



MODELO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE CONSTRUCCIONES CON TIERRA EN ZONAS RURALES DE GUATEMALA

Alvaro Francisco Ramírez Vásquez¹; Edgar Virgilio Ayala Zapata²

Centro de Investigaciones de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala

¹rvalvarof@gmail.com; ²virgilioayala@yahoo.com

Palabras clave: Caracterización, Vivienda, Sanidad, Sismicidad, Habitabilidad

Resumen

En este proyecto se desarrolló y validó una propuesta para la caracterización de viviendas de tierra estudiando las dos aplicaciones más desarrolladas en el país: adobe y bajareque. El modelo está compuesto por 51 indicadores que abarcan tres aspectos puntuales relacionados a la vivienda: características y diseño constructivo, factores ambientales y habitabilidad. La línea de investigación se basó en los objetivos de desarrollo sostenible propuesta por Naciones Unidas en la Agenda 2030. La parte experimental se desarrolló en reiteradas visitas a dos zonas con presencia marcada de una u otra técnica constructiva y se tomó como tamaño de la muestra al menos 10 viviendas en cada lugar. El objetivo de este estudio es desarrollar una herramienta que permita conocer el estado de las viviendas y los recursos que posean relacionado al desarrollo de las personas que habitan en ella, por lo cual su principal aplicación está orientada a brindar un diagnóstico de la situación de déficit habitacional que presenta el país considerando la presencia de incidencias más graves en las zonas rurales. Como resultado se obtuvo una herramienta modelada en base a normas de construcción con tierra, los ODS y guías que profundizan en la disminución de exposición a riesgos frente desastres naturales.

1. INTRODUCCIÓN

Guatemala ha contado con la tierra como material de construcción en gran parte de la historia y aún en la actualidad su aplicación sigue conservándose de manera resiliente; sin embargo, la carencia de normas constructivas y la construcción informal a gran escala, da como resultado un déficit en la calidad de la que resulta su mayor aplicación, la vivienda. Se evidenció en el terremoto ocurrido en 1976, y más recientemente en 2014, lo débil y peligroso que resulta la elaboración de viviendas de tierra sin controles ni consideraciones de ningún tipo, y aún en la actualidad, se siguen presentando errores constructivos en la aplicación de técnicas como el adobe y el bajareque. Las figuras 1 y 2 presentan viviendas típicas usualmente encontradas en la zona rural de Guatemala.

La caracterización es una herramienta útil para el proceso de evaluación y detección de errores que se cometen al construir con tierra. Conociendo la relación intrínseca que existe entre dicha relación, evaluación e información, se describe en el siguiente trabajo la investigación y desarrollo desde su base, hasta la concepción de un modelo de caracterización. Con el cuidado de poder estudiar tanto zonas urbanas como rurales, su base estará conformada por aspectos estructurales, ambientes y habitacionales, orientado a los criterios que aseguren la dignificación de las personas con su entorno de vida.

Un modelo científico es una representación tangible y definida de una idea o proceso abstracto, al cual se pretende delimitar, con el objetivo de darle un significado en un contexto preciso o hacerlo parte de un proceso de investigación con el fin de analizar, describir o explicar los fenómenos o procesos que lo conforman.

Al poner en práctica un modelo se pretende obtener un resultado o diagnóstico final a partir de unos datos de entrada, tomando una relevancia fundamental en cualquier proceso de investigación científica.



Figura 1. Vivienda de bajareque en zona rural de Guatemala (créditos: E. Mayor)



Figura 2. Vivienda de adobe en zona rural de Guatemala (crédito: E. Mayor)

Los modelos y la modelización científica constituyen los principales instrumentos de la ciencia moderna y por ello imprescindibles en la práctica científica. A pesar de que los modelos y su aplicación no cubren a totalidad los detalles del objeto que estudian, un trabajo bien orientado puede proporcionar información de calidad y representativa sobre su funcionamiento.

Como menciona Acevedo et al. (2017, p.156) “una parte significativa de la investigación científica se centra en los modelos más que en la realidad misma, porque al estudiar un modelo se pueden determinar hechos y riesgos del sistema que el propio modelo representa”. La figura 2 representa el esquema de modelo de caracterización adecuado a la investigación realizada.



Figura 3. Representación del funcionamiento de un modelo (crédito: A. Ramírez)

Los modelos científicos brindan un manejo completo de datos, de tal manera que construyen, prueban, comparan y revisan información con el fin de validar o desestimar teorías proyectados en procesos de investigación. Su uso es tan valioso que puede ser, en muchos casos según sus circunstancias, la investigación se realice en mayor parte a partir del modelo que existe en la realidad misma, dando mucho más valor a la calidad de los datos que se introducen a él.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Validar la propuesta de un modelo de caracterización de viviendas de tierra evaluando las tecnologías constructivas de adobe y bajareque.

2.2 Objetivos específicos

Diseñar la base y criterios de evaluación de los indicadores para el modelo científico partiendo de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS).

Construir un modelo de caracterización de viviendas de tierra con base en indicadores científicos.

Caracterizar viviendas de tierra utilizando el modelo propuesto en comunidades con presencia de construcción con tierra.

3. MARCO TEÓRICO

Un modelo se puede describir como la representación de un objeto que puede estar representado por diversas entidades como objetivos, fenómenos, procesos, ideas o sistemas. Un modelo científico puede actuar como enlace para relacionar una teoría científica con el fenómeno de estudio, debido a que aporta al desarrollo de la teoría desde la obtención de datos y conecta la información con el mundo natural.

3.1 Propósito de la modelación

La misión de un modelo científico está enlazada con la función que debe desempeñar la cual radica en describir, explicar y predecir fenómenos naturales, así como la comunicación de ideas científicas.

3.2 Funcionalidad de los modelos científicos

Su funcionamiento y validez radica en ser un instrumento para pensar y comunicarse, facilitándose cuando su expresión no depende de una comunicación estrictamente lingüística, apoyándose en otros recursos como la utilización de analogías y permitiendo simulaciones mentales y externas al modelo.

3.3 Multiplicidad de modelos científicos:

El estudio de un objeto específico no se limita a una sola interpretación lo cual genera una variedad en el contexto de la investigación, sin embargo, es posible trabajar con diversos modelos simultáneamente, esto posible debido a la existencia de recursos expresivos disponibles para la elaboración de un modelo.

3.4 Limitaciones de los modelos científicos

Los modelos científicos estudian aspectos específicos del fenómeno que interpretan, con un nivel de precisión limitado únicamente por cuan específico llegue a ser. Por lo cual se necesitan varios modelos si es que se busca una explicación más completa del objetivo de estudio.

3.5 Cambios en los modelos científicos

Los modelos científicos deben de probarse conceptual y empíricamente, por lo cual están sujetos a cambios durante el proceso de desarrollo del conocimiento y experimentación científica.

3.6 Objetivo de realizar una caracterización

El fin de realizar una caracterización a un sujeto de estudio radica en determinar las cualidades que lo definen, es decir, extraer de forma analítica información que se considere relevante y coherente a los fines de la investigación. En esta línea de pensamiento, y considerando los objetivos propios de la presente investigación, se han identificado tres ideas fundamentales a caracterizar en una vivienda: calidad constructiva de la estructura, su ambiente con relación a factores de riesgo y, la calidad de vida cuantificada en la percepción de habitabilidad por sus habitantes.

La resiliencia que existe en la utilización de tierra como material de construcción local de la mano con la creciente demanda de vivienda, crea la necesidad de un conocimiento profundo sobre la manera en que las personas habitan y se desarrollan en un ambiente que consideran propio y representativo. Prevalciendo mayormente esta clase de construcción en zonas rurales y de escasos recursos en el país, y considerando las limitantes que eso infiere en la compra de materiales utilizados de manera más tradicional, se genera un escenario de exigencia de información, evaluación e intervención en los casos más críticos.

3.7 Sobre factores de caracterización y su relevancia

Para la planeación y desarrollo de un proyecto de vivienda existen recursos básicos a tomar en cuenta, en zonas urbanizadas con los servicios ya establecidos, los problemas como la distribución de luz eléctrica, abastecimiento de agua potable y recolección de desechos quedan en segundo plano, priorizando los recursos arquitectónicos como dimensiones y distribución de ambientes, estilo de fachada, tipología, entre otros. Sin embargo, en zonas rurales y de escasos recursos económicos la captación de dichos recursos proyectados a satisfacer las necesidades de las personas significa una importante labor, además que pueden existir otros agravantes como caminos para tránsito vehicular no definidos, falta de red de drenajes o servicios municipales.

El proceso de caracterización busca las informaciones sobre las características constructivas, así como del estado de los elementos estructurales, además de las condiciones y servicios que presta, con base al término de “habitabilidad, desarrollo sostenible e incluyente”, que se han extraído y descrito de la Agenda 2030 y sus ODS (Organización Naciones Unidas, 2016).

Se han encerrado tres temáticas de las que se trabajarán los criterios de caracterización, las cuales contemplan las informaciones de:

- Sistema constructivo, características constructivas de los elementos constructivos y su unificación como vivienda.

- Ambiente donde está ubicada la vivienda, considerando los factores del clima y características físicas del terreno.
- Condiciones de habitabilidad definidas en la misma línea que trabaja los objetivos de desarrollo sostenible.

3.8 Desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible ha sido definido como aquel capaz de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades (Comisión Mundial, 1987). Su objetivo es el sobrepasar gradualmente la desigualdad a consecuencia de las diferencias sociales y económicas, aplicando un futuro inclusivo, sostenible y resiliente para las personas y el planeta. Su línea de trabajo se define mediante los ODS gestados en la Agenda 2030 (Organización Naciones Unidas, 2016)

3.8 Sobre la vivienda y la dignificación humana

La vivienda y su concepción en la sociedad moderna han trascendido más allá de la referencia a la construcción física, es decir, aquella visión estrictamente formal que se le atribuye al espacio de construcción legalmente delimitado y donde alguien posee un domicilio. Condiciones inadecuadas de habitabilidad y la vulnerabilidad del hábitat son los factores más determinantes para definir el déficit habitacional que existe actualmente, además de otros, como la ausencia total de un lugar en el cual sobrevivir y los recursos que condicionan el estado de una vida digna, es decir, contar con instalaciones sanitarias, acceso a electricidad, agua potable, tecnología y medios de comunicación, educación, etc.

La dificultad para solventar la falta de vivienda y asegurar las condiciones apropiadas para el desarrollo humano provoca un sesgo entre las personas que conforman una sociedad, en el cual se evidencia las carencias que repercuten con una población a tal punto de generar exclusión. La dignidad, en este contexto, que debe de ofrecer una vivienda se define como el conjunto de recursos y condiciones que se encuentran a disposición de los moradores, de tal manera que se valore la calidad de vida.

3.10 Agenda 2030 y objetivos de desarrollo sostenible

La Agenda 2030 está integrada por los 17 objetivos de desarrollos sostenible (ODS) que expresan los deseos, aspiraciones y prioridades de la comunidad internacional en los próximos 25 años (Naciones Unidas, 2016). Para la formulación de indicadores se han considerado los cuatros: a) salud y bienestar; b) agua limpia y saneamiento; c) energía asequible y no contaminante; d) ciudades y comunidades sostenibles

Los objetivos y metas correspondientes a salud y bienestar corresponden a: la cobertura sanitaria; acceso a servicios esenciales; reducción de la contaminación del aire, del agua y del suelo; refuerzo de la capacidad en materia de alerta temprana; reducción de riesgos: y, gestión de los riesgos

Agua limpia y saneamiento corresponde a: acceso universal al agua potable; acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y fin a la defecación al aire libre; mejoría de la calidad del agua reduciendo la contaminación; aumento del uso eficiente de los recursos hídricos y seguridad de la sostenibilidad de extracción que satisfacen a comunidades; protección de la contaminación los ecosistemas relacionados con el agua; apoyo y fortalecimiento a la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y saneamiento

Energía asequible y no contaminante se tratan de: garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos; ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos.

4. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

La metodología de la investigación se trabajó en tres líneas:

- a) Fase de investigación bibliográfica comprendió del proceso de investigación de los cuatro parámetros establecidos para los temas que evalúan la caracterización de viviendas. Se tomó en consideración manuales de construcción relacionados a la aplicación segura de la construcción con tierra en las técnicas del adobe y bajareque, además, en la línea de investigación, se buscó la inclusión de los ODS presentados en la Agenda 2030, que profundizan en definir de manera filosófica de la relación tan estrecha que tiene el ser humano con la vivienda, y en qué punto, la vivienda dignifica al ser humano.
- b) Inducción a los auxiliares de investigación corresponde del punto intermedio que enlaza la propuesta desarrollada por el investigador y el apoyo del equipo de investigación para realizar la toma de datos y seleccionar la muestra (figura 3). Aquí se expuso los objetivos y alcances de la investigación a los auxiliares y se llegó a un consenso sobre la metodología para la recopilación de los datos.
- c) Para la validación de la propuesta de modelo, se utilizó el modelo para caracterizar dos poblaciones que tuviesen presencia de alguna de las técnicas constructivas de tierra. Se escogió el municipio de San Agustín Acasaguastlán, departamento de El Progreso, por su gran cantidad de construcción en bajareque, y el municipio de Monjas, departamento de Jalapa, con mayor presencia de construcción en adobe. La recolección de la información constó de medio escrito, archivos multimedia de audio y video, y fotografías de la experimentación en el lugar.

Luego de desarrollado y validado el modelo, este supone una herramienta para la investigación y conocimiento del déficit habitacional y los recursos en como este aventaja o atrasa al desarrollo de las personas.



Figura 3. Toma de datos a vivienda de adobe (créditos: E. Mayor)

La tabla 1 presenta los parámetros de caracterización de viviendas definidos en la bibliografía estudiada y adoptados en este proyecto.

Tabla 1. Parámetros de caracterización

Grupo	Características y diseño constructivo
Temas	Método constructivo
	Recubrimiento, protección y mantenimiento de la vivienda
	Diseño de la vivienda
	Aspectos estructurales
	Trabajos posteriores y modificaciones
Grupo	Factores ambientales
Tema	Exposición y riesgos ambientales
Grupo	Habitabilidad
Tema	Sanidad y condiciones de la vivienda

Propuesta de modelo

Con fines de ilustrar la metodología aplicada a la modelación en cada grupo propuesto, se adjunta el desarrollo de un criterio de evaluación en el tercer grupo “habitabilidad”, tema sanidad cuyos objetivos son: a) lograr obtener calidad, considerando el tratamiento y almacenamiento de agua potable; b) reducir los riesgos a padecimientos de enfermedades gastrointestinales derivadas de exposición a suciedad e insectos, c) definir el procedimiento de manejo de desechos orgánicos derivados de las actividades cotidianas, d) identificar tipo y sitio de servicio sanitario y manejo de los desechos; e) evaluar la exposición directa al humo producido por leña.

Para el agua potable se considera la importancia de la fuente de captación, en que la exposición en el recorrido del agua marca la diferencia en la cantidad de agentes contaminantes que posea. Se plantean tres casos en la recolección: desde el cauce superficial, el bombeo de agua subterránea o de pozos subterráneos.

En seguida se plantea el tratamiento por cloración, por ser uno de los métodos más utilizados para la desinfección del agua, pese a que no la purifica en su totalidad, sin embargo la eliminación de microorganismos por cloración es un buen estándar mínimo en comunidades rurales que no cuenten con servicios de abastecimiento municipales.

Y, por fin, el almacenamiento, cuya unidad de almacenaje de agua no debe de estar expuesta directamente a la intemperie, y al calor producido en materiales como el PVC y otros derivados del plástico que pueden generar el desprendimiento de compuestos químicos nocivos para la salud. Además, debe de estar correctamente sellada, sin cabida para insectos o exposición a moscas o mosquitos.

Para el agua para consumo, se trata de los procesos de desinfección del agua, almacenaje sanitario. Como criterio, se establece que el agua de consumo debe de estar al menos tratada por cloración y se debe evaluar la fuente de captación, su exposición a contaminantes y las condiciones de almacenaje.

5. CONSIDERACIONES FINALES

Se logró elaborar y validar un modelo de caracterización con tierra que permite el estudio de viviendas rurales. Los alcances de la investigación fueron superados y gracias a ello se cuenta con una herramienta completa y bien fundamentada que puede utilizarse para

cuantificar muchos de los factores que intervienen en los déficits habitacionales, además de ser una herramienta de consulta y diagnóstico para detallar el estado y calidad constructiva de una obra.

Gracias a que se consideraron los ODS, se puede obtener una radiografía social de cada núcleo familiar caracterizado por su vivienda, y conocer los recursos y limitaciones que esta significa para su desarrollo. Por el alcance de los ODS también se puede estudiar el proceso de ciudades sostenibles y los fenómenos de exclusión, en este caso en particular, enfatizados en el estrato social más pobre y con mucha precariedad en cuanto a recursos y educación.

Se ha dado un paso firme en la proyección como grupo investigador de poder realizar un atlas ambiental de forma interdisciplinaria, con el objetivo de estudiar a profundidad el estado y acciones ambientales que se han desarrollado en el país, siendo también una herramienta para seguir desarrollando investigaciones en el país y llegar a crear una unidad enfocada a ello.

El proceso del modelado y de la validación fue una gran fuente de trabajo e inspiración para el adentramiento en el mundo de la investigación, sin lugar a duda el poder trabajar junto a profesionales con una vasta carrera en la ingeniería e investigación han sido puntos claves de formación profesional y de mucho crecimiento personal para continuar desarrollando a la persona en este entorno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo Díaz, J. A.; García Carmona, A.; Aragón Méndez, M. del M.; Oliva Martínez, J. M. (2017) Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica. Revista Científica, v.3, n.30. Disponible en <https://doi.org/10.14483/23448350.12288>

Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo (1987). Nuestro futuro común. Comisión Brundtland. Reino Unido: Oxford University Press

Organización Naciones Unidas (2016). Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible: una oportunidad para Latinoamérica y el Caribe. Chile: ONU

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, a los auxiliares de investigación que intervinieron en el proceso y a las autoridades municipales que apoyaron las visitas de campo que sirvieron para obtener un proceso de investigación integral.

AUTORES

Alvaro Ramírez, guatemalteco, estudiante de ingeniería civil; miembro del Comité Organizador del 18 Seminario de Arquitectura y Construcción con tierra SIACOT. Investigador del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala de las Sección de Ecomateriales, y la Sección de Tecnología de Materiales y Sistemas Constructivos.

Virgilio Ayala, Doctor en Ingeniería Civil, jefe de la sección de Tecnología de Materiales y Sistemas Constructivos e investigador del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, miembro de PROTERRA, coordinador de la Red PROTERRA Centroamérica, miembro del Comité Organizador del 18 Seminario de Arquitectura y Construcción con tierra SIACOT.