habitamos. México D.F.: Edit. Árbol

Flores, L., Pacheco, M., Reyes, C. (2001). Algunos estudios sobre el comportamiento y rehabilitación de la vivienda rural de adobe. Informe IEG/03/01. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), Área de Ingeniería Estructural y Geotecnia. México, D.F: CENAPRED

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2017). E.080. Diseño y construcción con tierra reforzada. Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Disponible en http://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376

Minke, G. (2001). Manual de construcción en tierra. Montevideo, Uruguay: editorial Nordan Comunidad.

Vecchia, F.; Castañeda, G. (2005). Evaluación del comportamiento térmico de casa experimental con bajareque mejorado. Encuentro Nacional e Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído ENCAC/ELACAC. Maceió, Brasil: ANTAC. Disponible en http://www1.eesc.usp.br/ppgsea/files/Ref2011_ARTICULO_BAJAREQUE_AUTORIZADO.pdf

Velasco, Javier, (1994). La arquitectura vernácula. Cuadernos de Arquitectura Docencia, 12-13, Facultad de Arquitectura-UNAM

AUTOR

Arturo López González, Maestro en Arquitectura, Premio Nacional de Vivienda, excoordinador Centro Universitario de Estudios por una Vivienda Apropiable (CUEVA), exdirector Técnico Instituto de Vivienda de Chiapas, 1er. lugar "Concurso Estatal de Tecnologías para Vivienda en Chiapas", medalla de plata "1ª Bienal Arquitectura Chiapaneca", obtención del premio PAS-NÁ (hacedor de casas en tzotzil) por Colegio de Arquitectos Chiapanecos A.C.