

¿Y LA TRANSFERENCIA DE LAS BUENAS PRÁCTICAS DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA?

Dulce María Guillén Valenzuela

Red Iberoamericana PROTERRA, ramdul@ibw.com.ni

Palabras claves: construcción con tierra, investigación, experiencia, transferencia generacional

Resumen

La construcción con tierra sigue siendo una de las alternativas que mayoritariamente utiliza la población mundial para hacer sus viviendas y hoy cuando el planeta está llegando al límite de sostenibilidad por los daños que ha infringido el modelo hegemónico de “desarrollo” es pertinente mantener y aumentar su uso. Este propósito pasa necesariamente por la investigación, el estudio y la innovación, incluyendo su normalización y se han obtenido muchos resultados en estos casi 65 años de trabajo alrededor de la arquitectura con tierra. Estos logros deben difundirse, insistiendo en romper el bloqueo que los gobiernos y entidades educativas han impuesto a este material. Las instituciones educativas de avanzada, las organizaciones y redes virtuales creadas por los profesionales y técnicos que visualizan que la construcción con tierra es una buena alternativa para el hábitat sostenible en el futuro, tienen el compromiso de tomar la tarea de la transferencia de conocimientos hacia la juventud profesional y técnica que no tiene acceso en sus universidades o institutos al estudio de la tierra como material de construcción, pues está desvalorizado y fuera del pensum por “su falta de utilidad”. Si esto no se hace, tomará fuerza la emergente “euforia por la rápida capacitación” para construir con tierra, pudiendo participar cualquier persona que lo desee a través de talleres o cursos donde se aprende a hacer una casa en una semana o en 15 días, llevándonos esto a las malas prácticas con la tierra que más bien desprestigian y ponen en peligro a las gentes que vivirán en esas edificaciones, si es que llegan a un final.

1. INTRODUCCIÓN

A pesar de la conservación de miles de obras edificadas con tierra a lo largo de la historia, de las que un 17% han sido declaradas patrimonio de la humanidad y pese a que más de dos mil millones de personas en 150 países hacen uso de la tierra para construir sus casas en la actualidad (CRAterre, 2002), ésta ha sido “casi olvidada por el progreso del siglo XX” (Bestraten; Hormías; Altemir, 2011) caracterizado por la globalización financiera, sobre todo por la incapacidad de mercadeo de la tierra como material de construcción, ya que no necesita manufacturarse, ni venderse, pues está en todas partes, es gratuita y fácil de trabajar.

La marginación de la tierra como material de construcción en la sociedad desarrollada de hoy día ha tomado fuerza a partir de los nuevos valores consumistas, que entre otras cosas definen que la casa ideal, es la que se hace de cemento o de otros materiales innovadores que requieren mucha energía para elaborarse, son de difícil reciclaje y hasta pueden incluir componentes tóxicos, rechazando este legado constructivo y creando mitos tales como que las casas de tierra son para los pobres, que son feas, que no duran, que no resisten los sismos, ni las lluvias y que además transmiten el mal de Chagas.

La pérdida del conocimiento de estas técnicas, es también uno de los factores que más ha contribuido en su desvalorización, ya que su exclusión de los programas de estudio universitario y tecnológico ha creado un vacío en los y las profesionales y técnicos de la arquitectura, la ingeniería y la albañilería que no llegan a conocerla; así mismo, es determinante la omisión de la mayoría de los gobiernos nacionales y locales que no la contemplan en los reglamentos de construcción, o peor aún, prohíben construir con tierra, dando paso a las malas prácticas que efectivamente la degradan, la hacen insegura, insalubre y muchas veces antiestética.

Como efecto final de la desvalorización de las edificaciones de tierra, está la pérdida del valor económico como bien inmueble, ya que la banca y otras instituciones no las reconocen como prenda para garantizar transacciones financieras o como un sistema constructivo a ser financiado.

2. LA BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS: LA INVESTIGACIÓN

Aunque el desarrollo del mundo está fundamentado en que un pequeño grupo de personas acumulen riquezas sin medida, a costa de llevar al planeta a los límites de su destrucción, poniendo en riesgo la supervivencia de la humanidad, miles de personas hacen esfuerzos por revertir estos daños y asegurar la vida en el futuro, buscando alternativas para existir de forma sostenible y amigable con la naturaleza.

Las mujeres y hombres que diseñan y construyen con tierra también han venido aportando en este esfuerzo desde los Siglos XVIII, XIX y XX. Uno de los primeros en estudiarla e innovarla es el Arq. Francés François Cointeraux a partir de 1786, llegando a tener una gran influencia en la arquitectura de la época en Inglaterra, Dinamarca, Suiza, Escandinavia, Italia, la península ibérica, Australia y Estados Unidos (Guillaud, 1997) tal como refiere Gatti (2011, p.18) en el Estudio comparativo de las técnicas contemporáneas en tierra: arquitectura y crucción en tierra:

Él es considerado el padre de la arquitectura de tierra moderna. El éxito temprano de (sus) trabajos ... lo llevó a dedicar su vida entera al estudio y difusión de la arquitectura de tierra... desarrolló unas tipologías... que abarcan una gama completa de viviendas para los pobres y los ricos, tanto en entornos urbanos y rurales, que incluye casas de cuatro pisos.

En 1788 fundó la escuela de arquitectura rural en París. Mediante la enseñanza y la publicación de medio centenar de obras... difunde sus experiencias y filosofías de tierra. Como resultado... influyó en una nueva forma de pensar sobre la arquitectura en Europa....

Pero es hasta en el siglo XX cuando la tierra como material de construcción resurge. En los inicios, en pleno empuje de la arquitectura moderna, influyentes arquitectos la retoman, aunque a veces de forma silenciosa y aislada, pero que son valiosas prácticas de recuperación de los saberes, de investigación, de mejoramiento, de modernización y de reconocimiento de la construcción con tierra.

Frank Lloyd Wright en Estados Unidos entre 1921 y 1924 diseñó y construyó dos proyectos experimentales utilizando un sistema de mampostería llamado "bloque textil" hecho de tierra mezclada con cemento, en 1932 consideró el uso de la tierra apisonada en su propuesta de Broadacre city, y en 1942 aplicó estas ideas en el proyecto de Haciendas Cooperativa, diseñando al mismo tiempo la Casa de Cerámica con adobe y vigas de madera, que no llegó a ser realizada. Pero es en 1949 cuando se da un gran paso con los estudios de Antony Merrill (1949), quien analiza la construcción moderna con tierra como una alternativa para resolver la escasez de vivienda durante la depresión y la postguerra y los plasma en su libro "Casas de tierra apisonada y de suelo-cemento".

Simultáneamente en Francia, Le Corbusier retoma la construcción con tierra y escribe el libro *Les Constructions Murondins*, sobre la construcción de tapial y bloque de tierra comprimida, diseñando y construyendo numerosas obras en tierra enmarcadas en sus propuestas de optimizar el espacio y el costo de la obra hasta pasada la post guerra.

Paralelamente, en los años 30, en Egipto el arquitecto Hassan Fathy utiliza en la arquitectura moderna los métodos de diseño, las habilidades constructivas y los materiales tradicionales de la arquitectura Nubia, que conoció a través de la vivencia comunitaria en la que intercambió conocimientos técnicos con saberes populares sobre la construcción con adobe, logrando enriquecer la construcción tradicional degradada por la pobreza, las pautas necesarias para revalorizar el estilo tradicional y hacer viviendas populares en el desierto sanas y confortables climáticamente (Fathy, 1969).

Pero la atención hacia la arquitectura de tierra creció a partir de los años 70, a raíz del interés por recuperar el patrimonio de la humanidad en la UNESCO, muchas veces erigido en tierra, que dio origen al estudio técnico y científico en diferentes partes del mundo, tal como afirma Maldonado, Rivera y Vela (2006)

Por las numerosas y complicadas campañas de restauración de monumentos de tierra que se han emprendido en las últimas décadas en Europa, en Sudamérica y en el Oriente Medio... la investigación se ha centrado en los problemas de la recuperación del saber perdido, la revalorización académica de la arquitectura de tierra y la experimentación con prototipos y complejos demostrativos.

Destacando los trabajos realizados en Francia en el laboratorio CRAterre de Grenoble, en Alemania en el Instituto de Investigación de construcciones experimentales (FEB), en Estados Unidos y en Australia.

Pero es a partir 1977 que se centra la atención en el estudio de la construcción popular con tierra, en sus diferentes técnicas, ya que los datos de vivienda de estos años demuestran que la mayoría de la población mundial en los países pobres solo tiene acceso a casas de tierra, tal como sigue diciendo Maldonado, Rivera y Vela (2006)

En los países del llamado *Tercer Mundo* la situación es completamente distinta, ya que aquí la arquitectura de tierra se plantea como la única alternativa viable para la construcción de viviendas de bajo coste que puedan albergar a una población cada vez más desamparada...

Se inicia así un movimiento alrededor de la normalización y reglamentación de la construcción de viviendas con tierra, como esfuerzo conjunto de profesionales, universidades y gobiernos para lograr un mejor comportamiento de estas edificaciones, sobre todo para superar la debilidad que presentan ante sismos y lluvias, destacándose los primeros trabajos en Perú en 1979 cuando surgió la primera Norma, siguiéndole casi inmediatamente India y Turquía, existiendo a la fecha, entre normas y reglamentos más de 55 documentos en 17 países, en los cinco continentes, aunque en once países estas normas se refieren a la construcción con BTC, existiendo para construcción con tierra cruda solo las normas de Perú (Cid; Mazarrón; Cañas, 2011) y en 2013 las de El Salvador.

Es en estos primeros años del siglo XXI que se han sumado muchas más personas, redes, organizaciones, asociaciones, universidades y escuelas técnicas para hacer investigación, propuestas y ensayos para mejorar, modernizar y normalizar la construcción con tierra, destacando en estos esfuerzos la Cátedra UNESCO vinculada por lo menos a universidades de 23 países¹, el Centro de Documentación de ICOMOS (UNESCO), la PUCP de Perú, el Centro de Investigación de Arquitectura Tradicional (CIAT) en Madrid, Dachverbandlehm y UNI-terra en Alemania, Asterre en Francia, Cedterra en Portugal, CRIATIC en Argentina, CIPTEV en México, el ICCET, la Escuela Nacional de Arquitectura de Grenoble y muchas otras universidades en todas partes del mundo. (Bestraten; Hormías; Altemir, 2010).

A esto se añade la nueva corriente de arquitectura de tierra de lujo, que conlleva también nuevas propuestas tal como señala Maldonado, Rivera y Vela (2006)

... en los países ricos de la franja cálida que fueron las antiguas colonias europeas... se ha dado la curiosa situación de la aparición de una arquitectura moderna de tierra para ricos... (donde) los clientes han generado un tipo de investigación práctica de alto nivel ...

Y dado que es vital, y posible con los adelantos cibernéticos de este nuevo siglo, que los resultados de las investigaciones y estudios se difundan y se compartan en pro de una mejor arquitectura de tierra, se han creado alrededor de ésta, un sinnúmero de espacios con grupos y personas asociadas, virtual o físicamente, que se encuentran siempre o

¹ La denominación Cátedra UNESCO aplicada a un establecimiento educativo es un reconocimiento de excelencia que la UNESCO otorga a las Universidades, Centros y Organizaciones de educación superior que realizan una tarea de calidad en la aplicación de las finalidades de la UNESCO.... La Conferencia General de 1991 acordó iniciar el Programa de Cátedras UNESCO.

periódicamente para el intercambio y enriquecimiento de conocimientos en base a sus experiencias y descubrimientos, entre estas destacan la Red PROTERRA, HABITERRA y CRIATIC de Argentina, la Asociación Terrachidia, red Unitwin Arquitecturas de tierra, culturas constructivas y desarrollo sostenible, Protierra, ARCOT y UNI-Terra de Chile, Construtierra y archi-tierra de España, TerraBrasil en Brasil, Centro CIDART, FUNDASAL y muchísimas más.

3. DE LA INVESTIGACIÓN A LA PRÁCTICA

Como se ve, son muchos los resultados de la investigación y del estudio acumulado en estos años alrededor de la arquitectura con tierra, pero los esfuerzos por divulgar y transmitirlos todavía parecen ser una gota en el desierto, ya que son muy pocas las universidades e institutos tecnológicos que podrían hacer cambiar la visión de los futuros profesionales de la construcción con respecto a las técnicas con tierra, aun considerando a las incluidas en la cátedra de la UNESCO y a otras muchas que han logrado introducir en el pensum, o a nivel de post grado y maestrías temas relacionados con esta.

De ahí que la mayor propuesta de capacitación para construir con tierra hoy recae en numerosas organizaciones privadas, ONG grandes y pequeñas, estudios de arquitectura o ingeniería y un incontable grupo de personas individuales, que imparten desde un taller de para ofrecer “la experiencia interior de acariciar la tierra” como material de construcción, a cursos de más de un día y hasta de varias semanas para aprender a hacer una casa de tierra.

4. DE LA EUFORIA DE LA CAPACITACIÓN RÁPIDA A LA MALA PRÁCTICA

Pero dada la falta de rigurosidad académica, el poco tiempo invertido y las expectativas que crean muchas de estas capacitaciones en los participantes, que llegan a creer que después de unos pocos días saldrán constructores, sobran los ejemplos de las malas prácticas realizadas por estos “egresados” que en el peor de los casos han cobrado víctimas mortales y otras que desprestigian al material tierra, pues si bien aprendieron a hacer una mezcla, o a pegar adobes, o a levantar un murete de cob o de tapia, o una pared de bajareque o enzunchado, o aprendieron a repellar y a pintar con tierra -todas acciones necesarias en una construcción, pero no suficientes- hacen un mal trabajo, pues no tienen una idea completa de lo que es construir, desde la buena ubicación de la vivienda, a cómo se hace la cimentación según el tipo de suelo y las características sísmicas del lugar, o cómo se debe resolver la estructura de techo; pues los cursos son tan cortos, que los participantes no llegan ni a darse cuenta de que si no lo hacen bien y en vez de una casa pueden construir una “tumba de tierra” para sus futuros habitantes.

La reflexión necesita ejemplos y para esto se muestran dos casos de Nicaragua, una vivienda de cob de 200 m², en la finca El Encanto, Matagalpa y la casa de adobe de dos pisos construida en el 2013 en la ciudad de Nagarote.

La primera obra se ejecutó por parte de un auto llamado “especialista en construcción natural” cuyo verdadero oficio es diseñador gráfico, pero que fue “graduado” como constructor en un taller de 15 días en California, Estados Unidos. Realizó la obra de Cob basándose en 5 dibujos esquemáticos y sin haber hecho estudio del suelo, planos, ni cálculo estructural, falta que se agravó al tratarse de un terreno escarpado, con suelo suelto y quebradizo (tipo cascajo) y con alta pluviosidad (9 meses del año).

Se emplazó la vivienda en la ladera de un cerro de unos 35 m de alto, excavando una terraza de 10 m, a los que se sumaron 11 m de relleno con el material sacado del mismo cerro, dejándose mal compactada por la misma naturaleza de suelo, a lo que se sumó fallas en el muro de retención de la terraza creada para construir la casa, que se hizo con “súper adobes” con sacos cuya tela era degradable con la humedad y el sol y llenos del material del cerro, provocando el movimiento del relleno y en consecuencia graves fisuras en el piso, en los muebles de tierra y en las paredes. (Figuras 1 y 2).

En cuanto al diseño y proceso de construcción de las paredes de cob no se cumplió con las normas mínimas, destacando la mala selección de la mezcla pues todas presentaban múltiples grietas a pesar de haber sido resanadas varias veces, deduciéndose también que el procedimiento de dejar secar adecuadamente la capa inferior de tierra antes de colocar la nueva capa no se cumplió. Tampoco se respetó la relación espesor-altura de las paredes como muros de carga y no se obtuvo la sección necesaria para sostener el peso de la cubierta, ya que algunas partes son de apenas 30 centímetros en la base y tienen hasta 3 metros de alto, resultando muy esbeltas y débiles. (Figura 2).



Figuras 1 y 2. Fisuras por asentamiento del suelo. En las ventanas se observa el poco espesor de paredes y la grieta vertical por asentamiento del suelo.

Los elementos estructurales horizontales (vigas dintel) en ventanas, puertas y nichos prácticamente no existen, solo se colocaron tablas delgadas y ajustadas al hueco, provocando fallas en las paredes al borde de los vanos (figura 3) y para completar, el techo se hizo sin ningún conocimiento del arte, destacando la ausencia de viga solera, lo que deja sueltas las paredes y los elementos como columnas, largueros y clavadores, que fallaron en conjunto y pusieron en crisis a los delgados muros de carga por la ausencia de esta solera, pues el peso de techo no se podía distribuir uniformemente, agrietando las paredes donde se apoyaban las viga larguero (figura 4).



Figuras 3 y 4. Falta de dinteles. Falla en el empalme de la madera y grietas en los apoyos del larguero

Finalmente después de 24 meses de estar construyendo esta casa y dado que aún sin terminarla empezó a presentar fallas estructurales graves, a desplomarse algunas paredes y a hundirse la cubierta de techo, se concluyó que la misma representaba un riesgo para las futuras usuarias, recomendándose la demolición total y por ende la pérdida de los 70 mil dólares invertidos. Siendo esto consecuencia de una capacitación en la que se crearon las expectativas de que los asistentes serían capaces de realizar una obra como esta.

El segundo ejemplo, es una casa de adobe que se construyó por parte de una ONG en la ciudad de Nagarote, situada en la zona de alta sismicidad. La obra tenía el objetivo de servir de modelo de vivienda entre las comunidades pobres, y fue ejecutada por un arquitecto mexicano “experto” en adobe, tras haber recibido cursos de “Arquitectura Alternativa” en México.

En este caso, a pesar que se hicieron los planos necesarios, había una propuesta de diseño que evidentemente no atendía las normas de construcción con adobe, se propuso un edificio de dos pisos, la mitad de planta en doble altura, y aunque esta era simétrica y con contrafuertes para aumentar el espesor de los muros en los puntos críticos, la relación espesor-altura de la pared no se cumplía ni por cerca, ya que se proponían paredes de 40 cm. con una altura máxima en el tímpano o mojinete de 8 metros, dando una relación 1 a 20, cuando lo más audaz indicado en las normas es de 1 a 12 (NTE E.080, 2000).

Este problema inicial de diseño se agravó una vez que llegó el “experto”, quien totalmente desinteresado en las condiciones sísmicas del sitio, y a pesar de que ya estaban hechas las fundaciones, ordenó eliminar los contrafuertes y la simetría, suprimiendo un espacio que cerraba la planta rectangular, debilitando aún más las paredes la gran cantidad de ventanas y puertas propuesta y colocadas en forma continua y unas sobre otras (Figura 5), a lo que se sumó la insuficiente sección de los dinteles y del anillo intermedio colocado a la altura del entrepiso (Figura 6).



Figuras 5 y 6. Diseñada en 2 plantas, con 40 cm de espesor y múltiples vanos. Delgadas vigas dintel y anillo intermedio.

Recién concluida la obra ocurrieron sismos leves y un año más tarde, en abril del 2014, sismos hasta de 6.2 grados en la escala de Richter, que causaron además del desprendimiento del revoque en las dos ocasiones, el surgimiento de grietas en las esquinas de las paredes a doble altura, surgiendo entonces la preocupación en los dueños, a los que ya se les había explicado desde un inicio la no aplicación de las normas mínimas en el proyecto, por esta razón pidieron, ahora a profesionales nacionales, una propuesta de reforzamiento de las delgadas paredes, incorporándose llaves esquineras de madera en cada hilada de por medio, para evitar la separación de las mismas, pero la recomendación para asegurar la edificación ante un posible terremoto sigue siendo la demolición del segundo piso.

En esta experiencia solo se puede concluir que las malas prácticas del arquitecto “experto en adobe” se debieron ante todo a la “ausencia del sentido de responsabilidad por la vida de las personas que habitarían el edificio”, a ignorar de que la sismicidad de una zona determinará la forma de construir y al desprecio por las normas aplicadas en Nicaragua, ya que él se consideraba sobradamente capacitado en la materia y no necesitaba analizar nada más que su propuesta, lo que al final tuvo un efecto contrario a los objetivos de la ONG que era promover el adobe, lo que a la fecha se ha logrado es el desprestigio de éste y el desinterés de la población de Nagarote.

5. REFLEXIONES FINALES: LA ACCIÓN

En la mayoría de los casos los esfuerzos de investigación y las propuestas de los estudiosos de la construcción con tierra son ignorados por los actores que en verdad pueden cambiar la visión y la realidad de ésta en cada país, los gobiernos nacionales y locales, pudiendo además abrir una puerta hacia soluciones viables para enfrentar el déficit de viviendas y para reducir los daños que la industria constructiva moderna causa al planeta.

Pero más preocupante es que también estos temas pasan inadvertidos para la mayoría de las universidades y escuelas técnicas, que en las carreras de arquitectura, ingeniería y construcción omiten el capítulo de la tierra. Así mismo el caso de las ONG, muchas dedicadas a la sostenibilidad pero que promueven proyectos de viviendas de materiales no ecológicos.

Hacer caso omiso de los logros alcanzados a la fecha en el tema de la construcción con tierra ya sea para la conservación del patrimonio, para proveer la vivienda adecuada para las grandes mayorías que no la tienen, o para garantizar la buena construcción de grandes o exóticas obras públicas o privadas, es un error que compromete la sostenibilidad del planeta en el ámbito constructivo.

Es cierto que a pesar de que son muchos los estudiosos investigadores, diseñadores y constructores de los sistemas de tierra, son al mismo tiempo muy pocos en comparación con la necesidad, por tanto, es urgente plantearse como tarea prioritaria la transferencia de estos conocimientos por parte de los que trabajan en las universidades, en las redes técnicas, en las organizaciones o de forma individual, hacia las jóvenes generaciones de arquitectos, ingenieros, constructores y usuarios, pues estos conocimientos están quedando entre el pequeño grupo de “audaces y a veces extraños personajes” que trabajan incansablemente por hacer más seguras, adecuadas, accesibles y modernas las construcciones de tierra.

Desde el ámbito de trabajo de cada uno de los Proterros se debe accionar para que las nuevas generaciones aprendan sobre la construcción con tierra, de la historia, de la contemporaneidad, de la viabilidad ecológica, de la arquitectura y del comportamiento estructural de estas edificaciones, y de cómo adecuarlas a las condiciones geográficas, climáticas y sísmicas de cada sitio, conociendo obligatoriamente las normas aplicables al diseño y al procedimiento constructivo, para hacer bien una edificación de tierra.

En esto hay que centrar los esfuerzos ahora, lograr que en cada país donde hay un Proterro haya al menos una universidad y un tecnológico, en los que se incluyan el estudio serio y completo de la construcción con tierra y se ofrezca al menos un curso de post grado en estos temas y como también propuso el Prof. Arq. H. Guillaud desde el 2010 en su presentación en Cali “Valores de las arquitecturas de tierra para un porvenir sostenible” se debe:

Actuar para el futuro. Sensibilizar (a) las nuevas generaciones. Desarrollar y conectar las redes para agregar (sumar) las fuerzas y definir plan(es) de acciones regionales y/o internacionales.

Constituir la base científica y técnica, desarrollar la investigación experimental y desarrollar la tecnología, hacer Investigación normativa. Crear centros especializados, locales, nacionales o regionales. (Hacer) Educación superior y capacitación profesional.

Actuar con más Sinergia y Coordinación. Activar un «lobbying» internacional para... (el mayor) reconocimiento de la tierra como material del pasado, presente y futuro.

Si no lo hace, se esta dando a luz a la generación de los “expertos instantáneos de la construcción con tierra” que se gradúan en cursos o talleres de 1 día, 1 semana o 12 semanas, etc., aunque su experticia sea vendedor, sociólogo, diseñador gráfico, agricultor o ama de casa, por poner algunos ejemplos, sin tener idea de las normas para hacerlas

seguras, de la sismicidad, pluviosidad o resistencia del suelo de un sitio y su relación con la edificación y un sinfín de cosas más indispensables para construir.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bestraten, S.; Hormías, E.; Altemir, A. (2011). Construcción con tierra en el siglo XXI. En: Informes de la Construcción, v. 63, n. 532. Disponible en:

<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewArticle/1248>

Cid, J.; Mazarrón, F. R.; Cañas, I. (2010). Las normativas de construcción con tierra en el mundo. En: Informes de la Construcción, v. 63, n. 532. Disponible en:

<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewArticle/1262>

CRATerre, revista Caes Magazine, n. 63, año 2002.

Fathy, Hassan (1969). Arquitectura para los pobres.

Gatti, F. (2012). Estudio comparativo de las técnicas contemporáneas en tierra: arquitectura y construcción en tierra. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya

Guillaud, H. (1997). Cuadernos de la arquitectura en tierra. François Cointeraux Pionero de la construcción moderna en tapial. CRATerre-EAG, Monographie n°3, décembre 1997

Guillaud, H. (2010). Valores de las arquitecturas de tierra para un porvenir sostenible. Biocasa 2010, muestra de construcción Sostenible. Cali. Disponible en:

http://www.camacolvalle.org.co/archivos/Biocasa_2010/11.%20Hubert%20Guillaud/ConferenciaGUILLAUDBiocasa2010Cali.pdf

Maldonado, L. R.; Rivera, D. G.; Vela, F. C. (2006) Cincuenta años de investigación en torno de la construcción con tierra. Estudios, ensayos e manuales publicados desde 1950. Boletín CF+S>38/39: Arquitectura del siglo XXI: más allá de Kioto. Disponible en <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n38/nt02.html>

Merril, Anthony F. (1949). Casas de tierra apisonada y suelo-cemento. Buenos Aires

Reglamento Nacional de Construcciones (2000). Norma Técnica de Edificación NTE E.080 Adobe. Perú

AUTORA

Dulce María Guillén Valenzuela, Arquitecta, UNI, Managua, 1995. Investigadora de la construcción con tierra en Nicaragua, diseñadora y constructora de adobe con métodos participativos (20 proyectos y más de 250 viviendas diseñados y construidos), capacitadora desde 1996, docente del curso de "Construcción con adobe" en la Escuela de Oficios de Mujeres en Condega desde 2012, Ex - docente universitaria, Formuladora de planes de ordenamiento y desarrollo urbano participativos en 3 ciudades.