



SOLUCIONES DE TIERRA EN LA VIVETECA: UNA PLATAFORMA DE SELECCIÓN, DIVULGACIÓN Y TRANSFERENCIA ECOTECNOLÓGICA

Belén Olaya-García¹, Sara Navia Espinoza², Fernando de Lara Martínez³, Freddy Yáñez Cerda⁴

Grupo de Trabajo sobre Vivienda Ecotecnológica, Grupo de Innovación Ecotecnológica y Bioenergía, Universidad Nacional Autónoma de México, ¹b.olaya@cieco.unam.mx; ²sara2794@hotmail.com; ³ferdelaramartinez@gmail.com

⁴ Universidad Austral de Chile, Chile, ffyaner@uc.cl

Palabras clave: vivienda, ecotecnias, herramienta, identificación, diagnóstico

Resumen

Para reducir algunos de los problemas relacionados con la vivienda y sus servicios básicos, como son el agua limpia, saneamiento, energía, residuos, alimentación y cobijo, se llevan a cabo intervenciones o proyectos de mejora basados en ecotecnias. Estas, que tienen como objetivo reducir las necesidades habitacionales, son los dispositivos, métodos o procesos que buscan una relación armónica con el medio adaptadas a un contexto socioeconómico específico, buscando beneficios sociales y económicos tangibles las personas usuarias. Sin embargo, en ocasiones se implementan ecotecnias que no están contextualizadas o no se eligen las soluciones pertinentes en cada caso. Es por esto que se crea la herramienta VIVETECA, como apoyo a un proceso sistémico de identificación de necesidades, que permitirá albergar información sobre cada modelo de ecotecnia y filtrarlo por una serie de información recopilada. La VIVETECA, actualmente en desarrollo, permitirá, en primer lugar, identificar cuáles son las soluciones con mayor potencial de mejora para cada necesidad identificada, y también fungir como herramienta de divulgación y transferencia del conocimiento. En este panorama, se realiza una búsqueda y clasificación de soluciones construidas con tierra, para poder adaptar la VIVETECA a ellas, sus características y que se de visibilidad, específicamente, a las distintas ecotecnias construidas con este material.

1 ANTECEDENTES

Existen graves problemas a nivel global relacionados con la vivienda, donde se entrelazan actividades, procesos o materiales, la arquitectura, el cobijo y el acceso a servicios básicos como agua potable, saneamiento, energía (para cocinar, electrificar, calefactar o enfriar), alimentación, residuos y su disposición. Se puede entender la vivienda como un sistema complejo, ya que a la vez resuelve y genera funciones y necesidades y, aunque se encuentre aislada, está inmersa en una infraestructura de la cual se sirve y a la que sirve (Lucely; Castro, 2006).

El rezago habitacional afecta principalmente a los grupos más vulnerables de la población: hogares con bajos ingresos, trabajos informales, mujeres, indígenas, jóvenes y desplazados por la violencia, para quienes el acceso a una vivienda adecuada se produce en condiciones de mayor dificultad (ONU Hábitat, 2018). En México, indígenas y afrodescendientes tienen la tasa de acceso a servicios básicos menor que la media nacional (INEGI, 2015). Esto sucede en asentamientos informales, con formas propias de operar respecto a la construcción o al acceso a servicios básicos, a la economía informal que se da en ellos o a la forma en que los gobiernos responden a sus necesidades o abordan sus problemas.

Ante estos problemas se realizan intervenciones o proyectos de mejora para reducir la precariedad en las distintas necesidades de la vivienda o sus servicios básicos, ya sea de forma autónoma, o a través de asociaciones civiles, ONGs o instituciones gubernamentales. En numerosas ocasiones, en estas intervenciones se implementan ecotecnias.

Como indican Ortiz et al. (2014), la ecotecnología busca a través de dispositivos, métodos y procesos -que una vez aplicados de forma práctica se definen como ecotecnias- una

relación armónica con el ambiente, brindar beneficios sociales y económicos tangibles a las personas usuarias, con referencia a un contexto socio ecológico específico.

Éstas resuelven necesidades, desarrollan capacidades humanas, son adecuadas al contexto socio ecológico local (no hay soluciones universales) y utilizan eficientemente los recursos para conservarlos y prevenir problemas, por lo que tienen un potencial de impacto en la sostenibilidad (Ortiz et al. 2015).

Sin embargo, muchas de las ecotecnias que se implementan no están contextualizadas, no se adaptan a las necesidades reales, no se implementan adecuadamente o no se les da mantenimiento o seguimiento a las intervenciones, por lo que quedan en desuso. No suele haber una posibilidad de selección de ecotecnias y las alternativas suelen venir dadas, sin participación ni transferencia de tecnologías en la implementación de proyectos (Álvarez-Castañón; Tagle-Zamora, 2019), con desequilibrios de poder generalizados (Díaz et al., 2016). Además, como indican Gavito et al. (2017), se presentan fuertes limitaciones ante la falta de registro de datos, las diferencias de procedimientos o las metodologías y posiciones personales que impiden el desarrollo, el aprendizaje y la transmisión del conocimiento generado.

Bajo esta premisa, el Grupo de Trabajo sobre Vivienda Ecotecnológica (VIVE), dentro del Grupo de Innovación Ecotecnológica y Bioenergía (GIEB), de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), está desarrollando actualmente la VIVETECA: una plataforma interactiva, colaborativa y de código abierto, para recopilar, clasificar y categorizar las soluciones ecotecnológicas asociadas a la mejora de la vivienda.

La VIVETECA se crea como herramienta de apoyo a un marco metodológico actualmente en desarrollo¹. Partiendo de un proceso sistemático en desarrollo, se busca con esta herramienta reducir el universo de ecotecnias recopiladas y así arrojar una serie de resultados que tengan el potencial de adaptarse a cada contexto de estudio. Tras esto, se realizaría un proceso participativo con las familias usuarias que permita seleccionar las soluciones idóneas para implementar en cada vivienda y cubrir sus necesidades habitacionales.

Dentro de este panorama, se busca integrar en la VIVETECA las soluciones ecotecnológicas relacionadas con la tierra, con el objetivo de promover la arquitectura y construcción con tierra, y dar a conocer las posibilidades que este material ofrece para reducir las necesidades habitacionales en las viviendas precarias.

2 MEMORIA DESCRIPTIVA

Se contextualiza el desarrollo inicial de la VIVETECA considerando la recopilación de ecotecnias que tengan el potencial de implementación en México, donde el grupo de trabajo está llevando a cabo su investigación. Para ello, se incluirán ecotecnias que se estén desarrollando en todo el país y, a través de una serie de filtros, se reducirá la cantidad de soluciones ecotecnológicas idóneas para desarrollarse en cada comunidad o caso de estudio específico.

En primer lugar, se definieron seis líneas estratégicas de estudio dentro de la vivienda, de forma que se pudiera analizar e identificar las necesidades habitacionales de forma integral, y una subclasificación variable para cada una de ellas, según las necesidades, usos, flujos y tareas dentro de la vivienda. Estas líneas estratégicas parten de la concepción de CONEVAL (2019) y de Ortiz et al. (2014) y se definen de la siguiente manera:

- Agua limpia: se contempla el abastecimiento de agua (tanto de un predio como de la vivienda), el acceso a ella y su estado o calidad, tanto para el uso en la vivienda (lavar,

¹ Dentro de la tesis doctoral en desarrollo por una de las autoras: "Vivienda Ecotecnológica Básica. Marco metodológico para transitar de viviendas precarias a viviendas más sostenibles".

higiene, regar) como para consumo humano (agua potable y tratamiento). También contempla la captación o el almacenamiento, entre otras.

- Saneamiento: se considera cómo se procesan y evacúan las aguas grises (jabonosas y de uso doméstico, de cocina, lavadero y procedentes de la higiene personal), aguas negras (excretas en letrinas o inodoros y excretas de animales). También se considera si se les realiza algún tipo de tratamiento (físico o biológico) y su reutilización o disposición final (alcantarillado, drenaje o almacenaje).
- Energía: se contempla la energía para cocinar (desde los combustibles y su almacenamiento, estufas o tecnologías de cocinado, hasta el espacio arquitectónico de la cocina). También se considera la energía para electrificar y sus medios de acceso (fuente a nivel comunitario o individual a través de energía renovable o biocombustibles), así como para la iluminación y la energía necesaria para enfriar o calefactar un espacio.
- Residuos: se centra en los residuos inorgánicos y orgánicos, su producción, recolección y desecho, si se almacenan o si existe reutilización, reciclaje y otros procesos de tratamiento (tanto a nivel vivienda como a nivel comunitario).
- Alimentos: se limita al autoabastecimiento en el predio mediante huertos y/o la cría de animales a pequeña escala (gallinas, cerdos, cabras, etc.). Así mismo contemplan los espacios asociados a los alimentos, su producción, preparación, consumo y almacenamiento.
- Cobijo: se contempla la arquitectura, construcción, cuestiones legales de la tenencia y otras de habitabilidad como calidad, confort interior (respecto a humedad y temperatura), hacinamiento, seguridad estructural o privacidad. También la higiene, ventilación, estética, procesos constructivos (estructura, tipo, calidad y pertinencia de materiales) o el entorno de la vivienda y el predio.

Este último punto, que considera la composición del objeto arquitectónico, se identifica como el principal receptor de soluciones de tierra que, además de configurarse con diversas cualidades físicas, tienen una gran importancia cultural relacionada con el patrimonio vernáculo en México y América Latina (Correia et al., 2016).

Tras identificar las tareas asociadas, se analizaron de forma participativa, en el grupo de trabajo GIEB, las relaciones existentes entre las líneas estratégicas propuestas desde la visión de distintas disciplinas, fomentando de esta forma la divulgación y la integración de conocimientos de distintos actores (figura 1). Se buscan los beneficios asociados de implementar soluciones que puedan cubrir de la manera más eficiente las necesidades habitacionales en la vivienda y que contemplen y aborden la interacción entre ejes (figura 2).

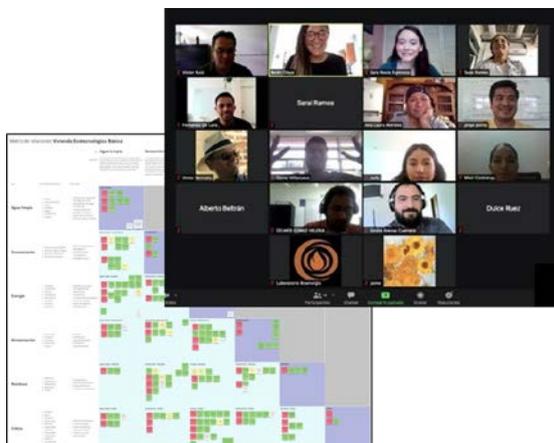


Figura 1. Taller virtual para la identificación de interacciones entre ejes de estudio de la vivienda (crédito: Navia, S.)

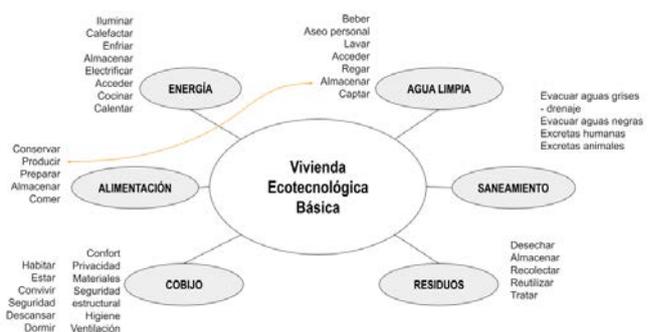


Figura 2. Tareas asociadas en cada eje y ejemplo de interacción (crédito: Olaya, B.)

Se trabajó de manera continua la herramienta, en varias etapas de desarrollo. En la primera etapa se identificó, para cada eje, el origen de las necesidades, sus clasificaciones y características necesarias para encontrar y organizar las soluciones que suplieran estas necesidades. Esto dio como resultado la matriz inicial con necesidades, subcategorías, tipos y clasificación de las posibles soluciones genéricas (figura 3; anexo 1).

Simultáneamente, se fueron recopilando las soluciones específicas en una base de datos donde se incluían la subclasificación de las líneas estratégicas en las que se insertaban: título de solución o nombre comercial, referencias y relación con otros ejes (figura 4). Para este proceso, hasta el momento se han consultado 71 publicaciones relacionadas con la ecotecnología.

LÍNEA ESTRATÉGICA	USOS GENERALES	FUENTE	SISTEMA/ALMACENAMIENTO PRINCIPAL	TRATAMIENTO	DISPOSITIVOS PARA USO EFICIENTE DEL AGUA / AHORRADORES
AGUA LIMPIA	1. Beber / Cocinar / Aseo personal / Limpieza ropa	* Captación pluvial * Generación por condensación * Suministro alterno	* Subterráneo * Expuesto	1. *Sedimentador * filtración 2. *Desinfección/Polabilización	* Grifos / salidas de agua * Inodoro
	2. Riego / Limpieza de espacios y Objetos	Procesamiento de aguas grises NO LIMPIA			
	ORIGEN	ESPECIFICACIONES	INTERFASE DE RECOLECCIÓN	ALMACENAMIENTO / TRATAMIENTO	PRODUCTO RESULTADO
SANEAMIENTO	Aguas grises	Limpieza de ropa, platos, espacios domésticos, alimentos y aseo personal.		* Contenedor / procesador biológico * Contenedor / procesador anaeróbico * Contenedor de fluidos útiles * Sistemas de filtración biológica y sedimentación	* Composta plantas de ornato * Licudo fertilizante * Lodos compostables * Agua para WC * Agua para riego
	Aguas negras / excretas	con materia orgánica, fecal y orina. Sanitarios	* Dispositivos separadores * Dispositivos de descarga directa		
	Excretas humanas	Sustancias de desecho del organismo			
	Excretas animales domésticos				
ENERGÍA	TIPO	ABASTECIMIENTO	DISPOSITIVOS EFICIENTES PARA USOS ESPECÍFICOS		
	* Eléctrica * Combustible * Térmica	* Radiación solar * Generación mecánica * Bioenergía - Biocombustibles * Combustibles fósiles (Carbon, Gas LP, Gasolina) * Servicio público/privado	* Iluminar * Cocinar / calentar alimentos * Calentar agua * Climatizar espacios		

Figura 3. Fragmento de la matriz de la clasificación inicial de la VIVETECA y las necesidades habitacionales que corresponden a los 3 primeros ejes: Agua limpia, Saneamiento y Energía (completo en Anexo 1).

SUB-CLAS LÍNEA ESTRATÉGICA	TÍTULO DE SOLUCIÓN	REFERENCIA	LÍNEAS ESTRATÉGICAS APLICABLES													
			AGUA LIMPIA	SANEAMIENTO	ENERGÍA	RESIDUOS	ALIMENTACIÓN	COBIJO	ABASTECIMIENTO	ALMACENAMIENTO	TRATAMIENTO	ABASTECIMIENTO	ALMACENAMIENTO	PREPARACIÓN / COCCIÓN	PROTECCIÓN SALUBRIDAD CONFORT	
CAPTACIÓN DE LLUVIA	SCALL	ManualCosecharLaLluvia_SED	X	X	X											
SEDIMENTADOR	TLALOQUE	https://tienda.isleurbana.mx/cal	X	X												
FILTRACIÓN	Carbón activado	https://ecotec.unam.mx/wp-con			X											
DESINFECCIÓN	Congelación	https://agua.org.mx/tecnologias			X											
INODORO	Sanitario ahorrador	https://ecotec.unam.mx/ecoteca														
SEPARADOR DE EXCRETAS	Sanitario ecológico seco	https://www.sarar-t.org/index.php https://ecotec.unam.mx/ecoteca			X	X	X			X						
SEPARADOR DE EXCRETAS	Mingitorio seco	https://ecotec.unam.mx/ecoteca			X	X				X						
SEPARADOR DE EXCRETAS	Inodoro deshidratador	http://www.change-water.com/s			X	X	X									
CONTENEDOR DE FLUIDOS ÚTILES	Trampa de grasas	http://bibliotecadigital.usb.edu.c	X	X			X			X						
SEPARADOR DE EXCRETAS	Inodoro LOOWATT	https://www.loowatt.com/toilets			X	X	X		X							
CONTENEDOR / PROCESADOR BIOLÓGICO	Biofiltro + vermicultivo	https://ecotec.unam.mx/ecoteca	X	X	X		X	X			X	X				X
CONTENEDOR / PROCESADOR BIOLÓGICO	Sanihuerto SARAR-T	https://www.sarar-t.org/index.php					X			X	X					X
CONTENEDOR / PROCESADOR ANAEROBICO	Biodigestor	https://ecotec.unam.mx/ecoteca https://www.youtube.com/watch					X		X		X					
FILTRACIÓN BIOLÓGICA Y SEDIMENTACIÓN	Humedal artificial	https://ecotec.unam.mx/ecoteca	X	X	X		X	X			X					X

Figura 4. Recopilación de las soluciones ecotecnológicas, información y relación con los ejes.

Bajo este mismo proceso, se abordó la clasificación propuesta en el eje de cobijo desde las soluciones desarrolladas con tierra, con base en la matriz inicial.

Para ello se utilizó principalmente Guerrero (2019) con motivo del evento 19° Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra realizado Oaxaca, México. Se entiende por bioconstrucción, la disciplina que busca generar condiciones apropiadas para el hábitat humano a partir de la transformación de recursos materiales locales, por medio de procedimientos afines al medio natural y cultural en el que se sitúa (Ídem).

También se revisaron otras 11 publicaciones y manuales relacionados con este término (Cid, Mazarron y Cañas, 2011; Correia et al., 2016; Edwards, 2005; Gatti, 2012; Minke, 2001; Neves et al., 2019; Neves; Faria, 2011; Rodriguez, 2008; Sassi, 2006; Van Lengen, 2002; Yahyane; 2019).

Se identificaron un total de 76 soluciones de tierra y se clasificaron en función de su relación con las necesidades planteadas y con los elementos de la vivienda. Esto permitió, en primer lugar, hacer una aproximación a las características de la construcción con tierra y las ventajas y desventajas que podrían plantearse al utilizarse para resolver cada una de las necesidades y que deberían ser tenidas en cuenta.

Asimismo, se fue definiendo la clasificación en cuanto a las técnicas generales de construcción con tierra, partiendo de la clasificación de las soluciones del libro "BIOconstrucción a detalle" y complementándose con otras no incluidas en él. En la matriz se incluyeron ejemplos de ecotecnias convencionales construidas con otros materiales distintos a la tierra, así como la relación de todas estas soluciones con el resto de las líneas estratégicas de estudio distintas al cobijo. Por último, se propusieron una serie de soluciones mixtas, no contempladas en las columnas anteriores, con potencial de construirse con tierra (figura 5; anexo 2).



Figura 5. Simplificación del seguimiento en la Identificación y clasificación de soluciones en el eje de cobijo en relación con una técnica de construcción con tierra: Adobe (crédito: Navia, S.).

De forma paralela al desarrollo de la matriz general y la base de datos, y partiendo del listado generado en esta última, se crean unas fichas informativas de cada una de las ecotecnias, usando para su sistematización la plataforma online Zoho. En ella se incluye su descripción, ventajas y desventajas, utilidad, requerimiento contextuales, como escala de uso y bioclima aplicable, requerimientos técnicos, como instalación, operación y mantenimiento, datos de acceso, referencias e información complementaria. Esta ficha permitirá filtrar las posibles soluciones según algunos de los datos recopilados y así identificar las soluciones más adaptadas al contexto de trabajo. Paralelo a esto, se diseñó un modelo de ficha, de forma que fuese más atractiva, donde se incluye toda esta información sistematizada y permite la divulgación del conocimiento de manera visual (anexo 3).

3 ANÁLISIS CRÍTICO

La construcción con tierra presenta una amplia gama de soluciones con grandes cualidades, como ser un buen aislante térmico, ahorrar energía, regular la humedad ambiental, absorber contaminantes o ser reutilizable, entre otras (Minke, 1994) y, además, de gran importancia

cultural en muchas regiones de México y Latinoamérica. Por ello se reconoce y analiza como una solución muy completa, no solo con base en las necesidades de cobijo, sino también en la interacción con el resto de los ejes estratégicos en la vivienda que aquí se plantean, por sus capacidades de adaptabilidad, flexibilidad y transformación de acuerdo con las diversas necesidades y contextos que se presenten.

En la etapa actual del desarrollo de la VIVETECA, se reconoce como una herramienta que contempla la vivienda desde una visión integral de flujos, necesidades y soluciones para su futura consolidación. Por tanto, uno de los beneficios de esta es que se plantean las soluciones con tierra y ecotecnológicas integradas en un mismo sistema y no como soluciones aisladas, donde puedan estar agrupadas según las líneas de estudio y definidas mediante fichas informativas, que permitan filtrar por las características contextuales las soluciones idóneas a implementar.

Aunque se comenzó recopilando ecotecias con potencial de implementación en México, el desarrollo del trabajo fomentó la inclusión de información sobre soluciones procedentes de otros países de Latinoamérica, debido a los contextos socioeconómicos y ambientales similares en algunos de los casos. De esta forma, se prevé que, a futuro, se continúe recopilando información de ecotecias de toda la región y la VIVETECA tenga el potencial de replicarse y utilizarse para todo el contexto latinoamericano.

Esto podría suponer un reto debido al alto número de soluciones y modelos de ecotecias que se pueden llegar a identificar, por lo que para un correcto manejo, clasificación y recopilación de las soluciones se comenzará a trabajar con especialistas en programación y manejo de base de datos para avanzar en el desarrollo de la herramienta digital.

En el proceso de identificación de las necesidades y las relaciones con las distintas líneas estratégicas de estudio, se identifican varias de las clasificaciones propuestas sin relación directa con otros ejes más allá del cobijo. Estas son, dentro de salubridad, las necesidades de seguridad estructural, accesibilidad, privacidad y seguridad; y dentro de confort, acústico, orden y estética.

Las que tienen mayor potencial de cubrir necesidades de otros ejes de estudio y fomentar la interrelación entre ellos, muestran que la construcción con tierra tendría la capacidad de integrar soluciones con posibilidad de generar mayores beneficios.

Estas son, dentro de salubridad: higiene y vectores/enfermedades, las soluciones específicas de tierra como recubrimientos y soluciones ecotecnológicas tradicionales, como son sanitarios secos, biodigestores, humedales o trituradores de basura. Se proponen algunas soluciones mixtas a partir del uso de tierra como filtros o canaletas de tierra cocida, o la construcción de estas soluciones ecotecnológicas incluyendo distintas técnicas de construcción con tierra.

Dentro de confort: mobiliario, las soluciones construidas con tierra, como mobiliario fijo de tapia pisada u hornos de barro, y las soluciones ecotecnológicas tradicionales como cocinas solares, o mobiliario de materiales orgánicos como bambú o palma. Se proponen, en este caso, soluciones mixtas a partir del uso de tierra como hornos o estufas de tierra, filtros de tierra cocida o la reutilización de fragmentos de tierra cocida.

En este proceso de desarrollo de la VIVETECA, crear las fichas informativas permitirá que se incluya información de manera más gráfica y accesible en esta herramienta, sirviendo para dar difusión a las ecotecias convencionales y a las que se pueden construir con tierra, de forma que se fomente la divulgación y la transferencia de conocimientos.

Esto es algo que la VIVETECA pretende promover, de modo que tanto desarrolladores de tecnología, implementadores de proyectos, personas usuarias interesadas, líderes comunitarios, académicos, actores gubernamentales o de asociaciones civiles puedan acceder a esta información, contactar con personas con la capacidad de vender, transferir o divulgar conocimiento específico sobre una solución y así establecer relaciones de incidencia en comunidades con viviendas precarias. La innovación aunada a esto viene de

la mano de poder filtrar las posibles soluciones por la información recopilada, incluyendo las distintas necesidades que cubre cada ecotecnia, lo que permitiría implementar aquellas que se adapten mejor a cada caso y potenciar los beneficios asociados mediante soluciones integrales.

4 CONSIDERACIONES FINALES

La VIVETECA se crea como una herramienta para poder seleccionar ecotecnias que cubran una serie de necesidades habitacionales identificadas y que se adapten a cada contexto de estudio. Se enfoca en cuestiones arquitectónicas y en los servicios básicos de las viviendas, mostrando soluciones estratégicas con posibilidad de adaptación a cada contexto, como apoyo a un proceso sistemático de análisis de necesidades y selección de soluciones, actualmente en definición.

Dentro del desarrollo de esta herramienta, se ha profundizado en cómo clasificar y filtrar las soluciones ecotecnológicas construidas con tierra, de forma que se configura una clasificación que permita seguir recopilando otras soluciones y filtrarlas en función de los datos recabados.

El trabajo realizado estuvo y continúa en constante iteración y modificación, adaptándose continuamente a las necesidades y la información recopilada. Aunque todavía no se aplica en un caso práctico para seleccionar las soluciones que se implementarán en las mejoras de las viviendas, está abierto a retroalimentación continua, a incluir distintos tipos de conocimientos y se mantiene en proceso de construcción y definición para poder fortalecer el proceso sistemático que se pretende conseguir.

Con el fin de dar visibilidad a las distintas soluciones y fomentar también su difusión y transferencia, se recopilaron datos relacionados con cada solución y quienes tienen la capacidad de construirlas y/o implementarlas. De esta forma, se pretende la divulgación, transferencia y accesibilidad a estos conocimientos de forma cooperativa y participativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez-Castañón, L.C.; Tagle-Zamora, D. (2019). Transferencia de ecotecnologías y su adopción social en localidades vulnerables: una metodología para valorar su viabilidad. *CienciaUAT*, 13(2):83–99. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v13i2.1121>. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-78582019000100083&script=sci_abstract&tlng=pt
- Cid, J.; Mazarrón, F.; Cañas, I. (2011). Las normativas de construcción con tierra en el mundo. *Informes de la construcción* 63(523):159-169. <https://doi.org/10.3989/ic.10.011>
- CONEVAL – Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2019). Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México. Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/InformesPublicaciones/InformesPublicaciones/Documents/Metodologia-medicion-multidimensional-3er-edicion.pdf>
- Correia, M.; Neves, C.; Guerrero, L.F.; Pereira, H. (edit.) (2016). *Arquitectura de tierra en América Latina*. Portugal: ARGUMENTUM, Red Iberoamericana PROTERRA. ISBN 978-972-8479-96-1.
- Díaz, L.; Chan, G.; Harley, A.G.; Matus, K.; Moon, S.; Murthy, S.L.; Clark, W.C. (2016). Making technological innovation work for sustainable development. *PNAS*, 113(35):9682-9690. <https://doi.org/10.1073/pnas.1525004113>
- Edwards, B. (2005). *Guía básica de la sostenibilidad*. Editorial Gustavo Gili, SA. ISBN: 84-252-1951-5.
- Gatti, F. (2012). *Arquitectura y construcción en tierra: estudio comparativo de las técnicas contemporáneas en tierra*. Tesina de Master. Universitat Politècnica de Catalunya. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/41807254.pdf>
- Gavito, M.E.; van der Wal, H.; Aldasoro, E.M.; Ayala-Orozco, B.; Bullén, A.A.; Cach-Pérez, M.; Casas-Fernández, A.; Fuentes, A.; González-Esquivel, C.; Jaramillo-López, P.; Martínez, P.; Masera-Cerutti, O.; Pascual, F.; Pérez-Salicrup, D.R.; Robles, R.; Ruiz-Mercado, I.; Villanueva, G. (2017). *Ecología*,

tecnología e innovación para la sustentabilidad: retos y perspectivas en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 8(1):150-160. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.09.001>

Guerrero, L. F. (2019) (comp.). *BIOconstrucción a detalle: Una experiencia compartida*. Oaxaca, México: IBOMEX, Carteles Editores.

INEGI – Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2015). Principales resultados. Encuesta intercensal 2015. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/intercensal/2015/doc/eic_2015_presentacion.pdf

Lucely, N.; Castro, H. (2006). *La conformación del hábitat de la vivienda informal desde la técnica constructiva*. Universidad Nacional de Colombia. ISBN 958-701-700-5. Disponible en: <https://bit.ly/2REepDR>

Minke, G. (2001). *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra*. Universidad de Kassel, Alemania.

Minke, G. (1994). *Manual de construcción en tierra*. Montevideo, Uruguay: Fin de siglo. ISBN: 9974-49-347-1.

Neves, C.; Faria, O. B. (2011). *Técnicas de construcción con tierra*. Bauru- Sao Paulo: RED IBEROAMERICANA PROTERRA. ISBN: 978-85-64472-01-3. Disponible en: https://www.academia.edu/35702284/Técnicas_de_construcción_con_tierra

Neves, C.; Salcedo, Z.; Faria, O. B. (Eds.) (2019). *Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, 19. Memorias*. San Salvador, El Salvador: FUNDASAL/ PROTERRA. 974 p. ISBN: 978-99923-880-6-8. Disponible en: http://ibomex.org/archivos/memorias/SIACOT2019_Memorias_completo.pdf

ONU Hábitat (2018). *Vivienda y ODS en México*. Disponible en: http://70.35.196.242/onuhabitatmexico/VIVIENDA_Y_ODS.pdf

Ortiz, J.A.; Malagón, S.L.; Masera, O.R. (2015). *Ecotecnología y sustentabilidad: una aproximación para el Sur global*. *Inter Disciplina*, 3(7). DOI: 10.22201/ceiich.24485705e.2015.7.52391

Ortiz, J. A.; Masera, O. R.; Fuentes, A. F. (2014). *La ecotecnología en México*. Unidad Ecotecnologías, IIES, Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN: 978-607-8389-03-3. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/272682146_La_Ecotecnologia_en_Mexico

Rodríguez, M. (coord.) (2008). *Introducción a la arquitectura bioclimática*. México: Limusa: Universidad Autónoma Metropolitana de Azcapotzalco. ISBN: 978-968-18-6212-1.

Sassi, P. (2006). *Strategies for sustainable architecture*. Taylor & Francis. ISBN ISBN10: 0-415-34142-6 (pbk). Disponible en: https://library.uniteddiversity.coop/Ecological_Building/Strategies_for_Sustainable_Architecture.pdf

Van Lengen, J. (2002). *Manual del arquitecto descalzo*. ISBN: 968-860-617-0. Disponible en: <https://bit.ly/31Cm7UL>

Yahyane, F. (2019) *Guía de bioconstrucción: materiales y técnicas constructivas sostenibles y saludables*. Trabajo Fin de Grado. Universidad Politécnica de Cartagena. Disponible en: <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/8177/tfg-yah-gui.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Omar Masera Cerutti, investigador responsable del Grupo de Innovación Ecotecnológica y Bioenergía (GIEB), por la supervisión y apoyo ofrecido para desarrollar la presente investigación, así como a la Unidad de Ecotecnologías del IIES-UNAM por la información brindada de la ECOTECA, que sirvió como inspiración y base de la actual VIVETECA en desarrollo, y a los y las integrantes del GIEB que participaron en los distintos talleres y seminarios realizados dentro del proyecto.

AUTORES

Belén Olaya-García, candidata a doctora en ciencias de la sostenibilidad por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), maestra en estrategias y tecnologías para el desarrollo y arquitecta. Responsable del Grupo de Trabajo sobre Vivienda Ecotecnológica (VIVE), dentro del Grupo de

Innovación sobre Ecotecnología y Bioenergía (GIEB) del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES)-UNAM.

Sara Navia Espinoza, maestra en arquitectura, desarrollo y sustentabilidad por la UNAM, arquitecta, técnica por proyectos en el VIVE, GIEB-IIES-UNAM y asistente de investigación en el Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable (GIRA A.C.) con principales líneas de investigación en sostenibilidad y arquitectura vernácula. Artista independiente en medios digitales y artes plásticas.

Fernando De Lara Martínez, diseñador industrial por la Universidad Autónoma Metropolitana y asistente de investigación en el VIVE, GIEB-IIES-UNAM. Diseñador independiente enfocado al desarrollo de cerramientos arquitectónicos y mobiliario residencial.

Freddy Yáñez Cerda, magíster en desarrollo a escala humana y economía ecológica por la Universidad Austral de Chile, experto en cooperación para el desarrollo de asentamientos humanos precarios y constructor civil, con 14 años de experiencia en la gestión y construcción de viviendas de interés social, equipamiento comunitario y tecnologías apropiadas en Haití, Kenia, Chile y Bolivia. Instructor adjunto en la Escuela de Construcción Civil de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

ANEXO 1. Matriz con categorías y clasificación de la VIVETECA

LÍNEA ESTRATÉGICA						
AGUA LIMPIA	USOS GENERALES	FUENTE	SISTEMA/ALMACENAMIENTO PRINCIPAL	TRATAMIENTO	DISPOSITIVOS PARA USO EFICIENTE DEL AGUA/AHORRADORES	
	1. Beber / Cocinar / Aseo personal / Limpieza ropa	* Captación pluvial * Generación por condensación * Suministro aéreo	* Subterráneo * Espuerto	1. *Sedimentador * filtración 2. *Desinfección /Potabilización	* Gifos / salidas de agua * Inodoro	
	2. Riego / Limpieza de espacios y Objetos	Procesamiento de aguas grises NO LIMPIA				
SANEAMIENTO	ORIGEN	ESPECIFICACIONES	INTERFASE DE RECOLECCIÓN	ALMACENAMIENTO / TRATAMIENTO	PRODUCTO RESULTADO	
	Aguas grises	Limpieza de ropa, platos, espacios domésticos, alimentos y aseo personal.		* Contenedor / procesador biológico * Contenedor / procesador anaeróbico * Contenedor de fluidos útiles	* Composta plantas de ornato * Líquido fertilizante * Lechos compostables * Agua para WC * Agua para riego	
	Aguas negras / excretas	con materia orgánica, fecal y orina. Sanitarios	* Dispositivos separadores * Dispositivos de descarga directa	* Sistemas de filtración biológica y sedimentación		
	Excretas humanas Excretas animales domésticos	Sustancias de desecho del organismo				
ENERGIA	TIPO	ABASTECIMIENTO	DISPOSITIVOS EFICIENTES PARA USOS ESPECÍFICOS			
	* Eléctrica * Combustible * Térmica	* Radiación solar * Generación mecánica * Bioenergía -Biocombustibles * Combustibles fósiles (Carbón, Gas LP, Gasolina) * Servicio público/privado	* Iluminar * Cocinar / calentar alimentos * Calentar agua * Climatizar espacios			
RESIDUOS	TIPO	SUB-TIPO	RESIDUOS EJEMPLO	INTERFASE DE RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO	TRATAMIENTO / MANEJO	
	No peligrosos	Orgánico biodegradable	* Residuos de comida * Cortes y podas de materiales vegetales * Envases y bastes biodegradables * Papel de baño, pañuelos usados, filtros de café, toallas de té * Desechos de animales (huesos, espinas, plumas, etc)	* Contenedores separadores * Reutilización	* Procesadores mecánicos * Procesador biológico * Regeneración/ rediseño * Reutilización	
		Inorgánicos Reciclable	* Plástico (Envases, bolsas, vasos, juguetes, utensilios, bastes) * Cartón y papel (hojas, periódicos, carpetas) * Vidrio (botellas, cristal de ventanas y muebles, vajilla) * Residuos metálicos (chatarra, corcholatas, latas) * Textiles (ropa, trapos) * Madera (sierro, palos, muebles) * Látex y metales * Cerámicos			
		Inorgánicos NO Reciclables	* Higiéneos (pañales, toallas textiles contaminadas, toallas sanitarias) * Material curativo usados * Papeles encerados, plastificados, metalizados * Colillas de cigarillo * Materiales de empaque y embalaje sucios * Zapatos			
	Especiales	Grasas	* Aceite de cocina			
		Electrónicos	* Aparatos electrónicos y eléctricos.			
Peligrosos (FDP)	Voluminosos	* Escorbijos * Lianas usadas * Colchones * Residuos de gran volumen: muebles, estanterías, electrodomésticos * Pilas, focos, lámparas.				
		* Químicos, aerosoles, aceites, lubricantes usados, pinturas, aceites, y sus envases, aceites, etc. * Medicamentos caducos, y materiales curativos contaminados con sangre y jeringas. MASCARILLAS, PRODUCTOS COVID, VIRUS * Cadáveres de animales				
ALIMENTACIÓN	FUENTE	CONSERVACIÓN	PREPARACIÓN / COCCIÓN			
	* Producción vegetal * Producción animal	* Por medios físicos * Con energía o combustible	* Por medios físicos * Con energía o combustible			
COBILIO	MACRO NECESIDADES	NECESIDADES ESPECÍFICAS	DISPOSITIVOS O SOLUCIONES ESPECÍFICAS	MATERIALES	SOLUCIÓN ARQUITECTÓNICA	
	Protección	Seguridad estructural			Lotales - Tierra, Madera, etc Módulos	* Técnicas adecuadas de construcción y cimentación * Refuerzos estructurales
		Aislamiento a intemperie (agua, sol, viento, fauna)	* Bota-aguas * Techumbres * Mosquiteros * Canchales para evacuación de agua o posibles puntos de humedad		* Selladores/ Impermeabilizantes * Eco-láminas * Eco-adrillos * Palma y otros orgánicos * Mezclas aislante naturales	* Diseño bioclimático / orientación * Comisas, aleros
		Accesibilidad	* Rampas móviles * Barandas, sopletes, barras		* Materiales naturales y midos * Materiales reutilizables	* Rampas, pasillos * Recorridos adecuados
	Salubridad	Privacidad y seguridad	* Divisores, mamparas, biombo		* Materiales naturales y midos * Materiales reutilizables.	* Elementos arquitectónicos divisorios
		Iluminación	* Fuentes de luz		* Vidrio, botellas de plástico, entre otros materiales translúcidos.	* Iluminación natural / huecos de luz * Diseño bioclimático / orientación
		Ventilación y calidad del aire	* Estufas mejoradas * Dispositivos de ventilación		* Materiales transparentes.	* Tamaño de los huecos (23% área de la planta) * Análisis de vientos dominantes - orientación * Estrategias bioclimáticas
		Higiene			* Acabados lavables (Tadelakt, yeso y pinturas, cal)	* Cambio de material del suelo
	Confort	Vectores enfermedades	* Trampas			* Reparación de grietas * Sellado de aberturas
		Acústico			* Aislantes: materiales mixtos y naturales (terrosos, entre otros)	* Grosor/materiales de muros y divisiones de espacios * Elementos aislantes (vegetación, etc.)
Hígro-Térmico: calentar, enfriar, humidificar, deshumidificar		* Estufa * Chimenea de bioetanol * Chimenea solar * Panel eco-cooler * Fresquera * Horno de tierra		* Muros de construcción con tierra * Pintura a la cal * Eco-ádrillos * Eco-láminas * Aislantes /materiales terrosos	* Diseño bioclimático / Muro tromba, Techos verdes, Aleros, entre otros) * Humedad/ fuente /vegetación * Atención de fuentes de humedad * Análisis de sombras / orientación	
Terreno, espacios y dimensiones					* Aprovechamiento de espacios (Áracs, azoteas) * Estrategias de diseño	
Orden y estética				* Materiales naturales * Combinación de colores	* Formas / diseños orgánicos	
Mobiliario y equipamiento		* Para preparar alimentos * Para descansar (dormir / reposar) * Para comer * Para guardar (ropa / trastes / utensilios / objetos)		* Madera * Bambú * Orgánicos (palma, mimbre, bejuco) * Metales * Plástico	* Diseño con materiales naturales flexibles a modificaciones (tierra, madera)	

ANEXO 2: Tabla con clasificación de las necesidades y las soluciones relacionadas con el cobijo

LINEA ESTRATEGICA																					
MACRO NECESIDADES	NECESIDADES ESPECIFICAS	ELEMENTOS DEL OBJETO ARQUITECTONICO	CARACTERISTICAS DE LA CONSTRUCCION CON TIERRA <i>Ventajas y desventajas</i>	SOLUCIONES																	
				TECNICAS GENERALES DE CONSTRUCCION CON TIERRA	CONSTRUCCION CON TIERRA		ECOTECHNIAS / SOLUCIONES INTEGRALES														
					SOLUCIONES ESPECIFICAS DE CONSTRUCCION <i>(en base al libro "Bioconstrucción a detalle")</i>	EJEMPLOS DE ECOTECHNIAS Y SOLUCIONES ECOLOGICAS en relación a las necesidades	RELACION CON E-ES	SOLUCIONES FIJAS PROPUESTAS A PARTIR DEL USO DE TIERRA en relación a las ecotechias													
CON TIERRA	CON TIERRA	CON TIERRA	CON TIERRA	CON TIERRA	CON TIERRA	CON TIERRA	CON TIERRA	CON TIERRA	CON TIERRA	CON TIERRA	CON TIERRA	CON TIERRA	CON TIERRA	CON TIERRA	CON TIERRA						
COBILLO	Protección	Seguridad estructural	Muros Techo Vincos Estructura Materiales	(*) material flexible, con la capacidad de mejorar resistencia mecánica y recibir intervenciones. (-) Requiere mantenimiento constante y elementos adicionales de protección.	BTC (bloque de tierra comprimida)	Expresivo y encubre en forma de BTC Solución abovedada realizada con bloques de vigas de madero Procedimiento de fabricación simplificado (muro BTC) Brick de BTC estabilizado O mención para tierra pisada															
					Tapia	Uso de muros de tierra pisada Paneles macizos de tierra de autocemento Pigmentos naturales															
					Adobe	Apoyos a agua y leño (Colombia) Muros de adobe de leño, como la mención y arcos de muros de adobe Bajareque para muros sobre ventaneros de adobe Tecnología de muros de tierra de adobe Orientación para adobe - relación con el viento Orientación para adobe - relación con las estructuras Cajones de bóveda con bóveda reforzada de adobe Refuerzo horizontal de leño para muros de adobe Techos de madero con techos en muros de adobe Bóvedas de adobe insertas en arcos de certera Bóveda para de ladrillo sobre muros de adobe Labrado ligero para muros de maderas de adobe Revestido y exposición en muros de adobe Estructuras abovedadas abovedadas en muros de adobe															
					COB (mezcla de materiales)	Diferencial para muros COB Cofres en cofres (en caso de tierra - Ocasal)															
					Bajareque / Paja	Equipo del sistema constructivo balanceado Módulo, techo de bóveda Muro "loggia" Bajareque al abrigo con maderas y estera de leño Paneles de tierra pisada para labrado muros de bajareque Muros de tierra pisada para labrado muros de bajareque Empresas de paja															
					Tierra alivianada o vertida	Calentamiento de leño y embudo de tierra viviente															
	Salubridad	Aislamiento a intemperie (agua, sol, viento, fauna)	Techo Estructura Materiales	(*) Es un material aislante ignífugo y tiene la capacidad de resolver la impermeabilidad. Requiere materiales adicionales para resolver la estructura de la cubierta.	BTC	BTC tierra/arena y/o cal BTC aislante de cañamo, BTC canchali															
					Tapia	(In situ, prefabricada, post-tensada o asistida)															
					Muros de adobe (antisísmico)																
					Megablock - Extrusión																
					Paja / Bajareque																
					Quicha metálica / Tacobarro																
Confort	Accesibilidad	Rampas Niveles Dimensiones	Se puede resolver mediante estrategias arquitectónicas para acceso incluyente a los espacios	Muros de Cob																	
				Paja / Bajareque																	
				Quicha metálica / Tacobarro																	
				Tierra Alivianada o Vertida																	
				Elementos rellenos de tierra y otros (bolsas, tierra encajada o tierra embolsada, relleno atico, bloques de mader)																	
				Técnicas mixtas																	
Protección	Privacidad y seguridad	Accesos Puestas Divisiones Espacios	Se puede resolver mediante estrategias arquitectónicas de espacios contra el hacinamiento y vulnerabilidad a intrusiones y vectores.	Techumbre en acceso al solar	Construcción con adobe y terrado (Norte de México) Techos de viguilla Muros de piedra y techos con maderos Estructura tradicional de techos de maderos Techo mixto Techo de paja sobre muros de adobe Estructura rústica con techo vivo/vivo en caso de tierra Bóvedas sobre muros de piedra Clave de bóveda nevada con tercio de ligadura recta Clave de bóveda nevada hexagonal																
				Canchales de barro																	
				Selladores a base de tierra y maderas vegetales																	
				Rampas de tierra esponosa																	
				Sistema de captación de agua pluvial*																	
				Selladores a base de tierra y maderas vegetales																	
Salubridad	Iluminación	Vincos y ventanas Estructura Materiales Acabados Instalaciones	Se puede resolver mediante estrategias arquitectónicas de iluminación.	Técnicas mixtas. Ventanal con botellas de vidrio	Jambas ochavadas en muros de adobe Montaje de ventanas en paredes de adobe																
				Rotetón para circulación de aire																	
				Sistema fotovoltaico																	
				Batería solar																	
				Aerogenerador																	
				Biogenerador																	
Confort	Higiene	Vectores/enfermedades	(*) Es un material antibacteriano y transparente con la capacidad de absorber contaminantes, impurezas del aire y olores.	Sanitario ecológico seco	Biosanitar, sanitizador microbiológico* Biogestor ecológico* Biofiltro para aguas jabonosas* Tratamiento de aguas negras con entramado de raíces* Humedad artificial Compostador Separador de residuos Lombricompost																
				Biogestor ecológico*																	
				Biofiltro para aguas jabonosas*																	
				Tratamiento de aguas negras con entramado de raíces*																	
				Humedad artificial																	
				Compostador																	
Confort	Acústico	Materiales Estructura Dimensiones	(*) Es un material aislante acústico. (*) Tiene un buen comportamiento bioclimático e higroscópico en la construcción. Al ser un material aislante térmico permite equilibrar la humedad y almacenar el calor al interior de los espacios. (-) Reduce considerablemente el área útil del terreno a construir ya que se caracteriza de gruesos estructurales.	Revestimiento de tierra y Cal sobre muro de tapia pisada	Revestimiento anilizado de cal																
				Sanitario ecológico seco																	
				Biogestor ecológico*																	
				Biofiltro para aguas jabonosas*																	
				Tratamiento de aguas negras con entramado de raíces*																	
				Humedad artificial																	
Confort	Higiene	Vectores/enfermedades	(*) Es un material antibacteriano y transparente con la capacidad de absorber contaminantes, impurezas del aire y olores.	Revestimiento de tierra y Cal sobre muro de tapia pisada	Revestimiento anilizado de cal																
				Sanitario ecológico seco																	
				Biogestor ecológico*																	
				Biofiltro para aguas jabonosas*																	
				Tratamiento de aguas negras con entramado de raíces*																	
				Humedad artificial																	
Confort	Acústico	Materiales Estructura Dimensiones	(*) Es un material aislante acústico. (*) Tiene un buen comportamiento bioclimático e higroscópico en la construcción. Al ser un material aislante térmico permite equilibrar la humedad y almacenar el calor al interior de los espacios. (-) Reduce considerablemente el área útil del terreno a construir ya que se caracteriza de gruesos estructurales.	Revestimiento de tierra y Cal sobre muro de tapia pisada	Revestimiento anilizado de cal																
				Sanitario ecológico seco																	
				Biogestor ecológico*																	
				Biofiltro para aguas jabonosas*																	
				Tratamiento de aguas negras con entramado de raíces*																	
				Humedad artificial																	
Confort	Higiene	Vectores/enfermedades	(*) Es un material antibacteriano y transparente con la capacidad de absorber contaminantes, impurezas del aire y olores.	Revestimiento de tierra y Cal sobre muro de tapia pisada	Revestimiento anilizado de cal																
				Sanitario ecológico seco																	
				Biogestor ecológico*																	
				Biofiltro para aguas jabonosas*																	
				Tratamiento de aguas negras con entramado de raíces*																	
				Humedad artificial																	
Confort	Acústico	Materiales Estructura Dimensiones	(*) Es un material aislante acústico. (*) Tiene un buen comportamiento bioclimático e higroscópico en la construcción. Al ser un material aislante térmico permite equilibrar la humedad y almacenar el calor al interior de los espacios. (-) Reduce considerablemente el área útil del terreno a construir ya que se caracteriza de gruesos estructurales.	Revestimiento de tierra y Cal sobre muro de tapia pisada	Revestimiento anilizado de cal																
				Sanitario ecológico seco																	
				Biogestor ecológico*																	
				Biofiltro para aguas jabonosas*																	
				Tratamiento de aguas negras con entramado de raíces*																	
				Humedad artificial																	
Confort	Higiene	Vectores/enfermedades	(*) Es un material antibacteriano y transparente con la capacidad de absorber contaminantes, impurezas del aire y olores.	Revestimiento de tierra y Cal sobre muro de tapia pisada	Revestimiento anilizado de cal																
				Sanitario ecológico seco																	
				Biogestor ecológico*																	
				Biofiltro para aguas jabonosas*																	
				Tratamiento de aguas negras con entramado de raíces*																	
				Humedad artificial																	
Confort	Acústico	Materiales Estructura Dimensiones	(*) Es un material aislante acústico. (*) Tiene un buen comportamiento bioclimático e higroscópico en la construcción. Al ser un material aislante térmico permite equilibrar la humedad y almacenar el calor al interior de los espacios. (-) Reduce considerablemente el área útil del terreno a construir ya que se caracteriza de gruesos estructurales.	Revestimiento de tierra y Cal sobre muro de tapia pisada	Revestimiento anilizado de cal																
				Sanitario ecológico seco																	
				Biogestor ecológico*																	
				Biofiltro para aguas jabonosas*																	
				Tratamiento de aguas negras con entramado de raíces*																	
				Humedad artificial																	
Confort	Higiene	Vectores/enfermedades	(*) Es un material antibacteriano y transparente con la capacidad de absorber contaminantes, impurezas del aire y olores.	Revestimiento de tierra y Cal sobre muro de tapia pisada	Revestimiento anilizado de cal																
				Sanitario ecológico seco																	
				Biogestor ecológico*																	
				Biofiltro para aguas jabonosas*																	
				Tratamiento de aguas negras con entramado de raíces*																	
				Humedad artificial																	
Confort	Acústico	Materiales Estructura Dimensiones	(*) Es un material aislante acústico. (*) Tiene un buen comportamiento bioclimático e higroscópico en la construcción. Al ser un material aislante térmico permite equilibrar la humedad y almacenar el calor al interior de los espacios. (-) Reduce considerablemente el área útil del terreno a construir ya que se caracteriza de gruesos estructurales.	Revestimiento de tierra y Cal sobre muro de tapia pisada	Revestimiento anilizado de cal																
				Sanitario ecológico seco																	
				Biogestor ecológico*																	
				Biofiltro para aguas jabonosas*																	
				Tratamiento de aguas negras con entramado de raíces*																	
				Humedad artificial																	
Confort	Higiene	Vectores/enfermedades	(*) Es un material antibacteriano y transparente con la capacidad de absorber contaminantes, impurezas del aire y olores.	Revestimiento de tierra y Cal sobre muro de tapia pisada	Revestimiento anilizado de cal																
				Sanitario ecológico seco																	
				Biogestor ecológico*																	
				Biofiltro para aguas jabonosas*																	
				Tratamiento de aguas negras con entramado de raíces*																	
				Humedad artificial																	
Confort	Acústico	Materiales Estructura Dimensiones	(*) Es un material aislante acústico. (*) Tiene un buen comportamiento bioclimático e higroscópico en la construcción. Al ser un material aislante térmico permite equilibrar la																		

ANEXO 3: Ficha informativa de solución ecotecnológica: adobe

viveteca

DESCRIPCIÓN GENERAL

Adobe

El adobe es un ladrillo de tierra cruda y otros materiales naturales moldeado al estado plástico, secado al aire libre y posteriormente asentados en un mortero de tierra.

Se complementa con el uso de otros materiales y técnicas de refuerzo para mejorar su calidad y resistencia estructural de la una vivienda o cualquier otro tipo de construcción.

USADO DESDE LA ANTIGÜEDAD EN TODO EL MUNDO

Ventajas

- Materia prima fácil, abundante y económica
- Capacidad térmica y aislamiento de contaminantes, resguardos del aire, el calor y la humedad.
- Buen comportamiento bioclimático como aislante acústico y térmico.
- Requiere de una mano de obra común y equipamiento económico. Fácil de fabricar, usar y aplicar.
- Permite variedad de formas y tamaños.
- Muy flexible y tiene la capacidad de mejorar su resistencia mecánica y recibir intervenciones.
- Permite ahorrar tiempo de secado en la pared.
- Previene la pérdida de especies y mejora la sobrevivencia de los bosques.
- Promueve la manufactura y uso de materiales locales.
- Reduce el costo de transporte y quema de combustibles.
- No requiere de combustión fósil para su elaboración, por lo que genera una mínima producción de residuos y es 100% reciclable.

Desventajas

- Tiene resistencia a compresión, flexión y tracción bajas comparadas con las de un BTC y las de algunos mampuestos industrializados.
- Requiere de otros materiales y un sistema reforzado para resolver su resistencia anti-vibración.
- Requiere de mantenimiento y otros elementos para su producción y conservación.
- Requiere capas de barro o estuco para resistir a las lluvias y al exceso de humedad.
- En su proceso de fabricación a mano de las unidades requiere esfuerzos humano considerable y superficies amplias y anchas para el secado.
- Requiere mucha agua en su fabricación.
- Reduce el área útil del terreno donde construir considerablemente ya que requiere de grandes estructuras.

UTILIDAD / NECESIDAD QUE RESUELVE

PROTECCIÓN
SALUBRIDAD
COMFORT

COBIJO

AGUA

SANEAMIENTO

ENERGÍA

RESIDUOS

ALIMENTACIÓN

PRIMARIA

El adobe, al ser un elemento básico de construcción puede resolver necesidades de habitabilidad en cuanto a la **protección, salubridad y confort**, donde se consideran cuestiones como la respuesta estructural, el aislamiento a la contaminación, el confort acústico y térmico, entre otros.

SECUNDARIA

Permite el almacenamiento y transferencia de calor para mantener interiores confortables en la vivienda, por lo que da la oportunidad de no requerir de aparatos externos. Por lo mismo, es un buen elemento para la construcción de hornos y espacios de refrigerio.

viveteca

REQUERIMIENTOS CONTEXTUALES

Entorno

- ✓ RURAL *
- ✓ PERI-URBANO *
- ✓ URBANO *

Escala de uso

- ✓ INDIVIDUAL
- ✓ FAMILIAR
- ✓ COMUNITARIO

Condiciones especiales

Suelo seco y firme.

Orientación y sobreluminado adecuado simultáneamente de manera que asienten el adobe de la humedad del suelo respectivamente si el suelo su propensión a inundaciones y el ascenso del nivel de aguas subterráneas.

* Necesario considerar los límites en el sistema constructivo.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tipo de solución

- ✓ AUTO - CONSTRUCCIÓN
- ✓ PRODUCTO COMERCIAL

Componentes principales

TERRA ARCILLOSAS-AGUA-MATERIAL FIBROSO (usualmente paja)

Se le pueden agregar otros materiales como activos o estabilizantes.

Para mejorar su resistencia estructural requiere de refuerzos internos, que pueden ser de otros materiales como bambú, madera y/u otros materiales industriales como la geomalla.

Además requiere de orientación que sea del sur, usualmente hacia el norte.

Bioclima aplicable o sugerido

Temperatura

- ✓ CÁLIDO
- ✓ TEMPLADO
- ✓ FRÍO

Humedad

- ✓ SECO
- ✓ SEMI-SECO
- ✓ SEMI-HUM
- ✓ HÍMEDO

Adaptación de la clasificación de CONAVI

Vida útil

- NO ESPECIFICADO
- + DE 200 AÑOS

Versiones o variantes

Las dimensiones del bloque de adobe pueden variar de acuerdo al molde que se utilice en su producción, lo mismo. Como referencia, el lado que determina el ancho del muro en algunas viviendas puede variar desde 30 hasta 40 cm de ancho, de grosor varía de 8 a 13 cm y de largo puede ir desde 40 hasta 60 cm.

Comercialmente también se pueden encontrar variedad de dimensiones, las más comunes son de 40x40x10 y de 40x30x10.

Por otro lado los agregados fibrosos y otros aditivos para controlar las fisuras y otras características también pueden variar de acuerdo a las costumbres y capacidades locales. En muchos casos tiene agregados naturales como vegetales, estiércol, pelo de animal, baba de napa, etc.

Tiempo de producción y/o instalación

Tanto en la producción artesanal a mano como en la mecanizada a gran escala conviene considerar que es un proceso que puede demorar entre 25 días y 40 días entre fabricación, secado y acopio de los adobes.

El tiempo estimado de construcción es relativamente similar al tiempo de construcción con bloques o ladrillos tradicionales.

Tabla 4 – Cálculo de materiales para fabricar adobes con paja picada

Consumo de tierra (en toneladas)	Relación fibra tierra (en volumen)	Consumo de agua
1,3 m ³ a 1,5 m ³	1 g ¹	30% a 35% del volumen seco de la tierra
por m ² de muro construido	1,10 g ²	
	1,1 g ³	

(1) Habana (1995); (2) Caracas Año (2002); (3) Proyecto Homeno (2007)

viveteca

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Requerimientos para producción / instalación

Conocimientos básicos para la elaboración de bloques y técnica de edificación.

Conocimientos para la implementación de técnicas adecuadas de refuerzo para una mejor eficiencia antisísmica y estructural.

Requerimientos para operación / mantenimiento

Requiere de un monitoreo del revestimiento para limitar los efectos de la intemperie y evitar que la humedad. Para esto deben repararse fracturas o desgarros del revello que aparezcan con la misma materia. Estas fisuras no significan una falla estructural.

Es conveniente colocar canales en los techos para evacuar el agua de lluvia y mantenerlo libre de objetos y basura.

Requiere la limpieza común para mantener el interior de la vivienda libre de insectos.

Regulaciones y/o normas aplicables

En el campo de aplicación de la edificación con tierra son muchos los países que en los últimos años trabajan en la normalización internacional, destacan Colombia (2009) y España (2008).

Con la publicación de nuevas normas Chile, Ecuador, México y Nicaragua desarrollaron futuras normas, o Perú mejorando documentos ya existentes.

En el Perú investigadores de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) han venido investigando la construcción con tierra en varias épocas desde hace cerca de 50 años son grandes resultados. El instituto nacional de normalización de la vivienda en Perú (INNOVI) desarrolló un sistema de refuerzo interno para muros mediante contrafuertes, integrados, intermedios y en esquinas.

Referencias

- Cid, J., Macarián, F., & Cejas, I. (2011). Las normativas de construcción con tierra en el mundo. Informe de la construcción, Vol. 53, 149-160. Obtenido de disponible en: http://ra.upeu.es/10013/2/NVE_MEM_2011_05300.pdf
- Guerrero Baca, L. F. (2009). Bioconstrucción a detalle: Una experiencia compartida. Oaxaca, México: IBOMEX, Carteles Editores.
- Moras, G. (2001). Manual de construcción en tierra, la tierra como material de construcción y sus aplicación en la arquitectura actual. Uruguay, Editorial Fin de siglo.
- Nevert, C., & Borges Faria, O. (2011). Técnicas de construcción con tierra. Bauru- Sao Paulo: RED IBEROAMERICANA PROTERRA, Faculdade de Engenharia de Bauru FEB-UNESP. Disponible en: <https://redprotterra.org/es/publicaciones-protterra/>

INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Organización que desarrolla, produce o promueve

Ecoconstructores Oaxaca Ladrillos de México

País o región de referencia

Oaxaca México

Intenciones de la organización

• DIFUSIÓN • TRANSFERENCIA • VENTA • DIFUSIÓN • TRANSFERENCIA • VENTA

Algunas especificaciones (costos, información adicional, etc.)

Talleres de Adobe \$15,000 por mil adobes de
Programas de voluntariado y aprendices 40x20x10 cm.

Contacto o enlaces de referencia

<http://www.ecoconstructoresoaxaca.com/es/index.html> https://ladrillosdemexico.com/mercadoshops.com.mx/MLM-67462003-adobe-de-barro-paraconstruccion-100-artesanal-mililar_-JM