



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD
MORELIA

VIVIENDA ECOTECNOLÓGICA BÁSICA.
MARCO METODOLÓGICO PARA TRANSITAR DE VIVIENDAS CON
NECESIDADES A VIVIENDAS MÁS SOSTENIBLES

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
DOCTORA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

PRESENTA:

MTRA. ARQ. BELÉN OLAYA GARCÍA

DR. OMAR MASERA CERUTTI (TUTOR PRINCIPAL)

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM

DR. GIAN CARLO DELGADO RAMOS (MIEMBRO DE COMITÉ TUTOR)

Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM

DRA. ARQ. FRANCESCA OLIVIERI (MIEMBRO DE COMITÉ TUTOR)

Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

DRA. MONTSERRAT SERRANO MEDRANO (REVISORA)

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM

DRA. MARTA ASTIER CALDERÓN (REVISORA)

Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

DRA. MARÍA DE LOS ÁNGELES VIZCARRA DE LOS REYES (REVISORA)

Facultad de Arquitectura, UNAM

DR. VÍCTOR MANUEL BERRUETA SORIANO (REVISOR)

Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada A.C.

MORELIA, MICHOACÁN, DICIEMBRE DE 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Coordinación de Estudios de Posgrado
Ciencias de la Sostenibilidad
Oficio: CGEP/PCS/166/22
Asunto: Asignación de Jurado

M. en C. Ivonne Ramírez Wence
Directora General de Administración Escolar
Universidad Nacional Autónoma de México
Presente

Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su sesión 82 del 9 de agosto del presente año, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **DOCTORA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, de la alumna **Olaya García Belén** con número de cuenta **519491245**, con la tesis titulada “Vivienda ecotecnológica básica. Marco metodológico para transitar de viviendas con necesidades a viviendas más sostenibles”, bajo la dirección del Dr. Omar Raúl Masera Cerutti.

PRESIDENTA: DRA. MARTA ASTIER CALDERÓN
VOCAL: DRA. MONTSERRAT SERRANO MEDRANO
SECRETARIO: DR. GIAN CARLO DELGADO RAMOS
VOCAL: DR. VICTOR MANUEL BERRUETA SORIANO
VOCAL: DRA. MARÍA DE LOS ÁNGELES VIZCARRA DE LOS REYES

Sin más por el momento me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE,

“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”
Cd. Universitaria, Cd. Mx., 2 de diciembre de 2022.



Dr. Alonso Aguilar Ibarra
Coordinador
Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México y al Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad por permitirme entrar a un programa académico de tan alta calidad y brindarme la oportunidad de acceder al conocimiento, la infraestructura, los estímulos y el apoyo necesario para el desarrollo de esta investigación. También al Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES), a todo el equipo de administración y al Grupo de Innovación Ecotecnológica y Bioenergía (GIEB).

Agradezco los apoyos económicos recibidos para poder realizar los estudios y la investigación:

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por becarme para realizar los estudios de doctorado.

Al Programa de Apoyo a los Estudios de Posgrado (PAEP), Convocatoria 2022, que me permitió realizar una estancia de investigación en el Grupo de Aplicaciones en Energía y Tecnologías (EnTec) del Instituto Andino Patagónico de Tecnologías Biológicas y Geoambientales (IPATEC-CONICET), Universidad Nacional del Comahue, San Carlos de Bariloche, Argentina. Agradezco especialmente a la Dra. Betina Cardoso y a la Mtra. Marcela Vanegas, que me recibieron, acompañaron y me permitieron conocer el caso de estudio del Barrio Intercultural, lo que enriqueció mi experiencia como arquitecta conociendo un caso exitoso de Producción Social del Hábitat. También a las personas del Barrio que nos recibieron tan amablemente.

Al Proyecto IG101121 Innovación Ecotecnológica y ODS en el contexto de adaptación al cambio climático, del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM, por el apoyo recibido para el trabajo de campo y la realización de los prototipos de investigación.

Al Proyecto 315662 Vivienda Ecotecnológica Básica: Soluciones transdisciplinarias para transitar de viviendas precarias a viviendas más sostenibles, aprobado en la Convocatoria 2020 para la Elaboración de Propuestas de Proyectos de Investigación e Incidencia para una Vivienda Adecuada y Acceso Justo al Hábitat de CONACyT, por el apoyo recibido para hacer trabajo de campo a nivel nacional y sentar las bases para que esta investigación creciera. Al Dr. Omar Masera, responsable técnico del proyecto y a las Asociaciones Civiles que posibilitaron el trabajo de campo: Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA A.C.), Migrante Purépecha Jarhojpití A.C., Proyectos para un Futuro Mejor A.C. Asociación de Mediadores Bilingües Interculturales A.C. (AMBIAC) y al Concejo Comunitario de Cherán Atzicurin.

Al Proyecto 321264 Vivienda Ecotecnológica Básica, aprobado en la Convocatoria 2020 para la Elaboración de Propuestas de Proyectos de Investigación e Incidencia para una Vivienda Adecuada y Acceso Justo al Hábitat de CONACyT, por el apoyo recibido para hacer trabajo de campo a nivel nacional y permitir que esta investigación siga avanzando. A la Dra. Montserrat Serrano-Medrano, responsable técnica del proyecto, por todo el apoyo recibido.

Al Proyecto Capabilities-led energy poverty alleviation via innovative community solutions (CaPAS), de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIES-UNAM) en colaboración con el Instituto de Energías Renovables (IER-UNAM) y University of Birmingham, por ser un aliado en el desarrollo de trabajo de campo en Cherán Atzicurin.

También al Programa de Movilidad México-España 2019, de la Red de Científicos Españoles en México, RECEMX A.C., y la Fundación Ramón Areces, que me permitió realizar una estancia de investigación en el Instituto de Cooperación en Habitabilidad Básica, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid, España. Agradezco especialmente a la Dra. María del Mar Barbero Barrera, responsable de la estancia, y a la Dra. Adela Salas, por todo el apoyo y la información brindada, que enriqueció enormemente este trabajo.

Agradezco al tutor principal de esta tesis y a quien admiro profundamente, el Dr. Omar Masera Cerutti, por su invaluable apoyo y guía todos estos años. Gracias por tu tiempo, todos los consejos, la paciencia, las

oportunidades y la confianza depositada en mí. Gracias por darme las herramientas y el espacio para crecer profesionalmente y por enseñarme tanto, como tutor y como amigo. También a los miembros del comité tutorial: el Dr. Gian Carlo Delgado Ramos y la Dra. Francesca Olivieri, por aceptar ser parte de este proceso. Gracias por cada reunión y comentario, su acompañamiento durante estos cuatro años me ha permitido tener una visión más amplia en esta investigación y aprender de dos grandes profesionales como ustedes. Quiero hacer una mención especial a la Dra. Belén Gesto Barroso, quien iba a fungir como cotutora desde que esta tesis comenzó a idearse. Mi enfoque, pasión y visión de la arquitectura tiene mucho de ella y esta tesis va dedicada a su memoria.

Gracias también a quienes componen el jurado, por el tiempo tomado para revisar el documento y el apoyo brindado: Dra. Montserrat Serrano Medrano, Dra. Marta Astier Calderón, Dra. María de los Ángeles Vizcarra de los Reyes y Dr. Víctor Manuel Berrueta Soriano.

También a los técnicos académicos M. en C. Alfredo Fuentes Gutiérrez y M. en C. René David Martínez Bravo, al Laboratorio de Innovación y Evaluación en Bioenergía (LINEB) y al Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable (GIRA A.C.), por su valiosa ayuda en la obtención de los insumos necesarios y el apoyo técnico para llevar a cabo esta investigación.

Tras todos los agradecimientos oficiales, son innumerables los agradecimientos personales que quisiera incluir, ya que durante todos estos años son muchas las personas de las que he recibido apoyo, cariño y palabras de aliento, que quien hace un doctorado, sabe que son imprescindibles.

A mi familia: mis padres, Antonio y Feli, mi hermana Oli (mi tata), mi cuñado-hermano David y mis sobris Pelayo, Jimena y Olimpia. Gracias por todo, por darme las alas para volar -aunque eso suponga estar lejos- y permitirme tener la dicha de poder regresar a casa, con vosotros, siempre. Os amo con locura y os echo de menos como no os imagináis.

A todos mis compañeras y compañeros del posgrado, del GIEB y del VIVE, soy muy afortunada de tener este grupo de trabajo. Especialmente a Sara Navia, la mejor compañera de trabajo. Gracias por permitirme compartir tantas cosas contigo y por toda tu ayuda estos años. ¡Te quiero mucho bonita!

A todas las personas que participaron en el VIVE o en alguna de las tantas actividades que llevamos a cabo y que han aportado ideas, apoyo, trabajo, esfuerzo, tiempo y dedicación: Teri Rojas, Pao Vázquez, Marcela Vanegas, Juan Carlos Tinoco, Kike Tapia, Fernando de Lara, Freddy Yáñez, Blanca Sánchez, Melissa de León, Rosaura Méndez, Denise Cornejo, Angy Maya, Vane López, Ulises Álvarez, Jorge Borrego, Andrea Mejía, Rafa Ramírez, Manuel Alipio, Jorge Luis Martínez y todo el alumnado de la materia Arquitectura Ecológica.

Gracias a todo el equipo Pronaces, de quienes tanto aprendo, por su disposición y por creer en el proyecto. A Omar, Montse, Sara, Freddy, Blanca, Teri, Dani, Marce, Alfred, Anita, Pacho, Karla, Víctor, Jaime, Eugenia, Luis, Habid, Eduardo, Ulises, Nelly, Nina, Cristina, Irineo, Adylene, Arcelia, Joel, Omar, Octavio, Rafael, Piña, Aitor y Elías. Es un sueño poder trabajar con todos ustedes y seguir demostrando que el trabajo colaborativo es posible.

A todas las familias de la comunidad de Cheran Atzicurin (Michoacán), Morelos Uno (Oaxaca) y Maneadero (Baja California), por recibirnos y abrirnos las puertas de sus casas. A Humberto y Lulú, a Lidia, Socorro, Perla y todas las mujeres de la Red de Mujeres constructoras por la Paz. Gracias por todas las experiencias vividas y por enseñarme tanto. Cada visita ha reforzado mi convicción de que la arquitectura no tiene sentido si no es para mejorar la situación de tantas familias con necesidades. Ojalá que algún día el derecho a una vivienda con unos criterios mínimos sea una realidad tangible para todos y todas.

Gracias Pao, Sara, Marce, Beti, Cande, Piña y Freddy, por todas las pláticas tan enriquecedoras que han ayudado a dar forma a muchas de las ideas aquí planteadas. A Alexandra Elbakyan por Sci-Hub.

A mis amigos y amigas de Morelia, a Yas y Raúl (y Vera y Bruno), a Angy, a mi familia guerrerense, qué bonito se siente. A Dante, por todo el apoyo y las pláticas, lo conseguimos paisano. A mis españo-morelianas, Manu y Espe, qué necesarias son nuestras quedadas y nuestras conversaciones, ¡os quiero mucho! A mis vecis, porque tenemos la comuna y el hogar más bonito. A mis ensenadenses: Marce, Sami, Alex, Barbi, gracias por

convertir una amistad en familia. A mis argentinas, Marce y Beti, por florecer a -5 grados, las amo. A mis españolas: Mariló, Marina, Mamen, Marta, Vero, Marta, Mercedes, Lucía, Sara (¡y Carla!), Himar, qué ganas tengo de abrazaros (¡y especialmente a ti, Ne!). A Elo, por cambiar tantas cosas. A mi Canelita, por su compañía.

Gracias a todas estas personas que quiero y me quieren y que, sin importar los kilómetros, me inspiran a ser mejor persona. Soy muy afortunada de teneros en mi vida. Y gracias, México mágico.

Resumen

El problema del acceso a una vivienda digna incluye su infraestructura, los servicios básicos y los problemas relacionados con el agua potable, saneamiento adecuado, energía (para cocinar, electrificar o iluminar), el acceso a alimentos saludables y los problemas relacionados con los residuos y su disposición. Esto afecta prioritariamente a personas en situación de pobreza y, especialmente, en las zonas rurales.

Existen numerosas definiciones y conceptos relacionados con la vivienda, sus necesidades y su sostenibilidad, pero no un marco conceptual común que unifique criterios entre la diversidad que caracteriza a la vivienda en distintas latitudes. Se desarrolló, ante esto, un marco conceptual para sentar unas bases en cuanto las principales características que deben contemplarse en las viviendas. Se propuso el término *Vivienda Ecotecnológica Básica* (VEB), que agrupa todas las características identificadas como prioritarias y que servirá de guía para transitar hacia esquemas deseables de reducción de necesidades en viviendas precarias.

Para el abordaje de la mejora de las viviendas se desarrolló un Marco Metodológico para transitar hacia la Vivienda Ecotecnológica Básica (Marco VIVE), orientado a desarrollar soluciones ecotecnológicas tangibles y sostenibles al problema de la vivienda rural precaria y sus servicios básicos. Este, llevado a cabo de forma participativa, permite identificar las necesidades de las viviendas, evaluar su sostenibilidad y definir las soluciones ecotecnológicas de se implementarán para mejorar las viviendas y sus servicios básicos.

El marco se basa en conceptos como la habitabilidad básica y la producción social del hábitat, buscando alcanzar unos mínimos necesarios para el desarrollo de las capacidades de las personas usuarias, fomentando la transición hacia una vivienda más sostenible en zonas rurales y periurbanas precarias.

Esta tesis se estructura por artículos. Comienza con la introducción a la temática, incluyendo antecedentes teóricos, preguntas y objetivos de investigación, a continuación, se incluye un artículo sobre el marco conceptual y otro sobre el marco metodológico VIVE. Finaliza con una sección de discusión y conclusiones generales.

Abstract

The problem of access to decent housing includes its infrastructure, basic services, and problems related to drinking water, adequate sanitation, energy (for cooking, electricity, or lighting), access to healthy food, and problems related to waste and disposal. This primarily affects people living in poverty and, especially, in rural areas.

There are numerous definitions and concepts related to housing, its needs, and its sustainability, but there is no common conceptual framework that unifies criteria among the diversity that characterizes housing in different latitudes. Given this, a conceptual framework was developed to lay the foundations regarding the main characteristics that must be considered in the homes. The term Basic Ecotechnological Housing (VEB) was proposed, which groups all the characteristics identified as priorities and will serve as a guide to move towards desirable schemes to reduce needs in precarious housing.

To address the improvement of housing, a Methodological Framework was developed to move towards Basic Ecotechnological Housing (Framework VIVE), aimed at developing tangible and sustainable ecotechnological solutions to the problem of precarious rural housing and its basic services. This, carried out in a participatory manner, makes it possible to identify the needs of the houses, evaluate their sustainability and define the eco-technological solutions that will be implemented to improve the houses and their basic services.

The framework is based on concepts such as basic habitability and the social production of the habitat, seeking to achieve the minimum necessary for the development of the capacities of the users, and promoting the transition towards more sustainable housing in precarious rural and peri-urban areas.

This thesis is structured by articles. It begins with an introduction to the subject, including theoretical background, questions, and research objectives, then includes an article on the conceptual framework and another on the VIVE methodological framework. It ends with a discussion section and general conclusions.

Índice resumido

1.	INTRODUCCIÓN.....	13
2.	ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	25
3.	ARTÍCULO 1. MARCO CONCEPTUAL.....	28
4.	ARTÍCULO 2. MARCO METODOLÓGICO VIVE.....	44
5.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES	63
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	78

Índice extendido

Agradecimientos.....	3
Índice resumido	7
Índice extendido	8
Acrónimos	10
Índice de figuras	11
Índice de tablas	12
1. INTRODUCCIÓN	13
Vivienda y sostenibilidad	13
Cambios en las viviendas	15
Antecedentes teóricos.....	17
La Producción Social del Hábitat.....	18
La Habitabilidad Básica	18
La ecotecnología y la innovación ecotecnológica	19
La transdisciplina.....	20
Los sistemas complejos	21
Los sistemas socio-eco-tecnológicos	22
Pregunta de investigación	24
Objetivos	24
2. ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	25
3. ARTÍCULO 1. MARCO CONCEPTUAL.....	28
Resumen	29
Abstract	29
Introducción.....	29
Metodología de la revisión conceptual	31
Análisis de los tres ejes temáticos	34
Conceptos generales relacionados con la vivienda	34
La Habitabilidad Básica y los mínimos para considerar en la vivienda rural.....	35
La sostenibilidad en la vivienda.....	37
Discusión: alcances y límites de la literatura consultada	38
Similitudes	38
Características sociales que deben incluirse o reforzarse	38
Características técnicas para reforzar	39
Características específicas para cada caso de estudio	40
Construyendo la definición de una <i>Vivienda Ecotecnológica Básica</i> para zonas rurales	41
A modo de cierre	43
4. ARTÍCULO 2. MARCO METODOLÓGICO VIVE.....	44
Resumen	45
Abstract	45
Introducción.....	46

Antecedentes y fundamentación teórica	47
La Vivienda Ecotecnológica Básica.....	47
Marcos de evaluación.....	48
Metodología de la investigación	50
Resultados y discusión: el Marco Metodológico para transitar hacia una Vivienda Ecotecnológica Básica (Marco VIVE)	50
Premisas generales y estructura del Marco VIVE	50
Definición de atributos y criterios de diagnóstico	51
Estructura operativa del Marco VIVE	53
Fase 1. Diagnóstico	53
Paso 1. Caracterización comunitaria.....	53
Paso 2. Caracterización del sistema vivienda	54
Paso 3. Identificación de puntos críticos.....	54
Ejemplo de la fase de diagnóstico	55
Fase 2. Evaluación	57
Paso 4: Selección de los criterios de diagnóstico e indicadores estratégicos.....	57
Paso 5: Medición y monitoreo de los indicadores	57
Paso 6: Presentación e integración de resultados	57
Ejemplo de la fase de evaluación	58
Fase 3. Diseño	58
Paso 7: Selección de soluciones ecotecnológicas.....	59
Paso 8: Codiseño de innovaciones ecotecnológicas.....	59
Ejemplo de la fase de diseño	60
Fase 4. Implementación	60
Paso 9: Implementación de innovaciones ecotecnológicas	60
Paso 10: Monitoreo de las innovaciones ecotecnológicas	60
Segundo ciclo del Marco: Fase 2. Evaluación.....	61
Conclusiones.....	61
Agradecimientos.....	62
5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES	63
Innovación y beneficios	63
1) Aspectos teórico-conceptuales.....	64
Visión sistémica de la vivienda.....	64
Retos identificados	66
2) Aspectos metodológicos.....	67
Enfoque de género	67
Perspectiva de otros actores	67
Aspectos Operativos	67
3) Aspectos relacionados con la implementación del Marco VIVE en campo.....	68
Trabajo de campo en comunidades rurales	68
Lecciones aprendidas.....	72
Consideraciones finales	73
Epílogo: avances paralelos y potencial del campo de estudio.....	75
6. BIBLIOGRAFÍA.....	78

Acrónimos

BID: Banco Interamericano de Desarrollo

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CONAGUA: Comisión Nacional de Agua

CONAPO: Consejo Nacional de Población

CONEVAL: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social

CTE: Código Técnico de la Edificación

DOF: Diario Oficial de la Federación

EDO: Espacios Domésticos Oscilantes

EnDev: Proyecto Energía, Desarrollo y Vida (GIZ)

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

GIEB: Grupo de Innovación Ecotecnológica y Bioenergía

GIRA A.C.: Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada

GIZ: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

HaB: habitabilidad básica

HIC: Habitat International Coalition

HIC-AL: Coalición Internacional para el Hábitat o Habitat International Coalition América Latina

ICHaB: Instituto de Cooperación en Habitabilidad Básica

IDB: Inter-American Development Bank

IIES: Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

IRP: International Resource Panel

MESMIS: Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad

NAUTIA: Need Assessment Under Technological Interdisciplinary Approach

ODS: Objetivo de Desarrollo Sostenible

OE: Objetivo Específico

OMS: Organización Mundial de la Salud

ONU Hábitat: Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos

OPS: Organización Panamericana de la Salud

PNUMA: Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente

PSH: Producción Social del Hábitat

RAE: Real Academia Española

SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

STES: Sistemas Socio-Eco-Tecnológicos, Socio-Tecno-Ecológicos o, en inglés: *Socio-Techno-Ecological-Systems*

UCLG: United Cities and Local Governments

UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México

UNICEF: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia o United Nations Children's Fund

UPM: Universidad Politécnica de Madrid

VEB: Vivienda Ecotecnológica Básica

VIVE: Grupo de Trabajo sobre Vivienda Ecotecnológica

VIVE (Marco Metodológico): Marco Metodológico para transitar hacia una Vivienda Ecotecnológica Básica

WCED: World Commission on Environment and Development

WHO: World Health Organization

Índice de figuras

Figura 1. Estufa mejorada de leña tipo Patsari. Figura 2. Huerto traspatio. Figura 3. Técnica de bioconstrucción en ejecución mediante tierra y paja. Fuente: elaboración propia.....	16
Figura 4. STES (sistemas socio-eco-tecnológicos) en el centro de la tecnología, la sociedad y los ecosistemas (SES=socio-eco-sistemas; STS=sistemas socio-tecnicos; STE=tecno-eco-sistemas). Fuente: Masera (2018).....	23
Figura 5. Cuestiones iniciales que se incluirán en la definición del Marco Metodológico VIVE y muestran la visión de la vivienda como un sistema complejo. Fuente: elaboración propia.....	26
Figura 6. Ejemplo de una vivienda rural con problemas en cuanto a precariedad habitacional en Cherán Atzicúrin, Michoacán.....	30
Figura 7. Ejemplo de una vivienda rural con problemas en cuanto a precariedad habitacional en Morelos Uno, Oaxaca.	30
Figura 8. Ejemplo de comunidad rural de la sierra de Oaxaca. Fuente: elaboración propia.....	34
Figura 9. Cocina con techo de lámina de asbesto y lámina de cartón.	36
Figura 10. Recámara con muros de material de desecho. Fuente: elaboración propia.	36
Figura 11. Ejemplo de una estufa Patsari con mejoras estéticas. Fuente: elaboración propia.	40
Figura 12. Visión sistémica de la vivienda plantada por los autores. Fuente: elaboración propia.	42
Figura 13. Marco VIVE: vinculando atributos con criterios de indicadores. Fuente: adaptación de López-Ridaura et al. (2002).	52
Figura 14. Marco VIVE. Fuente: Elaboración propia.	53
Figura 15. Tipologías arquitectónicas identificadas en Cherán Atzicúrin. Fuente: elaboración propia.	56
Figura 16. Croquis - representación de un sistema de vivienda de la comunidad de Cherán Atzicúrin. Fuente: elaboración propia.	56
Figura 17. Ejemplo de gráfica de amiba de evaluación pre-intervención de las innovaciones ecotecnológicas. Fuente: Adaptación de López-Ridaura et al. (2002).	58
Figura 18. Ejemplo de una ficha informativa de la VIVETECA. Fuente: elaboración propia.	59

Figura 19. Ejemplo de gráfica de amiba de evaluación pre y post-intervención de las innovaciones ecotecnológicas. Fuente: Adaptación de López-Ridaura et al. (2002).	61
Figura 20. Talleres en la comunidad de Cherán Atzicuri. Fuente: elaboración propia.....	69
Figura 21. Problemáticas identificadas en los recorridos comunitarios, como la acumulación de basura en las barrancas o el desagüe de aguas grises a la calle. Fuente: elaboración propia	70
Figura 22. Viviendas visitadas en la comunidad de Cherán Atzicuri. Fuente: elaboración propia.	70
Figura 23. Talleres comunitarios realizados en Morelos Uno, Oaxaca. Fuente: elaboración propia.	71
Figura 24. Talleres comunitarios realizados en Maneadero, Baja California. Fuente: elaboración propia.	72
Figura 25. Prototipo de cuarto de cocinado. Fuente: elaboración propia.	75
Figura 26. Caseta del guarda al inicio de la mejora y al final. Fuente: Elaboración propia.....	75
Figura 27. Modelo de Incidencia Vivienda Ecotecnológica Básica y sus 5 componentes.....	76

Índice de tablas

Tabla 1. Objetivos específicos, preguntas de investigación y artículos asociados. Fuente: elaboración propia.....	24
Tabla 2. Resumen de la búsqueda de palabras clave y documentos revisados. Fuente: elaboración propia.....	32
Tabla 3. Características de las viviendas presentes en los tres ejes temáticos. Fuente: elaboración propia.....	33
Tabla 4. Marcos de evaluación de la sostenibilidad y metodología de mejoras de vivienda revisadas. Fuente: elaboración propia.	49
Tabla 5. Atributos y criterios de diagnóstico. Fuente: elaboración propia.	52
Tabla 6. Puntos críticos identificados para la línea estratégica de energía. Fuente: elaboración propia... ..	55
Tabla 7. Ejemplo de indicador para el criterio de diagnóstico "calidad". Fuente: elaboración propia.....	58

1. INTRODUCCIÓN

La falta de acceso a la vivienda y sus servicios básicos es un grave problema a nivel global, con familias que carecen de una vivienda adecuada, agua potable, saneamiento seguro, que cocinan con biocombustibles sólidos, no tienen acceso a energía eléctrica y padecen hambre. (Banco Mundial, 2015; FAO, 2020; OMS, 2017; ONU Hábitat, 2020f). Esto ocurre principalmente en los países de bajos ingresos, donde se vierten o queman a cielo abierto la mayoría de los desechos (Banco Mundial, 2018) y son las personas de las zonas rurales las más vulnerables y afectadas, encontrándose en situación de pobreza y con carencias.

Esto es un serio problema en México, con el 62.4% de viviendas rurales en condición de rezago habitacional y el 80.6% de las viviendas del país que necesitan mejoras (ONU Hábitat, 2018). Y estas cifras no contemplan las viviendas informales (HIC-AL, 2020b).

En la agenda nacional existe una preocupación por los habitantes de zonas rurales, debido a la persistencia de la pobreza y la desigualdad en su población (CONAPO, 2009). En la agenda global para el desarrollo, la vivienda tiene una gran importancia, ya que puede incidir directamente en la calidad de vida de una comunidad en cuanto a equidad social, salud, resiliencia (Thorne & Durán, 2016) y sostenibilidad (Rydin, 2010).

Dentro de la agenda global, en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la vivienda tiene un gran impacto ya que tiene implicaciones directas para la consecución de los 17 ODS (ONU Hábitat, 2018), siendo el ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles) el que tiene una mayor relación con ella.

Además, en el panorama actual y ante situaciones extremas como la pandemia de COVID-19, se ha evidenciado la importancia de la vivienda y los servicios básicos, que son indispensables para la vida y la salud. Sin una vivienda adecuada, donde pueda darse una higiene, exista acceso a agua y saneamiento, espacio suficiente para poder realizar distanciamiento social, habrá un mayor riesgo de contagio de cualquier enfermedad infecciosa (ONU Hábitat, 2020c, 2020d, 2020f), por lo que la vivienda adecuada es una cuestión vital para este momento y para el futuro, donde la informalidad representa una vulnerabilidad mayor (Beech & Hubbard, 2020; Gómez, 2020; Mota & Salinas, 2020; ONU Hábitat, 2020b, 2020f, 2020e, 2020a, 2020c; Ortega et al., 2021; A. Salas et al., 2020; J. Salas et al., 2020).

Vivienda y sostenibilidad

En la vivienda ocurre la mayor parte de nuestra vida y recuerdos, es un espacio continuamente habitado y es nuestro medio para acceder a los servicios básicos, como son el abastecimiento de agua, el saneamiento o la energía para electrificar y cocinar. La vivienda entrelaza en ella actividades, procesos, flujos de energía, materiales o recursos, entre otros, por lo que podemos entenderla como un sistema complejo, ya que a la vez resuelve y genera funciones y necesidades.

El acceso a una vivienda de calidad y a los servicios básicos en ella es condición necesaria para el desarrollo pleno del individuo (ONU Hábitat, 2018; Stiglitz et al., 2008) y la satisfacción de sus necesidades básicas¹. También para el desarrollo sostenible, ya que todos los problemas que ocurren en la vivienda y su alrededor impactan en la sostenibilidad, cuyos pilares son lo ambiental, social, económico, político o institucional (Rydin, 2010) y lo cultural (Astará, 2014; Hawkes, 2001; UCLG, 2010). En este caso, se entiende el desarrollo sostenible como el que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer las de generaciones futuras (WCED, 1987). Cabe destacar que este no es un estado estático o un estado ideal al que se alcanza de manera paulatina, sino que permite la posibilidad de persistir cambiando (Holling, 2001).

¹ El concepto de necesidades humanas básicas agrupa las mínimas necesidades humanas cuya satisfacción permite garantizar el bienestar físico a largo plazo. Ortiz, Masera y Fuentes (2014) identifican cinco necesidades básicas o "ejes fundamentales mínimos" para el bienestar humano: energía, agua, manejo de residuos, alimentación y vivienda.

Sobre los impactos de la vivienda en el medio ambiente, todo lo que ocurre en ella impacta directamente tanto en el usuario como el medio que le rodea, degradando ecosistemas. Por ejemplo, tendrá un impacto directo cómo se evacuan las aguas grises y negras de la vivienda; los materiales que se usan para su construcción (cómo se obtienen y cómo se desechan); cómo se hace la quema de combustibles (principalmente biocombustibles como la biomasa) para iluminación, calefacción o cocinado y la contaminación que esto provoca (BID, 2016); o cómo es el acceso al agua y el estrés hídrico al que se somete el ambiente. Por ello, los patrones de uso de las viviendas y la autoconstrucción juegan un papel muy importante en el entorno.

El pago de la vivienda y el acceso a los servicios básicos tiene un impacto económico en las familias usuarias, que no siempre pueden tener un acceso constante a ellos en cuanto a pago de servicios o compra de combustibles, por ejemplo. Esto va de la mano de problemas socioeconómicos debido a los bajos recursos, lo que genera condiciones de pobreza o pobreza extrema (en México, el 50.6% y el 8% respectivamente) (CONEVAL, 2018).

Sobre los impactos sociales ligados a la vivienda, ésta lleva a situaciones de desigualdad, inequidad y marginación por las condiciones de pobreza mencionadas, principalmente en las zonas periurbanas², donde el precio del suelo es más bajo que en áreas urbanas consolidadas (ONU Hábitat, 2018). Estas desigualdades también se dan en zonas rurales, donde habita el 38% de todo el país³ (FAO, 2018).

Autores como Dodman y Satterthwaite (2009), Ortiz, Malagón y Maserá (2015) y Friedmann (1992) señalan que la configuración moderna del capitalismo ha fracasado en asegurar el bienestar social y traído consigo la exclusión al “desarrollo” de los grupos sociales más pobres. Estos son quienes menos han contribuido a la devastación del planeta, pero son los más vulnerables a las consecuencias ambientales que el mismo modelo ha propiciado, especialmente en áreas rurales y asentamientos informales, donde son mayormente expuestos a situaciones de peligro ambiental y otros impactos directos e indirectos. Estos grupos tienen mayores riesgos y son los más afectados y vulnerables ante el cambio climático, lo que potencia estos desafíos (Cardona et al., 2012; Clasen & Smith, 2019; Desmaison et al., 2018; Huq et al., 2007; Jean-Baptiste et al., 2018; Olsson et al., 2014; J. B. Smith et al., 2009).

El rezago habitacional afecta principalmente a los grupos sociales 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). Indígenas y afrodescendientes tienen la tasa de acceso a servicios básicos menor que la media nacional (INEGI, 2015b). 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.

Aunado a esto, son evidentes los problemas de género ligados al acceso y uso de servicios básicos en estos grupos (Cherunya et al., 2020; Salles & López, 2009; Vásquez, 2018). En condiciones de precariedad, las mujeres sufren condiciones de inseguridad relacionadas con el acceso a combustible para cocinar, por ejemplo, al ir a recolectar leña, que es cuando se sufre un mayor riesgo de violaciones y asaltos; e igual ocurre al ir al baño en la noche. No contar con acceso a agua y saneamiento de calidad provoca condiciones de falta de higiene, por ejemplo, durante la menstruación. O cocinar con leña en dispositivos ineficientes y con falta de ventilación provoca que las mujeres sufran mayor riesgo de enfermedades pulmonares, debido a que son ellas las que pasan más tiempo en la cocina (R. Díaz et al., 2011; Estévez-García et al., 2020; Galindo et al., 2015; Muxí, 2018; OMS, 2014; J. A. Ortiz et al., 2014; Salles & López, 2009). Es importante considerar la perspectiva de género en la temática

² Hernández-Flores *et al.* (2009) indican que la periurbanización presenta una gran diversidad de expresiones territoriales en cada región del país, proveniente de las características particulares de los territorios concretos, sus potencialidades, su localización y los actores que coexisten en los espacios periféricos. Así, hay algunas zonas donde predominan asentamientos marginales ubicados sobre suelos irregulares, con carencias de infraestructuras y servicios públicos; y otras áreas residenciales apartadas de la ciudad en zonas de acceso restringido para una población de altos ingresos.

³ Este dato considera las localidades de más de 2,500 y hasta 15,000 habitantes. Si se consideran únicamente localidades de menos de 2,500 habitantes, corresponde al 23% de la población viviendo en zonas rurales.

fundamentada por el papel protagónico y el grado de involucramiento de la mujer en los asuntos del hogar para reducir los problemas de salud y el sesgo de las mujeres en la sociedad (Salles & López, 2009).

Cambios en las viviendas

La vivienda rural o vernácula sufre una serie de modificaciones e intervenciones, ya sea por parte de sus habitantes, o por asociaciones civiles o sectores gubernamentales.

Las modificaciones por parte de las personas usuarias se realizan de forma autónoma, por procesos de autoproducción o autoconstrucción⁴. Aunque INEGI (2015a) contabilizó la autoconstrucción en un 24%, se estima mayor al 60-65% en el país (BID et al., 2018; Bran, 2019; Kunz & Espinosa, 2017; Zatarain, 2018). Esto puede provocar impactos negativos, ya sea en la salud, economía o en el medio ambiente, si las intervenciones se hacen sin conocimiento previo o asesoramiento.

Por ejemplo, en las zonas rurales mexicanas, se suele cocinar con un fogón al interior de las cocinas, que tradicionalmente han sido construidas de madera, con espacios entre las tablas para permitir la salida del humo (C. García, 2012). Es común que se realicen cambios y se cambie la envolvente, por ejemplo, a bloques de concreto. Esto ocurre, entre otros factores, por la importación de "imágenes de modernidad" traídas de otras ciudades -desde las que envían remesas- y que asocian a los materiales regionales con el atraso, adquiriendo una connotación negativa y asociando los nuevos materiales con durabilidad, imagen y progreso (Ettinger, 2010, 2015; Ettinger et al., 2005). Al producirse este cambio, queda sellada la envolvente y todas las salidas del humo, concentrándose este en el interior de la cocina. Esto, sin una modificación en los patrones de uso y en las tecnologías utilizadas, solo empeorará la salud de las personas que se encuentren en el interior (Ruth et al., 2013), por lo que es necesario que las decisiones tomadas respecto a la mejora de la vivienda se alineen a las necesidades, a las costumbres, a las expectativas de las personas usuarias, pero también al contexto y a la eficiencia y eficacia de la intervención.

En segundo lugar, otra fuente de transformación de la vivienda son los proyectos y estrategias que llevan a cabo Asociaciones Civiles, Organizaciones No Gubernamentales o sectores gubernamentales, basados en la implementación de tecnologías para mejorar el acceso a servicios básicos. En numerosas ocasiones estos proyectos implementan ecotecnologías para mejorar el acceso a servicios básicos.

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 socioecológico 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). Algunos ejemplos de ecotecnias son las estufas mejoradas de leña (Figura 1), los sistemas de captación de agua de lluvia, biofiltros, huertos de traspatio (Figura 2) o la bioconstrucción (es decir, las técnicas de construcción con materiales naturales) (Figura 3).

⁴ La autoconstrucción es la práctica de edificar vivienda y otros componentes del hábitat por sus propios usuarios y puede realizarse bajo procesos individuales-familiares (autoayuda) o colectivos-solidarios (ayuda mutua). Puede ser autogestiva cuando es realizada por iniciativa y ejecución directa de las personas usuarias. En ese caso, puede estar vinculada a un proceso de producción social por autoproducción individual o colectiva. La autoconstrucción puede ser pura (cuando la persona usuaria ejecuta todas o la mayor parte de las tareas constructivas sin recurrir a mano de obra pagada) o mixta (cuando se combinan trabajos realizador por los propios usuarios y tareas contratadas a empresas o trabajadores especializados). Se considera producción social cuando las tareas de autoconstrucción que asume un grupo organizado: 1) son decisión y quedan bajo control del propio grupo; y 2) son contabilizadas como aportación de los participantes al financiamiento y quedan registradas como parte de su inversión y del valor final de la vivienda (Ortiz, 2012).



Figura 1. Estufa mejorada de leña tipo Patsari. Figura 2. Huerto traspatio. Figura 3. Técnica de bioconstrucción en ejecución mediante tierra y paja. Fuente: elaboración propia.

Existen numerosas experiencias en el país en cuanto a innovaciones ecotecnológicas a nivel doméstico (Ortiz et al., 2014), pero estas no se han sistematizado, faltan datos precisos sobre su funcionamiento en campo y hay diferencias en las metodologías de implementación, lo que limita el desarrollo y transmisión del conocimiento generado (Álvarez-Castañón & Tagle-Zamora, 2019; Gavito et al., 2017). La gran mayoría de proyectos implementados no se monitorean, ni se cuantifican los impactos generados (Ortiz et al., 2014). Además, los proyectos no siempre se adaptan al contexto ni consideran las necesidades o las prioridades de la población (Crocker et al., 2017) para la toma de decisiones de qué implementar. 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). En muchas ocasiones, las ecotecnias no se adoptan o las viviendas se abandonan (Cherunya et al., 2020) y estas fallas resultan, en gran medida, de una comprensión insuficiente del contexto y de una falta de compromiso con los usuarios durante el proceso de innovación ecotecnológica (Cherunya et al., 2020; Cortés, 2017; Ettinger, 2015; Ortiz et al., 2014).

Aunado a esto, en los programas o proyectos, la selección e implementación de las ecotecnias suele hacerse de forma independiente y sin contemplar las necesidades de la vivienda en su conjunto (De la Sota & Olaya-García, 2018). Una visión global de la vivienda podría conllevar beneficios al integrar las ecotecnias entre ellas y aprovechar sus sinergias (Clasen & Smith, 2019).

En primer lugar, se podrían mejorar sustancialmente varias de las necesidades básicas de las personas usuarias en una sola intervención. En segundo lugar, se reducirían costos y se harían más eficientes los recursos, al reducir la cantidad de materiales de construcción o la mano de obra al implementar varias ecotecnias a la vez y al reducir los consumos. Por último, se potenciarían los impactos positivos al medio ambiente, por ejemplo, al reutilizarse flujos de agua o energía entre los distintos dispositivos.

Por todo lo anterior, ante el potencial impacto que las ecotecnias pueden tener en la sostenibilidad y en la calidad de vida de las personas, es importante guiar que las intervenciones estén adaptadas a las necesidades y se respete la idiosincrasia de las zonas rurales para proponer mejoras contextualizadas. También medir y cuantificar para saber en qué se está mejorando y si se está mejorando en cuanto a la sostenibilidad (Scerri & James, 2010).

Sería necesario, por tanto, identificar las necesidades de la población y sus aspiraciones, buscar los *trade-offs* o compensaciones entre las prioridades y las necesidades básicas, tomar las decisiones de forma participativa y tener en cuenta una cocreación de conocimiento, fomentando la adopción de las ecotecnias. De esta forma, quizás la arquitectura podría construir viviendas para satisfacer la mayor parte de las necesidades físicas y, además, albergar la identidad de quien la habitase (Pallasmaa, 1994).

Para poder entender el problema de la vivienda se necesita más investigación que permita comprender la informalidad en el contexto de la precariedad y su impacto en la sostenibilidad, así como para comprender el alcance y la naturaleza de los desafíos planteados y para proporcionar recomendaciones que puedan mejorar esta situación. Hasta la fecha, no se han identificado investigaciones previas que integren, relacionen y busquen fomentar y potenciar el desarrollo de los servicios básicos y la vivienda de forma conjunta (identificando necesidades, evaluando y consensuando decisiones) con una visión sistémica que parta de las ecotecnias, la HaB y la sostenibilidad, y que integre el enfoque de género⁵ y la transdisciplina para su mejora.

Partiendo del panorama definido y como no existen soluciones universales ni visiones dogmáticas para el problema de la vivienda, se propone mejorar la vivienda precaria a través de proyectos o modificaciones (que se denominarán innovaciones ecotecnológicas), donde la implementación que se vaya a realizar se decida y diseñe de forma participativa y esté alineada a las necesidades de la población; y que todo ello se haga en el marco de la sostenibilidad y esta se pueda medir y evaluar. Para ello, es necesario conceptualizar e identificar qué se va a medir, identificar cuáles son las necesidades de la población y de la vivienda y el impacto de la implementación, así como su sostenibilidad, lo que se integrará en un marco metodológico que sienta las bases para ello.

Esta tesis parte con la propuesta del término **Vivienda Ecotecnológica Básica (VEB)**, como aquel concepto integrador de la arquitectura, la ecotecnología y la HaB-PSH que permitirá, a través de la innovación ecotecnológica⁶ y el paradigma de la transdisciplina⁷, llegar a definir intervenciones que alteren la calidad de la vivienda, mejorándola y haciéndola más sostenible. Para definir una VEB, el marco metodológico que se desarrollará permitirá sentar sus bases, adaptarlo a su contexto, definirlo de forma participativa, implementarlo y evaluar el impacto generado en cuanto a la sostenibilidad.

Antecedentes teóricos

Para la presente investigación se sienta el marco teórico en la Producción Social del Hábitat (PSH), la Habitabilidad Básica (HaB) y la ecotecnología, por el potencial de estas tres para transitar hacia la sostenibilidad en la vivienda precaria a través de la transdisciplina. Estas se enmarcan en los sistemas complejos y los STES (Sistemas Socio-Eco-Tecnológicos).

⁵ La Perspectiva de Género constituye un enfoque que permite analizar, comprender y aportar en la transformación de las asimetrías existentes entre mujeres y hombres, las relaciones de género, la construcción o de-construcción de estereotipos y las prácticas discriminatorias que limitan una plena realización de ser humano. Esta mirada contribuye a identificar situaciones que limitan el desarrollo pleno de las personas y a lograr una mayor equidad entre los géneros (Vásquez, 2018).

⁶ Como muestran Gavito *et al.* (2017) y se explica en el siguiente subepígrafe, la innovación ecotecnológica es una variante mejorada de la investigación-acción, con componentes y actores adicionales, de procesos de aprendizaje sistémico en temas complejos, que consideren el contexto socioecológico local y regional particulares.

⁷ Adaptada a la definición dada de transdisciplina: a) conducida por el problema de la vivienda que se definirá socialmente; b) integrada por formas de conocimiento de distintos sectores; y c) conducida a la acción, es decir, a la implementación real de innovaciones ecotecnológicas y a la mejora de la vivienda.

A continuación, se tratará de producir una articulación coherente en términos ontológicos, epistemológicos y metodológicos, que potencie la teoría y sus alcances (Retamozo, 2014).

La Producción Social del Hábitat

El término y la teoría de la Producción Social del Hábitat (PSH) se define como los procesos no comerciales llevados a cabo bajo la iniciativa, gestión y control de los habitantes que generan y/o mejoran espacios de vida adecuados, vivienda y otros elementos de desarrollo físico y social, preferiblemente sin, y a menudo a pesar de, los impedimentos planteados por el Estado u otra estructura formal o autoridad (HIC, 2020).

Romero y Mesías (2004) apuntan que la Producción Social del Hábitat y la Vivienda:

se desarrolla a partir de la necesidad de generar estrategias para encauzar y potenciar los esfuerzos que realizan los pobladores al producir su propio espacio habitable y, su producción, permite proponer un sistema que rescate aquellos aspectos positivos de los llamados asentamientos populares [...] y, al mismo tiempo, que ayude a superar las dificultades que presentan estos desarrollos, como la falta de servicios, falta de recursos o el factor de terrenos difíciles y alejados.

Esta teoría recoge aportes de Charles Abrahams, John Turner, Henri Lefebvre, Enrique Ortiz, Víctor Pelli, Carlos González Lobo, Gustavo Romero, Ana Sugranyes, Raquel Rolnik, John Habraken, Rodolfo Livingston y Joan Mac Donald Maier, entre otros autores (Torres, 2018). La PSH intenta deslindar el hábitat y la vivienda de la conceptualización que los reduce a objetos de mercancía, para recuperar su dimensión social, cultural y humana y hacer evidentes las interrelaciones que los potencian como factores de desarrollo y organización social y política, desarrollo urbano y ordenamiento territorial sostenibles, preservación ambiental, desarrollo económico equitativo y fortalecimiento de la economía social y solidaria⁸ (Ortiz, 2007, 2012).

La Habitabilidad Básica

El concepto y la teoría de habitabilidad básica (HaB) se trata de una teoría general deductiva de génesis inductiva. Forma parte de la PSH y universaliza unas condiciones vitales mínimas de habitabilidad saludable, como solución de carácter progresivo, sabiendo que no se trata de las condiciones ideales de habitabilidad, sino de una respuesta posible a la habitabilidad precaria (Colavidas & Salas, 2005; Gesto, 2015).

La HaB es la que colma las necesidades esenciales de cobijo y requiere que se cubran urgencias residenciales, constituyendo un asentamiento y alojamiento propio que permite un lugar ordenado y apto, así como el morar saludable y la reproducción vital adecuada a sus pobladores (Salas & Gesto, 2011). Es una línea crítica de condiciones vitales, por debajo de la cual la habitabilidad resultará precaria y por encima, posibilitará el progresivo desarrollo de las personas (Gesto & Perea, 2012). Ante el inalcanzable *derecho a la vivienda digna para todos*, la HaB se presenta como una alternativa mundial para este problema, actuando tanto en nuevos asentamientos, asentamientos existentes o a través de estrategias de formación, entre otras (Ídem).

Dota al proceso de respuesta ante la habitabilidad precaria de un marco conceptual e instrumental, con claros principios y etapas (Gesto, 2015). Recoge unos criterios de intervención en materia de hábitat y, además, prioriza y cuantifica, por eso se trata de una habitabilidad “básica”, de mínimos, proponiendo un proceso de respuesta concreta y posible con unos mínimos admisibles que no hipotecan el futuro ni impiden su desarrollo y mejora, sino que lo prevén desde su origen y de una manera progresiva⁹. Los principios de la HaB son (Ídem): 1)

⁸ La economía social y solidaria se basa en tres aproximaciones: 1) intenta construir un paradigma sobre la economía alternativo al tradicional; 2) se vincula a una propuesta política de transformación social hacia un modelo socioeconómico alternativo al capitalista; 3) se basa en la democracia, la autogestión y el empresariado colectivo (Villalba-Eguiluz & Pérez-de-Mendiguren, 2019).

⁹ Por ejemplo, respecto a los consumos diarios mínimos de agua por habitante rural, la OMS considera que se tiene “acceso a agua potable” cuando se garantiza un mínimo de 20 litros por persona y día; para la HaB, la dotación mínima absoluta para beber, preparar alimentos y para el aseo mínimo, se cuantifica en 7.5 litros por persona y día (Gesto, 2015).

no se refiere meramente a la vivienda; 2) ve en la precariedad una parte de la solución; 3) es progresiva: proceso frente al producto; 4) participa la población; 5) es un proceso ordenado en cuatro etapas; 6) considera el contexto; 7) emplea materiales locales y técnicas apropiadas; 8) prima lo público frente a lo privado; 9) la producción y el espacio productivo; y 10) el papel del sector público. Sus etapas son: 1) Elección del sitio adecuado; 2) Parcelación (estas dos primeras etapas dependen normalmente del sector público); 3) Urbanización; y 4) Edificación (estas dos últimas etapas comprenden las obras y se conciben de forma progresiva).

La HaB comprende abastecimiento de agua potable, saneamiento, eliminación de desechos, asistencia social básica, caminos, suministro de energía, servicios de salud, etc., mediante construcciones e infraestructuras de bajo coste que deben ser capaces de ser mejoradas paulatinamente (Ídem). Por tanto, se complementa de forma directa con la ecotecnología, ya que ésta cuenta con el potencial de contribuir a la provisión de vivienda, saneamiento, electricidad, agua potable y otros satisfactores, brindando simultáneamente una extensa gama de beneficios ambientales, locales y globales, beneficios a la salud y económicos, siendo necesario adecuar las tecnologías a las condiciones de los usuarios para ello (Ortiz et al., 2015). Como parte de la PSH, puede hacer posible que la arquitectura proyecte y construya para reducir la precariedad habitacional tanto en las zonas rurales como periurbanas (HIC-AL, 2020a).

La ecotecnología y la innovación ecotecnológica

La ecotecnología es un movimiento que: 1) reconoce los impactos socio-ecológicos negativos del capitalismo posindustrial; 2) busca promover alternativas que contribuyan a la sostenibilidad, con un enfoque centrado en la satisfacción de necesidades humanas básicas; 3) agrupa los mínimos requerimientos cuya satisfacción permite garantizar el bienestar físico de las personas; y 4) está orientado a disminuir las desigualdades y las relaciones de exclusión (Ídem). Esto es relevante en los países del Sur global debido a que la carencia de satisfactores básicos es una cotidianidad que impide a la población en condiciones de pobreza el desarrollo de una vida plena. Debido a ello, las ecotecnias son un instrumento para afrontar los retos multidimensionales de las viviendas que no son capaces de satisfacer una línea básica de bienestar (Álvarez-Castañón & Tagle-Zamora, 2019).

La mayoría de las políticas de innovación tecnológica se enfocan en estandarizar y generar nuevos productos, procesos y servicios adecuados para mercados globales (Ockwell et al., 2018; Ramani et al., 2012; A. Smith et al., 2014). Esto convierte a las tecnologías en bienes de consumo ajenos a la racionalidad y al contexto de quienes las obtienen (Giraldo, 2012) y a estas personas como consumidoras en lugar de usuarias. Sin embargo, en los estudios de desarrollo y de transición sociotécnicos, la innovación debe estar impulsada por las necesidades y ser sensible al contexto (Hansen & Coenen, 2015; Korten, 1980; Satterthwaite et al., 2015).

Por ello, las ecotecnias, al adecuar las tecnologías y sus mecanismos de difusión a las condiciones de las personas usuarias, rompen con el esquema actual de producción en masa e imposición, que profundiza las desigualdades y las relaciones de dominación y contribuye a garantizar sus impactos positivos en la sociedad y el ambiente (Ortiz et al., 2015). Las ecotecnias y la PSH tienen este cambio de visión para dejar de ver a la tecnología y la vivienda como bienes de consumo (Ortiz, 2012).

Aunque se pretenda que las aplicaciones ecotecnológicas sean sencillas y entendibles para los usuarios, esto no significa que representen dispositivos de “baja tecnología” o aplicaciones que no requieren de investigación científica (Ortiz et al., 2015). Es necesario fomentar la innovación ecotecnológica, la generación conjunta, también denominada “innovación inclusiva” de nuevos dispositivos, métodos y procesos (Gavito et al., 2017). En este marco, los usuarios son actores importantes en el proceso de desarrollo, en el cual aportan sus conocimientos y se atienden sus necesidades y prioridades (Fressoli et al., 2014; Gupta et al., 2003).

La innovación en el marco de la ecotecnología y en el marco de la vivienda puede suponer una oportunidad de mejora en las viviendas precarias. Como explican Gavito *et al.* (2017):

la innovación ecotecnológica es un medio que puede lograr la fusión de la ciencia y la sociedad en la búsqueda de la sustentabilidad, ya que armoniza la generación continua de conocimiento (científico o proveniente del diálogo de saberes con las comunidades y actores sociales) para convertirlo en nuevos productos, procesos o métodos. (...) Esto se logrará solo a través de la interacción con la sociedad, del seguimiento de todo el proceso desde su concepción hasta la apropiación, y de la retroalimentación entre los actores.

La innovación ecotecnológica es una variante mejorada de la investigación-acción, con componentes y actores adicionales, de procesos de aprendizaje sistémico en temas complejos, que requieren de la interdisciplina, de la gestión y de la combinación iterativa de respuestas cada vez más certeras, que consideren el contexto socioecológico local y regional particulares. La innovación ecotecnológica dirigida hacia la sostenibilidad se logrará solo a través de la interacción con la sociedad, del seguimiento de todo el proceso desde su concepción hasta la apropiación y de la retroalimentación entre los actores (Ídem.).

Ortiz *et al.* (2015) sugieren que los procesos de innovación ecotecnológica tomen en cuenta una serie de criterios primordiales, que son compatibles con los de la HaB y la PSH. Entre ellos destacan: involucrar a los usuarios mediante estrategias participativas de desarrollo tecnológico; vincular conocimientos científicos y saberes y conocimientos locales; fomentar la participación conjunta de actores provenientes de distintos sectores, como la academia y las organizaciones de la sociedad civil; y garantizar un impacto positivo en la cotidianidad y la calidad de vida del usuario.

Se hace énfasis en la participación de los usuarios a través de las diferentes etapas del proceso de innovación y difusión tecnológica, desde el diseño hasta la implementación y operación de las tecnologías (Ortiz & Maser, 2014). En este aspecto, la PSH puede permitir que las ecotecnias favorezcan la HaB a través de la participación.

Gavito *et al.* (2017) indican que, en la innovación ecotecnológica, la educación y la capacitación debe ser continua y para todos los actores involucrados, siendo necesario incorporar habilidades para la resolución de problemas y nuevas perspectivas para fortalecer exitosamente la innovación ecotecnológica y la sostenibilidad (Clark *et al.*, 2016). Para ello, deben fortalecerse tres competencias críticas: 1) el pensamiento en sistemas complejos; 2) la colaboración entre múltiples actores con herramientas participativas; y 3) la perspectiva interdisciplinaria (Wiek *et al.*, 2011), que, en esta investigación, se propone como transdisciplinaria.

La transdisciplina

Ante los problemas socioeconómicos y ambientales, es necesario que la ciencia innove en métodos, procesos y herramientas para hacer ciencia con mayores contribuciones a la sociedad (Gavito *et al.*, 2017). Se requiere de participantes diversos e interdependientes que utilicen un diálogo auténtico para, a través de la racionalidad colaborativa, conducir al aprendizaje y a nuevas relaciones que lleven a adaptaciones del sistema y a la resolución de problemas perversos o *wicked problems* (Innes & Booher, 2016).

La vivienda, que constituye un *wicked problem*, no puede abordarse y resolverse mediante enfoques mono o incluso interdisciplinarios y no existe una solución única para ello (Rittel & Webber, 1973; Romero & Mesías, 2004). Los problemas complejos se abordan a través de las ciencias de la sostenibilidad y son atendidos principalmente por la investigación transdisciplinaria, cuya forma de hacer ciencia: a) está conducida por problemas socialmente definidos; b) integra formas de conocimiento de distintos sectores; y c) conduce a la acción (Scholz & Steiner, 2015).

La transdisciplina produce conocimiento sistémico, orientador y transformador en el problema sobre el que se investiga a través de una utilidad (resolver problemas, producir conocimiento, producir un aprendizaje mutuo, aprender y actuar) (Ídem). La investigación transdisciplinaria implica llevar a cabo una investigación con la sociedad, en lugar de para ella, para coproducir soluciones socialmente sólidas a estos problemas (Swilling, 2014).

Es importante articular esfuerzos y valorar los saberes de todos los actores sociales, comenzando por los de quienes desde hace siglos manejan y cuidan los territorios: las familias, comunidades y pueblos campesinos e indígenas, quienes poseen conocimientos que ofrecen pistas muy importantes para el tránsito hacia sociedades sostenibles (Alatorre et al., 2017) y que permitirán identificar problemas y construir el diagnóstico desde su perspectiva.

La participación ciudadana permite reducir algunos tipos de incertidumbre y es indispensable para hacer transdisciplina. López (2012) la define como una vía de distribución equitativa del poder de decisión en procesos de construcción colectiva y concertación entre actores. Hablar de participación implica la apertura a otros actores de un proceso al que, a priori, no tienen acceso (Fernández-Rodríguez et al., 2019). Esta tiene como antecedentes a Freire (1969) y Chambers (1994) mediante las evaluaciones participativas en contextos rurales, cuando comienza el interés en el cambio de estos contextos de pobreza para fomentar su desarrollo.

La participación enfocada en producir evidencias y conocimiento puede darse entre interfases, así se genera la coproducción (producimos juntos, analizamos juntos, usamos juntos). Estas interfases se crean por relaciones intersectoriales, entre distintos sectores: gubernamental, científico, tecnológico, social, rural, empresarial-económico o cultural. Como indican Norström *et al.* (2020) la investigación destinada a abordar los desafíos de la sostenibilidad es más eficaz cuando es coproducida por académicos y no académicos. Todas las interfases se apropian de la producción del conocimiento, pero cada una la usa para sus propios fines. La integración del conocimiento está en las bases epistemológicas de la transdisciplina, donde se une el conocimiento con la acción (Aronson, 2003; Martínez et al., 2007).

Los sistemas complejos

Como indican Gavito *et al.* (2017), debe partirse del paradigma de la complejidad (Morín, 1994) y del constructivismo, donde se desarrollan procesos horizontales y se promueve un aprendizaje significativo. En este aprendizaje, los participantes construyen su conocimiento a partir de relaciones entre los conceptos por aprender y los que ya se tienen y se parten de las necesidades y de los intereses del aprendiz. El constructivismo facilita el establecimiento de diálogo de saberes a partir de los cuales se retoman y revaloran los saberes campesinos o indígenas contemporáneos, al mismo tiempo que se establece el intercambio con los conocimientos científicos. Plantea que el conocimiento no se suscita únicamente a priori, ni tampoco que proviene exclusivamente de datos empíricos; más bien, sostiene que los procesos surgen de condiciones sociohistóricas integradas de manera compleja y de sistemas que consisten en mecanismos integradores de procesos de la realidad con una visión totalizadora (Torres, 2018).

Ante la incapacidad del pensamiento analítico y reduccionista para ofrecer una comprensión integrada de la realidad y hacer frente a los problemas de la sostenibilidad, el pensamiento complejo se plantea como una alternativa al paradigma de la simplificación (de Manuel, 2010; Hjorth & Bagheri, 2006; Romero & Mesías, 2004). Integra todo aquello a lo que poner orden, claridad, distinción y precisión en el conocimiento, aspirando a la multidimensionalidad, a la articulación entre dominios disciplinarios quebrados por el pensamiento disgregador. Existe complejidad cuando hay un tejido interdependiente, interactivo entre las partes y el todo (de Manuel, 2010).

Los sistemas complejos entienden que ningún objeto o acontecimiento se encuentra aislado o desvinculado, sino que aparece dentro de un sistema mayor, desde donde entabla relaciones con otros objetos, ya sea internos (con otros objetos componentes del sistema) o externos (con elementos del ambiente, del entorno o del contexto de ese sistema), incluyendo la incertidumbre y la ambigüedad (Morín, 1994; Pereira, 2010). Estos sistemas tienen dinámicas muy complicadas, con comportamientos no lineales, cadenas de retroalimentación y tendencias poco predecibles.

Como indica Torres (2018), desde esta visión, la vivienda es la célula más pequeña de las estructuras habitables y resulta de una combinación de dos elementos: los espacios construidos y los espacios abiertos, que funcionan de manera interdependiente y están interrelacionados. Esto se alinea con Pelli (2010), que muestra que

el hábitat social se entiende como un sistema de situaciones interrelacionadas, interactuantes y coactuantes y esta apreciación como sistema y no como agregación de piezas, implica que cualquier acto de producción, eliminación o conservación de una parte o componente del hábitat modifica el equilibrio, el funcionamiento y la calidad de todo el conjunto y afecta los de otros componentes, existentes o futuros, por lo que es un sistema complejo.

La aproximación a partir del concepto de HaB plantea la interrelación de variables desde las distintas visiones de la sostenibilidad, entendiendo la vivienda como un sistema. Existe una relación de ella con la tecnología, con los usuarios o el entorno; e influye en el conjunto, entre otras, cuestiones como la adopción de la tecnología, el contexto socioeconómico o el cultural. Los problemas de habitabilidad en la vivienda y, en general, en cualquier tipo de edificación, son complejos (Cubillos et al., 2014). Estos, junto con la producción del hábitat, están insertos en un sistema complejo de relaciones (Romero & Mesías, 2004).

En el marco de los sistemas complejos nacen las ecotecnologías, como elementos para democratizar la tecnología, a través del diseño, la implementación y la evaluación de impactos. Las tecnologías interactúan en distintas escalas de tiempo conllevando distintos impactos, por lo que pueden hacer más complejos todavía los sistemas y crear incertidumbre. Esto es un hecho fundamental para el análisis de los sistemas que hay en una vivienda -y para ella misma como tal- que se pretende llevar a cabo con la presente investigación. En el enfoque sistémico, con una doctrina expansionista, a través de procedimientos sistemáticos y de síntesis y para entender la vivienda y su contexto, se llegaría a que “el todo es más que la suma de las partes” (Ídem). Por eso la vivienda se considera como integradora de ecotecnias y no como una adición de ellas puesto que, en este aspecto, también se considera que la función va más allá que los elementos por separado.

Por ello, es necesario considerar una visión integral y contemplar todas las características de la vivienda, su acceso a servicios básicos y su entorno, cómo se vive y cómo se impacta. Es primordial entender como son los modos de habitar y la naturaleza compleja de los procesos sociales de producción del hábitat (Ídem), así como el potencial de la arquitectura para impactar tanto en la vivienda como en su entorno, debido a que está en constante evolución a la par que la sociedad y su cultura (Ettinger, 2010). Pizzi (1984) ya indicaba que era necesario buscar una solución adecuada, pensada para el bienestar de los pueblos y paralela al problema de estos en el aspecto educativo, económico y social, como una eficaz manera de contribuir a soluciones integrales de mejora de vivienda.

Los sistemas socio-eco-tecnológicos

Las tecnologías desempeñan un papel central en todos los procesos sociales, no son neutrales y ejercen agencia (Thomas & Santos, 2015; Thomas & Juárez, 2020). Además, la tecnología se ha convertido en la interfaz y el articulador o mediador natural entre la sociedad y el ambiente (Ahlborg et al., 2019; Gavito et al., 2017; Redman & Miller, 2015), trae ambivalencia a estas relaciones, mejora y transforma la agencia humana proporcionando una fuente de poder constitutivo y cambia las relaciones escalares, permitiendo nuestra interacción e impacto en el mundo natural a través del tiempo y el espacio (Ahlborg et al., 2019). De ahí que se hable de STES (Sistemas Socio-Eco-Tecnológicos, Socio-Tecno-Ecológicos o, en inglés: *Socio-Techno-Ecological-Systems*).

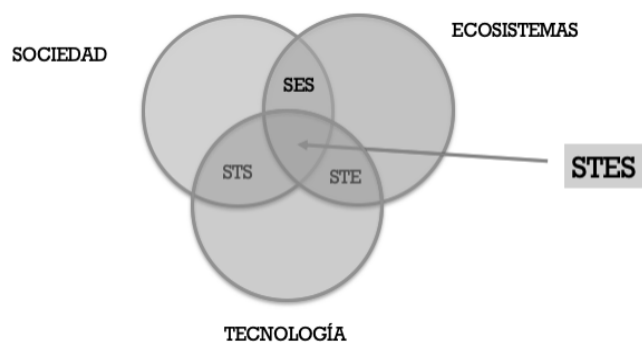


Figura 4. STES (sistemas socio-eco-tecnológicos) en el centro de la tecnología, la sociedad y los ecosistemas (SES=socio-eco-sistemas; STS=sistemas socio-técnicos; STE=tecnico-eco-sistemas). Fuente: Masera (2018).

Los STES incluyen a la tecnología con una importancia central (Figura 4) y funcionan como un prisma que permite englobar cinco consideraciones críticas interdependientes (Grabowski et al., 2017): 1) establecer objetivos democráticamente; 2) abordar la complejidad y la escala; 3) diseñar híbridos eco-tecn; 4) permeabilizar resilientemente; y 5) considerar los sistemas en evolución.

Es importante el enfoque de los STES en el marco de la HaB ya que ésta se define a partir de cuatro componentes fundamentales (Gesto, 2015): componente físico (que incluye las cuatro etapas de la HaB), componente social, componente económico y componente político. Aunque no como un componente, en su descripción, la teoría de la HaB también considera cuestiones relacionadas con el ambiente, por lo que los STES permitirán hacer explícito el componente ambiental o de ecosistemas dentro de la teoría de la HaB.

De esta forma, con base en los sistemas complejos, los STES se visibilizan como el marco que engloba la PSH-HaB y las ecotecnias: la vivienda, los servicios básicos, la tecnología y el impacto con su entorno, tanto social (incluyendo lo económico, cultural y político) como ecológico. De esta forma pueden entenderse como un modelo alternativo y coherente que reformula la manera de integrar las principales teorías de esta investigación.

Gavito *et al.* (2017) explican cómo el monitoreo participativo, que tiene como finalidad primaria la caracterización de los procesos que suceden en los STES, es fundamental para mejorar las implementaciones, favorecer la capacidad de adaptación de estos sistemas y asegurar que las ecotecnologías los robustecen, siendo herramientas efectivas para la sostenibilidad. Por esto, la PSH favorecería el desarrollo de la ecotecnología y de los STES a través del monitoreo y la participación.

Las personas pueden tener el conocimiento involucrado en una práctica, sin tener los medios y la libertad para hacer uso de ella (Ídem). La falta de oportunidades efectivas para participar en actividades que contribuyen al bienestar de las personas se ha discutido a fondo en la literatura sobre capacidades (*capabilities*), lo que se refiere a las habilidades de ser capaz (física, legal o intelectualmente) de ser o hacer algo (Urquijo, 2014).

Cherunya *et al.* (2020) explican que las condiciones previas en las prácticas son: 1) la funcionalidad de las infraestructuras y los artefactos del servicio (la materialidad); 2) las normas y valores socioculturales individuales y compartidos y las instituciones locales (los significados); y 3) las competencias personales, características y habilidades contingentes. Estas tres condiciones juntas dan forma a las capacidades de los individuos para realizar las prácticas y, a ellas, se le añaden tres factores de conversión (ambientales, sociales y personales) (Sen, 1993).

La igualdad de capacidades es una demanda que debe ser atendida si se quiere una sociedad verdaderamente libre (Urquijo, 2014). En este sentido, con los STES como mediadores, las ecotecnias se consideran una herramienta para transitar hacia la sostenibilidad y hacia el desarrollo de las capacidades, al permitir que se expandan las libertades de las personas usuarias o se empoderen grupos excluidos (Ortiz et al., 2014, 2015). También la HaB, ya que posibilita tanto el desarrollo de las personas, como de sus capacidades (Gesto, 2015).

El principal aporte teórico de esta investigación consiste en conjugar el trabajo previo desde distintas disciplinas y visiones, con el enfoque sistémico de los STES (incluyendo a las innovaciones ecotecnológicas, la HaB y la PSH). De esta forma, se podrá profundizar en la comprensión de la vivienda, su arquitectura, las tecnologías, los servicios básicos y sus contextos, usando un marco metodológico que, enfocado en todo ello, permita avanzar hacia la sostenibilidad de la vivienda precaria y el desarrollo de las capacidades a través de la transdisciplina.

Pregunta de investigación

¿Cómo intervenir en la vivienda precaria (rural o periurbana) y decidir qué implementar para mejorar su sostenibilidad y sus necesidades habitacionales, incluyendo la visión y participación de distintos actores y disciplinas?

Objetivos

El objetivo general de la presente tesis consiste en desarrollar un Marco Metodológico, validado en campo, que permita identificar las innovaciones ecotecnológicas a implementar en las viviendas precarias, para cubrir sus necesidades habitacionales principales y mejorar su sostenibilidad, todo ello de forma participativa.

A continuación (Tabla 1), se identifican los objetivos específicos, sus preguntas de investigación y los artículos asociados que se escribirán durante el proceso de investigación.

Tabla 1. Objetivos específicos, preguntas de investigación y artículos asociados. Fuente: elaboración propia.

OBJETIVO ESPECÍFICO	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	ARTICULO ASOCIADO
O.E.1. Conceptualizar qué es una Vivienda Ecotecnológica Básica (VEB)	¿Cómo se define una Vivienda Ecotecnológica Básica y qué características incluye para considerar que es sostenible y cumple unos requisitos mínimos de habitabilidad?	Artículo 1
O.E.2. Desarrollar un Marco Metodológico para evaluar la sostenibilidad en la vivienda, identificar necesidades e implementar innovaciones ecotecnológicas de manera transdisciplinaria.	¿Cómo desarrollar el Marco para que se pueda evaluar la sostenibilidad de la vivienda precaria incluyendo la participación, la identificación de necesidades habitacionales, la selección de innovaciones e implementación, de manera transdisciplinaria?	Artículo 2
O.E.3. Implementar el Marco Metodológico en desarrollo en un caso de estudio.	¿Qué lecciones y aprendizajes se obtienen de la implementación del Marco?	

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Partiendo del panorama definido, se propone desarrollar el **Marco Metodológico para transitar hacia la Vivienda Ecotecnológica Básica (Marco VIVE)** con el fin de mejorar la vivienda precaria rural a través de intervenciones o modificaciones (denominadas innovaciones ecotecnológicas) basadas en una visión sistémica de la ecotecnología (Ortiz et al., 2014) y la Habitabilidad Básica (Colavidas & Salas, 2005), dentro de la Producción Social del Hábitat (E. Ortiz, 2012), a través de la transdisciplina (Scholz & Steiner, 2015) para avanzar hacia la sostenibilidad (Astara, 2014; Rydin, 2010).

Este sentará las bases para evaluar la sostenibilidad de la vivienda precaria y sus necesidades y, a través de la transdisciplina, la toma de decisiones y el diseño participativo, identificar innovaciones ecotecnológicas, como parte de la búsqueda de alternativas frente a la inequidad, exclusión social y vulnerabilidad asociadas a la vivienda, sus servicios y su contexto de precariedad. Una vez implementadas, el Marco VIVE permitirá evaluar los cambios generados por ellas, buscando que se alcancen unos mínimos necesarios para el desarrollo de las capacidades de las personas usuarias y se transite hacia la sostenibilidad en zonas rurales y periurbanas precarias.

Las innovaciones ecotecnológicas consideradas se entienden como los dispositivos, métodos, procesos o estrategias, definidos de forma participativa y aplicados al contexto intra y peridomiciliar¹⁰, enfocados a los servicios básicos y las mejoras de la vivienda, incluyéndose en ellas las innovaciones arquitectónicas.

El Marco VIVE será multicriterio, multinivel, multiescalar y participativo-transdisciplinario.

Se entiende como multicriterio, ya que tendrá en cuenta 1) la identificación de necesidades (donde se incluirán las líneas de necesidades o servicios básicos de la vivienda: energía, abastecimiento, saneamiento, residuos, etc.); 2) la evaluación de la sostenibilidad (lo ambiental, social, económico, cultural y político); y 3) el diseño participativo y la toma de decisiones (aspiraciones, habilidades, limitantes, posibilidades, etc.).

Se entiende como multinivel, al identificar y evaluar simultáneamente el espacio (de la vivienda y su entorno) y el tiempo (pre y post intervención de las innovaciones ecotecnológicas). También al considerarse las cuestiones tecnológicas, arquitectónicas o relacionadas con el espacio y las prácticas o costumbres.

El marco se plantea como multiescalar, al considerar tanto la vivienda y su espacio construido, el predio o lote, la colonia o barrio y la comunidad, considerándose el entorno y contexto de cada una de estas escalas.

Por último, se entiende como un marco metodológico participativo-transdisciplinario al incluir la participación de distintos actores y disciplinas en todo el proceso, de forma que se integren los distintos saberes y conocimientos. También al definir socialmente el problema y conducir a la acción. Para ello se contempla a las personas usuarias de las viviendas, las implementadoras de ecotecnias, a la academia, las Asociaciones Civiles o las Organizaciones No Gubernamentales y a los actores gubernamentales. Asimismo, se integran las visiones desde disciplinas como la arquitectura, la ingeniería, las ciencias de la sostenibilidad, la etnografía, la psicología o la sociología, considerándose en el desarrollo del Marco la participación de otros expertos en distintas disciplinas.

Todas estas cuestiones inicialmente contempladas en el Marco Metodológico VIVE (Figura 5), muestran la visión de la vivienda como un sistema complejo. El Marco buscará abstraer y condensar toda esta información relacionada con los distintos criterios, niveles, escalas, actores y disciplinas, mediante las herramientas necesarias para que sea aterrizable, claro, sencillo de implementar, entendible y práctico. Se busca que el Marco pueda ser utilizado por todos los *stakeholders* o tomadores de decisión alrededor de la vivienda, tanto por las comunidades, como por implementadores de tecnologías, instituciones vinculadas a la mejora de vivienda, asociaciones civiles, instituciones gubernamentales, académicas o para procesos de producción social del hábitat. Este se vislumbra como una herramienta de mediación para poder integrar las visiones y necesidades de todos ellos.

¹⁰ Las innovaciones ecotecnológicas podrían definirse para distintas escalas, ya sea para vivienda, predio, barrio o colonia, o comunidad. Esto se definirá en la toma de decisiones de forma participativa, en función del proceso que previamente se lleve a cabo.



Figura 5. Cuestiones iniciales que se incluirán en la definición del Marco Metodológico VIVE y muestran la visión de la vivienda como un sistema complejo. Fuente: elaboración propia.

Para la definición e implementación del Marco Metodológico VIVE, se llevó a cabo un caso de estudio en la comunidad indígena de Cherán Atzicurin, en la meseta purépecha de Michoacán (México), región que se caracteriza por tener importantes carencias habitacionales y en cuanto a acceso a servicios básicos y que ha sido ampliamente estudiada por el grupo de trabajo de la autora.

El trabajo llevado a cabo para ello combinó la investigación teórica, el desarrollo de herramientas y procesos, con la participación comunitaria y de distintos actores, que permitió la retroalimentación de los avances que se fueron generando. Para ello se realizaron entrevistas, talleres y mesas de trabajo donde pudieran integrarse las distintas visiones. A través del trabajo con la comunidad, mediante entrevistas, talleres comunitarios y el trabajo en las viviendas y con las familias, se validaron los pasos del Marco.

El Marco VIVE parte de una adaptación del Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo usando Indicadores de Sustentabilidad¹¹ (Astier et al., 2008), por lo que se aprovecha toda la experiencia previa de sus creadores, que ya incluyeron la participación en su concepción y desarrollo, para sentar los pasos del nuevo Marco.

Se estructura el trabajo a través de tres fases interrelacionadas, debido a los tres objetivos específicos definidos. Esto da lugar a un esquema de retroalimentación sobre el que regresar ya que, en la investigación transdisciplinaria, el marco metodológico es contexto dependiente y debería estar en constante evolución.

O.E.1. Conceptualizar qué es una Vivienda Ecotecnológica Básica (VEB)

Para alcanzar este objetivo, se realiza una revisión bibliográfica que permita sentar las bases del marco conceptual de la tesis. Se redacta un artículo de investigación para publicarse.

¹¹ Explicado en detalle en el Artículo 2.

O.E.2. Desarrollar un Marco Metodológico para evaluar la sostenibilidad en la vivienda, identificar necesidades e implementar innovaciones ecotecnológicas de manera transdisciplinaria

Para alcanzar este objetivo se lleva a cabo una adaptación de los pasos de MESMIS. Se realiza una primera adaptación teórica, así como talleres y entrevistas con distintos actores, de forma que se avance en la concepción de la vivienda y sus problemas de una manera transdisciplinaria.

O.E.3. Implementar el Marco Metodológico en desarrollo en un caso de estudio

Para la concepción del objetivo específico 3, se desarrolla el caso de estudio, con visitas periódicas a la comunidad para implementar y adaptar -de manera iterativa- los distintos pasos. Se realizan talleres, tanto comunitarios como con familias, se identifican las viviendas con las que se trabaja, y se aplican los distintos pasos.

El presente documento se estructura a través de dos artículos de investigación. El primero, sobre el marco conceptual; el segundo, sobre el Marco VIVE, que corresponde a los objetivos específicos 2 y 3. Por último, se incorpora la discusión y conclusiones generales del trabajo desarrollado.

3. ARTÍCULO 1. MARCO CONCEPTUAL

Revista de envío: Academia XXII

Fecha de aceptación: 23 de septiembre de 2022

Vivienda Ecotecnológica Básica para zonas rurales: Una revisión de literatura

Basic Ecotechnological Housing for rural areas: A literature review

Belén Olaya-García¹², GIEB-IIES, UNAM; Gian Carlo Delgado Ramos, CEIICH, UNAM; Francesca Olivieri, ETSA, UPM; Fernando de Lara Martínez, GIEB-IIES, UNAM; Omar Masera Cerutti, GIEB-IIES, UNAM

Resumen

La precariedad de la vivienda rural abarca, entre otros aspectos, los servicios básicos y su infraestructura, con impacto directo en su habitabilidad y sostenibilidad. Existen numerosos conceptos para definir este tema, pero no un marco conceptual unificador para la vivienda en distintas latitudes. En este artículo se realiza una revisión y sistematización de la literatura sobre el tema de vivienda básica y su sostenibilidad identificando conceptos y definiciones y llevando a cabo un análisis comparado de tres ejes temáticos: 1) conceptos generales relacionados con la vivienda rural, 2) criterios mínimos que debería tener en cuanto a habitabilidad básica y 3) conceptos relacionados con su sostenibilidad. Se observa un panorama amplio y diverso en cuanto a las características que deben considerarse en cada caso. A partir de la revisión de literatura se propone el término *Vivienda Ecotecnológica Básica* (VEB), como guía para transitar hacia esquemas deseables de política pública en materia de acceso a vivienda sostenible y servicios básicos en zonas rurales.

Palabras claves: vivienda precaria, vivienda sostenible, Habitabilidad Básica, Ecotecnología, Producción Social del Hábitat.

Abstract

The precariousness of rural housing covers, among other aspects, basic services, and its infrastructure, with a direct impact on its habitability and sustainability. There are numerous concepts to define this topic, but not a unifying conceptual framework for housing in different latitudes. A review and systematization of the related literature and a comparative analysis of the definitions found are carried out to lay a conceptual foundation. The findings were discussed, concluding with the existence of a broad and diverse conceptual panorama in terms of the characteristics that should be considered. Finally, the term Basic Ecotechnological Housing (VEB) is proposed as a guide to move towards desirable public policy schemes in terms of access to sustainable housing and basic services in rural areas.

Keywords: precarious housing, sustainable housing, Basic Habitability, Ecotechnology, Social Production of Habitat.

Introducción

La falta de acceso a la vivienda y sus servicios básicos es un grave problema global: más de 1800 millones de personas carecen de una vivienda adecuada (ONU Hábitat, 2020f), 2100 millones carecen de agua potable en la vivienda y, más del doble, de saneamiento seguro (OMS, 2017); unos 3000 millones usan biocombustibles sólidos para cocinar, 1100 millones no tienen acceso a energía eléctrica (Banco Mundial, 2015); y unos 690 millones padecen hambre (FAO, 2020). Asimismo, más del 90% de los desechos generados a nivel mundial se

¹² La primera autora agradece al Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, Universidad Nacional Autónoma de México.

vierten o queman a cielo abierto en los países de bajos ingresos (Banco Mundial, 2018), siendo las personas en situación de pobreza las más vulnerables y afectadas, especialmente en zonas rurales.

Esto es un serio problema en México, donde el 62.4% de viviendas rurales están en condición de rezago habitacional y el 80.6% de las viviendas del país necesitan mejoras (ONU Hábitat, 2018). Es un desafío cómo mejorar cualitativamente el gran número de unidades con condiciones de precariedad, es decir, problemas de acceso a servicios básicos como luz, agua y saneamiento y dificultades ocasionadas por los materiales con los que han sido construidas (Álvarez, 2019; ONU Hábitat, 2018) (Figura 6 y figura 7). Además, considerando que INEGI no contempla las viviendas informales en sus censos (HIC-AL, 2020b), se estima que estos porcentajes son mucho mayores. Y a esto se suma la autoconstrucción que, aunque INEGI (2015a) la contabilizó en un 24%, se calcula mayor al 60-65% en el país (Bran, 2019; CONEVAL, 2018; Kunz & Espinosa, 2017; Zatarain, 2018), lo que puede suponer un riesgo, ya que, en la mayoría de los casos, no se cuenta con supervisión o asesoramiento técnico.



Figura 6. Ejemplo de una vivienda rural con problemas en cuanto a precariedad habitacional en Cherán Atzicurin, Michoacán.
Fuente: elaboración propia.



Figura 7. Ejemplo de una vivienda rural con problemas en cuanto a precariedad habitacional en Morelos Uno, Oaxaca.
Fuente: elaboración propia.

A pesar de que existen numerosos conceptos generales para definir la vivienda, los criterios mínimos -o básicos- que debe contener o su sostenibilidad, no existe un consenso sobre lo que podríamos considerar una “vivienda básica sostenible” o lo que definiremos para los fines de este artículo como “Vivienda Ecotecnológica Básica”, ocasionando obstáculos epistemológicos y emergiendo así distintos aparatos conceptuales desde los cuales se articulan las propuestas. Esto es particularmente notorio en el caso del sector rural.

La vivienda es un derecho básico (Asamblea General de las Naciones Unidas, 1948; DOF (Diario Oficial de la Federación), 2016) y, si es adecuada, garantiza la mejora continua de las condiciones de vida de todas las

personas, así como el disfrute de otros derechos económicos, sociales y culturales (ONU Hábitat, 2018). Sin embargo, la definición de *vivienda adecuada* y las características que engloba, al igual que pasa con muchos otros conceptos (como *vivienda precaria*, *saludable*, *accesible* o *básica*), puede variar según el enfoque epistemológico de quien la define.

Por ejemplo, conceptos como el de *vivienda sostenible*, aunque es ampliamente usado, no dejan de ser ambiguos al contar con distintas definiciones. En algunas ocasiones, para referirse a ella, se usan otros como *vivienda sustentable*, *ecológica* o *verde*, que ponen el acento en diferentes aspectos de la sostenibilidad y, muchos de ellos, no incluyen las cuestiones presentes en las viviendas respecto a los servicios básicos o el cobijo.

El objetivo del presente artículo es realizar una revisión y sistematización de la literatura relacionada con el tema de la vivienda básica y su sostenibilidad para zonas rurales, identificando conceptos y definiciones y llevando a cabo un análisis comparado de tres ejes temáticos: 1) conceptos generales relacionados con la vivienda, 2) criterios mínimos que debería tener en cuanto a habitabilidad básica y 3) conceptos relacionados con su sostenibilidad.

Cabe destacar que el presente artículo es una primera introducción al estudio de los tres ejes temáticos propuestos de manera conjunta¹³, por lo que hay todavía un amplio camino para seguir profundizando y delimitando sus alcances.

Metodología de la revisión conceptual

Se realizó una *scoping review* o revisión de alcance, para proporcionar una descripción general de las evidencias de investigación disponibles, enfocadas en un rango de contenido identificado (Schilman et al., 2021).

Se examinó la literatura sobre tres ejes temáticos relacionados con la vivienda mediante una búsqueda con las siguientes palabras clave en las bases de datos Scopus y Scholar, según el eje temático: 1) conceptos generales de vivienda: *vivienda*, *habitabilidad*, *hogar*, *alojamiento*, *cobijo*; 2) criterios mínimos para contemplar: *vivienda digna*, *vivienda precaria*, *vivienda mínima*, *vivienda saludable*, *vivienda adecuada*; y 3) conceptos relacionados con la sostenibilidad: *vivienda sostenible*, *vivienda sustentable*, *vivienda ecológica*, *vivienda verde*, *vivienda vernácula*, *ecotecnología*, *tecnología apropiada*, *tecnología adecuada*. Los criterios de selección incluyeron: fecha de publicación posterior a 2010 (con fecha de corte a junio de 2021), idioma español¹⁴ y, en el caso de Scholar, con límite geográfico de Latinoamérica. Se priorizaron los documentos con mayor cantidad de citas y que tuvieran correspondencia con las palabras clave y la temática de estudio. Se hizo una revisión inicial de esos documentos, de los que se seleccionaron finalmente 32, procedentes de las bases de datos, tras la lectura del resumen. A estos documentos iniciales se agregaron 56 publicaciones identificadas en listas de referencias, búsquedas manuales y el conocimiento de los autores sobre literatura gris (Schilman et al., 2021), obteniendo finalmente un total de 88 documentos que se revisaron de forma exhaustiva (Tabla 2).

¹³ Dentro de la tesis doctoral en ejecución: Vivienda Ecotecnológica Básica. Marco metodológico para transitar de viviendas con necesidades a viviendas más sostenibles.

¹⁴ Como indican Ortiz, Masera y Fuentes (2014), actualmente el término ecotecnología no tiene una definición precisa y en la bibliografía en inglés la mayoría de los resultados referentes a la palabra "Ecotechnology" se remiten a las aplicaciones de la ingeniería ecológica y la ecología industrial, mientras que en español las referencias científicas suelen estar relacionadas con aplicaciones ecológicas, las tecnologías alternativas, dispositivos eficientes para el uso de agua y energía y algunas aplicaciones arquitectónicas. Para no caer entonces en errores de traducción y como una primera aproximación a la revisión conceptual de la temática, se establece la búsqueda en idioma español.

Tabla 2. Resumen de la búsqueda de palabras clave y documentos revisados. Fuente: elaboración propia.

Plataforma de búsqueda	Resultados de las palabras clave	Filtro por fecha, idioma español y artículos más citados	Selección para revisión por pertinencia del resumen con el tema	Documentos finales seleccionados para revisión exhaustiva
DEFINICIONES GENERALES DE VIVIENDA				
SCHOLAR	1,000	18	18	9
SCOPUS	623	23	14	5
Subtotales	1,623	41	32	14
			LITERATURA GRIS	13
			TOTAL	27
DEFINICIONES SOBRE CRITERIOS MÍNIMOS A CONTEMPLAR				
SCHOLAR	1,000	28	28	5
SCOPUS	413	19	10	5
Subtotales	1,413	47	38	10
			LITERATURA GRIS	23
			TOTAL	33
DEFINICIONES SOBRE SOSTENIBILIDAD				
SCHOLAR	1,000	38	33	6
SCOPUS	2,543	5	5	4
Subtotales	3,365	43	38	10
			LITERATURA GRIS	33
			TOTAL	43
RESULTADOS GENERALES PARA LAS TRES LINEAS TEMÁTICAS				
* Corte de búsqueda y revisión junio 2021		SCHOLAR		18
		SCOPUS		14
		SUBTOTALES BASES DE DATOS		32
		LITERATURA GRIS		56
		TOTALES		88

Se llevó a cabo una revisión narrativa, de forma exploratoria e inductiva, buscando acceder a la información existente sobre el tema desde una perspectiva concreta.

Se llevó a cabo el análisis sistemático y estructurado, descriptivo y con evidencia cuantitativa y cualitativa, de los 88 documentos identificados, para 1) determinar y ejecutar una estrategia de codificación o protocolo analítico y 2) analizar o sintetizar la evidencia recopilada (Sovacool et al., 2018). Para ello los autores extrajeron en una planilla previamente diseñada los conceptos encontrados en cada documento y sus definiciones.

Finalmente, se identificaron las características contempladas en la definición de cada concepto. Estas se analizaron, agruparon y compararon entre los tres ejes temáticos de estudio, reflexionando posteriormente sobre ellos. Las bases de datos sobre la metodología, documentos recopilados, revisión de literatura y demás material complementario están disponibles en Dataverse (Olaya-García, 2022).

Tabla 3. Características de las viviendas presentes en los tres ejes temáticos. Fuente: elaboración propia.

	Generales (56)	Mínimos (61)	Sostenibilidad (91)		Generales (56)	Mínimos (61)	Sostenibilidad (91)		Generales (56)	Mínimos (61)	Sostenibilidad (91)
CARACTERÍSTICAS	N° conceptos			CARACTERÍSTICAS	N° conceptos			CARACTERÍSTICAS	N° conceptos		
Contexto, entorno, lugar, emplazamiento, aspectos geográficos	33	25	39	Recolección, tratamiento, manejo residuos, reutilización, reciclaje		7	26	Normativas y ordenamiento	3	6	
Necesidades humanas básicas, satisfacción de necesidades, calidad de vida	30	28	40	Confort/habitabilidad: iluminación, ventilación, calefacción, ruido, vibraciones, radiaciones, calidad aire interior		15	18	Resiliencia		4	2
Protección, seguridad, seguridad estructural	13	33	14	Calidad constructiva, construcción		16	36	Desplegar capacidades, desarrollo		1	17
Espacio físico-Infraestructura, disponibilidad	46			Materiales, características, envolvente	9		48	Progreso			2
Aspectos sociales	29	18	53	Diseño, planeación, orientación, diseño bioclimático	4	3	39	Sostenibilidad, futuro		4	13
Igualdad de género			3	Hábitos, conductas, acciones, ideas, prácticas	17	3	15	Arraigo y pertenencia	10		
Aspectos ambientales	19	9	73	Alimentación, procesamiento-consumo alimentos, espacios de preparación y conservación	7	4		Hogar	12		
Aspectos económicos, producción en la vivienda	12	18	42	Higiene personal, familiar y doméstica, limpieza, control de vectores	4	7		Seguridad jurídica en la tenencia	1	20	3
Aspectos culturales	11	8	29	Enfoque integral, holístico, multi e interdisciplinario	5	5	13	Ausencia de hacinamiento		6	
Político-institucionales	3	10	17	Integración de atributos	18			Lugar ordenado y apto			
Aspectos educativos	2	1	6	Proceso, carácter progresivo de la vivienda	10	5	15	Flexibilidad	5	3	
Servicios públicos, equipamientos	17	23	21	Equidad, no discriminación	7	2	6	Espacios públicos		4	
Instalaciones, infraestructura		12		Asequibilidad, costo adecuado		13	9	Recámaras		5	
Recursos (agua, suelo), uso eficiente			47	Accesibilidad		10	9	Patio de servicio		2	
Resolver agua potable, abastecimiento, suministro	1	23		Dispositivos, tecnologías, técnicas		3	38	Impactos			23
Saneamiento, disposición de aguas grises y negras, excretas	10	22		Espacios funcionales adecuados, equipados y amueblados, descanso	3	33		Ciclo de vida			14
Electricidad	2	7		Mejora, rehabilitación, ampliación, reparación		12		Autosuficiencia			7
Energía (renovable), cocción de alimentos		7	48	Apariencia externa		1		Almacenamiento	1		
Eficiencia energética, consumo eficiente, ahorro, optimizar		1	20	Capacidades de comunidades e individuos, participación comunitaria	21	9		Esparcimiento	2		
Salud, morar saludable	10	23	21	Contemplar escala local y global	11			Transporte	4		
Aspectos psicológicos	7	4		Uso, función, gestión, operación, mantenimiento	7	2	22				

Análisis de los tres ejes temáticos

Se extrajeron un total de 245 conceptos de los 88 documentos seleccionados. Se analizaron, entre ellos, revisiones bibliográficas y conceptuales como la de Sánchez y Jiménez (2010), Chan (2010) o Lárraga et al. (2015). A continuación, se muestran los resultados para cada eje de estudio, haciendo énfasis en las definiciones que aportan más a la discusión, debido al gran número de conceptos sistematizados y a las características identificadas en cada eje (Tabla 3).

Conceptos generales relacionados con la vivienda

La vivienda ha sido ampliamente definida. En español existen definiciones sintéticas, como la de la RAE (RAE, 2022): “el lugar cerrado y cubierto construido para ser habitado por personas”, que indica las características indispensables para que pueda denominarse a un espacio como vivienda. Partiendo de ésta, las definiciones empiezan a complejizarse al incorporar enfoques que indican qué debe contener una vivienda. Se analizaron un total de 56 definiciones de conceptos relacionados con las generalidades de la vivienda, como *vivienda*, *vivienda rural*, *hogar*, *hábitat*, *habitabilidad* o *cobijo*.

Las definiciones encontradas abarcan un rango de 37 características. La mayoría están centradas en la infraestructura, la construcción o el espacio de la vivienda; las cuestiones geográficas del lugar o su entorno; la satisfacción de las necesidades y el bienestar de quienes las habitan; y las relativas a lo social.

Existen definiciones muy completas, como la de *vivienda desde una perspectiva general*, de Arroyo (2015), que engloba 14 de las características identificadas. En ella, se parte desde una visión de la complejidad de la vivienda, considerando al individuo como actor principal y ser social, desvelando el carácter humano de la vivienda. Enfatiza las necesidades a considerar: fisiológicas, de salud, seguridad y sociales; el entendimiento de la vivienda desde un proceso y no un objeto; la relación con el lugar, el arraigo y la pertenencia.

Las definiciones de *vivienda rural* puntualizan cuestiones como la ubicación, el entorno, lo social, lo ambiental y lo económico. Sánchez y Jiménez (2010) la visualizan y estudian con un enfoque multi e interdisciplinario para comprender las labores agrícolas en determinados ecosistemas, las relaciones internas y externas de las familias que viven en ellas y sus relaciones con otras familias, que en conjunto construyen las redes del tejido social de las comunidades rurales (Figura 8).



Figura 8. Ejemplo de comunidad rural de la sierra de Oaxaca. Fuente: elaboración propia.

La Habitabilidad Básica y los mínimos para considerar en la vivienda rural

Espinoza y Gómez (2010) definen la *habitabilidad* como una categoría esencial del espacio habitable que amalgama tanto lo físico como lo psicológico y social, y que no pierde de vista su interacción con los procesos medioambientales. Otras definiciones de *habitabilidad*, además de las características ya mencionadas, incluyen la satisfacción de las necesidades, el bienestar y la integración de atributos (Arcas-Abella et al., 2011; Caballero et al., 2017; Cubillos et al., 2014; Espinoza & Gómez, 2010).

La *Habitabilidad Básica* (en adelante HaB) es una teoría que forma parte de la Producción Social del Hábitat (PSH)¹⁵. Esta universaliza unas condiciones vitales mínimas de habitabilidad saludable, como solución de carácter progresivo, sabiendo que no se trata de las condiciones ideales de habitabilidad, sino de una respuesta posible (Gesto, 2015). Es la que colma las necesidades esenciales de cobijo y requiere que se cubran urgencias residenciales, como los espacios públicos, las infraestructuras y los servicios elementales, constituyendo un asentamiento propio para la reproducción vital en respuesta a la habitabilidad precaria (Gesto, 2015; Salas & Gesto, 2011). La HaB recoge criterios de intervención en materia de hábitat y, además, prioriza y cuantifica, buscando una mejora progresiva. También comprende abastecimiento de agua potable, saneamiento, eliminación de desechos, asistencia social básica, servicios de transporte y comunicaciones, caminos de bajo coste, suministro de energía, servicios de salud, etc., mediante construcciones e infraestructuras económicas que deben ser capaces de ser mejoradas paulatinamente (Gesto, 2015; Gesto & Perea, 2012).

Hay definiciones de la vivienda que, relacionadas con la *Habitabilidad Básica* (Ídem) plantean los mínimos para alcanzar en ella y qué debe contener. Se analizaron 61 conceptos, como *vivienda adecuada, digna, mínima, precaria, resiliente o saludable*. En esta categoría se extrajeron un total de 46 características.

Las principales características encontradas en las definiciones de este eje coinciden con las relacionadas con la infraestructura, enfatizando la protección y la seguridad; o la satisfacción de las necesidades y el bienestar de quienes las habitan, usándose ahora términos como “mejora de las condiciones de vida” y mencionando las comodidades. También se hace énfasis en el espacio de la vivienda y el emplazamiento o entorno, usándose ahora acompañados del calificativo *adecuado*; y se mencionan cuestiones como la seguridad jurídica de la tenencia. Por último, se incorporan características como los servicios, abastecimiento y saneamiento, así como las condiciones para favorecer la salud de los habitantes.

La *vivienda digna y decorosa* que promueve la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos no está definida en su artículo 4, pero sí en la Ley de Vivienda (Secretaría General, 2006), que la entiende en su artículo 2 como aquella que:

“cumpla con las disposiciones jurídicas aplicables en materia de asentamientos humanos y construcción, habitabilidad, salubridad, cuente con los servicios básicos y brinde a sus ocupantes seguridad jurídica en cuanto a su propiedad o legítima posesión y contemple criterios para la prevención de desastres y la protección física de sus ocupantes ante los elementos naturales potencialmente agresivos”

Sin entrar a discutir si se cumple a cabalidad, al igual que muchas de las otras definiciones encontradas, esta no especifica de forma aplicable y aterrizada qué debe tener en cuenta para alcanzar cada una de esas características.

ONU Hábitat (2010) amplía esta definición con el término *vivienda adecuada*, aquella que debe proveer más que cuatro paredes y un techo y que debe cumplir siete condiciones particulares para considerarse como tal:

¹⁵ El término Producción Social del Hábitat se define como todos los procesos no comerciales llevados a cabo bajo la iniciativa, gestión y control de los habitantes que generan y/o mejoran espacios de vida adecuados, vivienda y otros elementos de desarrollo físico y social, preferiblemente sin, y a menudo a pesar de, los impedimentos planteados por el Estado u otra estructura formal o autoridad (HIC, 2020).

seguridad en la tenencia, disponibilidad de servicios, materiales, instalaciones e infraestructura, asequibilidad, habitabilidad, accesibilidad, ubicación y adecuación cultural.

La Organización Panamericana de la Salud (2011) considera con *vivienda saludable* la mejora de las condiciones de la vivienda para aumentar las condiciones de salud de quienes la habitan, pues existe una estrecha relación con la salud física, mental y social de sus ocupantes. Esta definición es la más completa de las analizadas en este eje temático, al contener 22 de las 46 características identificadas. En ella, se incluyen las características mencionadas en el párrafo anterior, considerando la vivienda como un espacio que incluye varios de los conceptos generales analizados: la *casa* (refugio físico), el *hogar* (grupo de personas que conviven bajo el mismo techo), el *entorno* (ambiente exterior que rodea a la casa) y la *comunidad* (las personas que conforman el vecindario).

Otros conceptos se enfocan en evidenciar las carencias. CONEVAL (2019) habla de *viviendas con carencias por calidad y espacios* si se cumple, al menos, una de las siguientes condiciones: 1) los pisos o suelos de la vivienda son de tierra; 2) el techo de la vivienda es de lámina de cartón o desechos (Figura 9); 3) los muros de la vivienda son de barro, bajareque, carrizo, bambú, palma, lámina de cartón, metálica, asbesto o material de desecho (Figura 10); o 4) la razón de personas por cuarto o recámara (hacinamiento) es mayor de 2.5. Cabe notar que, en este caso, se están considerando posibles soluciones bioconstructivas como una condición negativa, cuando los materiales naturales usados de manera correcta tienen el potencial de mejorar la precariedad, más en las zonas rurales.



Figura 9. Cocina con techo de lámina de asbesto y lámina de cartón.



Figura 10. Recámara con muros de material de desecho. Fuente: elaboración propia.

La sostenibilidad en la vivienda

En la categoría de sostenibilidad en la vivienda -incluyendo el concepto de ecotecnologías- se analizaron 127 conceptos. Entre los conceptos más comunes identificados se encuentran *arquitectura sustentable*, *vivienda ecológica*, *vivienda sostenible*, *vivienda sustentable*, *vivienda verde*, *vivienda vernácula*, *ecotecnología*, *tecnología alternativa*, *tecnología apropiada*, *tecnología limpia* o *tecnología social*.

Lo más común, en cuanto a la *vivienda sostenible*, es centrarse en lo ambiental, en especial en el ahorro de energía, emisiones, agua, ciclo de vida de los materiales y recursos naturales (Andrade, 2016; Arias et al., 2013; Chan, 2010; Espinoza & Gómez, 2010; UN-Habitat, 2012). En este aspecto energético se sientan las bases para la mayoría de las certificaciones en edificios (Rid et al., 2017), siendo el enfoque de vivienda sostenible que potencian los programas gubernamentales mexicanos (SEMARNAT, 2017) y latinoamericanos (PNUMA, 2021), alejados de la realidad del contexto rural.

Entre las definiciones de los conceptos analizados existen algunas muy completas, como la de *vivienda sostenible* de UN-Habitat (2012), que contiene 23 de las 36 características extraídas. Esta plantea la vivienda desde un enfoque holístico, donde reconoce sus múltiples funciones, como sistema físico y social. Busca así mejorar y armonizar sus dimensiones ambientales, sociales, culturales y económicas desde la sostenibilidad.

Hay autores y autoras que se basan en la sostenibilidad económica (Solís et al., 2020) o la dimensión institucional bajo criterios de gobernanza y autonomía (Lárraga et al., 2014). Otros enfoques se basan en los materiales y técnicas constructivas locales de la *vivienda vernácula* (Arizabal et al., 2020). También en el diseño tradicional, tanto para la *vivienda rural sostenible* (Azevedo & Torres, 2016), como para la *vivienda vernácula* (Cuéllar, 2013). Únicamente tres definiciones (CEPAL-ONU Hábitat, 2018; Delgado, 2016; Robledo, 2019) enfatizan el aspecto social a través de la perspectiva de género.

Lárraga et al. (2014) hacen una revisión sobre la sostenibilidad en la vivienda tradicional, concluyendo que, en la mayoría de los términos, “se menciona la continuidad y la importancia de revalorizar los componentes de la vivienda tradicional, sin mencionar cómo puede medirse el grado de continuidad de los procesos sociales, económicos, ambientales, culturales e institucionales de dicha vivienda”.

En cuanto a las tecnologías, se abordan desde la *ecotecnología*, la *tecnología alternativa* o las *apropiadas*, entre otros conceptos. Estos se diferencian principalmente desde sus orígenes (Ortiz et al., 2015): mientras que conceptos como *ecología industrial*, *modernización ecológica* y *tecnologías limpias* provienen de planteamientos generados desde y para las sociedades industriales; los conceptos de *tecnologías alternativas*, *tecnologías apropiadas*, *innovaciones de base social* y *tecnologías sociales* son planteamientos alternativos orientados a la autosuficiencia local y la justicia social.

Cabe destacar que la sostenibilidad de las viviendas se relaciona directamente con las ecotecnologías, ya que éstas cuentan con el potencial de contribuir a la provisión de la propia vivienda, saneamiento, electricidad, agua potable, alimentos y otros satisfactores. También brindan una extensa gama de beneficios ambientales, locales y globales, beneficios a la salud y económicos. Para ello, es necesario adecuar las tecnologías a las condiciones y prácticas cotidianas de las personas usuarias (Ídem).

A través de la ecotecnología se busca promover alternativas que contribuyan a la sostenibilidad (Ídem) y esta ha sido un instrumento para afrontar los retos multidimensionales de las viviendas que no son capaces de satisfacer una línea básica de bienestar (Álvarez-Castañón & Tagle-Zamora, 2019). Así, se extrae la idea inicial de que la Ecotecnología es un medio para conseguir que una vivienda transite hacia unos criterios mínimos y hacia la HaB.

Las principales características identificadas para este tipo de tecnología incluyen procesos participativos para su generación y difusión, buscar una armonía con el medio ambiente, así como con los contextos culturales y ambientales locales (Gatani, 2005; Gavito et al., 2017; Ortiz et al., 2014).

Los autores y autoras enfatizan que, aunque se pretenda que las aplicaciones ecotecnológicas sean sencillas y entendibles para las personas usuarias, esto no significa que representen dispositivos de “baja tecnología” o aplicaciones que no requieren de investigación científica (Ortiz et al., 2015). Puntúan la necesidad de fomentar la innovación ecotecnológica y la generación conjunta de nuevos dispositivos, métodos y procesos (Gavito et al., 2017). En este marco, las personas usuarias son actores importantes en el proceso de desarrollo, en el cual aportan sus conocimientos y se atienden sus necesidades y prioridades (Fressoli et al., 2014; Gupta et al., 2003).

Discusión: alcances y límites de la literatura consultada

Tras la revisión de los conceptos, se observan similitudes en cuanto a las características identificadas en los tres ejes temáticos. Asimismo, a pesar de haber realizado una revisión amplia, se pueden identificar una serie de temas o características sociales, técnicas y específicas del contexto (que mencionamos aquí como “casos de estudio”), que no han sido suficientemente analizadas en la literatura.

Similitudes

En primer lugar, en cuanto a las similitudes, aparecen la relación con el entorno, la mejora de las condiciones de vida, la satisfacción de las necesidades básicas, el espacio físico y la infraestructura. También aparecen los aspectos sociales, ambientales, económicos, culturales e institucionales, así como la visión holística e integral de la vivienda (Delgado, 2015). En particular, se enfatiza que contemplar e integrar en la vivienda las visiones de los actores involucrados, su impacto en la sostenibilidad y estrategias de Investigación Acción Participativa, como talleres de reflexión, generación de herramientas incluyendo la visión de los actores o creación de comunidades de aprendizaje, permitirán articular las distintas formas de conocimiento de los actores, considerando las interrelaciones entre ellos y la diversidad de perspectivas desde sus propias lógicas y jerarquías.

La vivienda puede entenderse como un sistema complejo, que a la vez resuelve y genera funciones y necesidades y está inmersa en una infraestructura de la cual se sirve y a la que sirve (Hernández, 2006). Desde esta visión, la vivienda es la célula más pequeña de las estructuras habitables y resulta de una combinación de dos elementos: los espacios construidos y los espacios abiertos, que funcionan de manera interdependiente y están interrelacionados (Torres, 2018), con situaciones interactuantes y coactuantes (Pelli, 2010). Esto implica que cualquier acto de producción, eliminación o conservación de una parte o componente del hábitat modifica el equilibrio, el funcionamiento y la calidad de todo el conjunto, afectando a otros componentes, existentes o futuros, evidenciando su complejidad (García, 2011). Entender la vivienda como sistema conllevará que las posibles soluciones que se implementen para reducir las necesidades de las viviendas impacten de una forma global en este entramado.

Características sociales que deben incluirse o reforzarse

En cuanto a las características identificadas en la literatura, relacionadas con cuestiones sociales, se debe enfatizar la importancia del enfoque de género ligado al acceso y uso de servicios básicos (Cherunya et al., 2020; Muxí, 2018; Salles & López, 2009; Vásquez, 2018) e incluirlo en el caso de las viviendas rurales y precarias. En estas condiciones, las mujeres sufren inseguridad, por ejemplo, al ir a recolectar leña o ir al baño en la noche; falta de higiene durante la menstruación; o mayor riesgo de enfermedades pulmonares, al pasar más tiempo en la cocina, usando leña en dispositivos ineficientes y con falta de ventilación (Cherunya et al., 2020; Estévez-García et al., 2020; OMS, 2014; Ortiz et al., 2014; Salles & López, 2009). Esto es algo que, preocupantemente, solo se ha contemplado en tres de las 245 definiciones analizadas.

Otras características que no están presentes y se considera importante incluir en las bases conceptuales de la vivienda en el contexto rural es la intergeneracionalidad, la pluriculturalidad y la interseccionalidad (Viveros, 2016) en el entendimiento de la vivienda. Es decir, la convivencia, diálogo y entendimiento de distintas generaciones, culturas y factores sociales como el género, la etnia y la clase social. Esto es necesario para abordar las problemáticas sociales e incluir las visiones, prácticas y saberes de quienes están directa e indirectamente relacionados con la vivienda y su contexto, fomentando así procesos transdisciplinarios¹⁶ cercanos a la realidad.

En la literatura se identifican características como arraigo, pertenencia u hogar como aspectos claves en relación con la vivienda. Son cuestiones que albergan connotaciones subjetivas, pero deberían tenerse en cuenta, en la medida de lo posible, para un mejor desarrollo de las viviendas, a través de procesos horizontales de co-construcción y diseño de soluciones junto con las familias usuarias.

Características técnicas para reforzar

Se considera importante evidenciar características encontradas en la literatura, como la equidad y no discriminación, para poder transitar hacia una vivienda donde haya unos mínimos para alcanzar, ya que una vivienda inadecuada lleva a situaciones de desigualdad, inequidad y marginación por las condiciones de pobreza implícita (ONU Hábitat, 2018).

Es necesario hacer explícita la asequibilidad de la vivienda, con costo adecuado o flexible en cuanto a las condiciones o posibilidades de las personas usuarias. El pago de la vivienda y el acceso a los servicios básicos tiene un impacto económico en las familias usuarias que no siempre puede costearse. Esto va de la mano de problemas socioeconómicos debido a los bajos recursos, lo que genera condiciones de pobreza o pobreza extrema (en México, el 50.6% y el 8% respectivamente (CONEVAL, 2018)). También ocasiona el acceso intermitente a los servicios por cuestiones económicas, ya sea por la imposibilidad de pagar facturas o comprar combustibles, entre otros.

Igualmente, es necesario que los servicios básicos sean accesibles o proporcionados de manera constante en el tiempo, evitando la incertidumbre ocasionada por el acceso intermitente a ellos (Cherunya et al., 2020). Hay viviendas que se consideran que tienen el acceso (y por tanto no se contabilizan en todas las estadísticas), pero éste no es de calidad y se produce de forma intermitente, ya sea por una mala distribución, escasez del servicio o la falta de recursos económicos. En el caso de viviendas rurales o alejadas de los sistemas de red, las ecotecnias adquieren un papel prioritario, pudiendo ser la única posibilidad para contar con ciertos servicios.

En cuanto a cuestiones energéticas, se deben hacer explícitos los tipos de energía y diferenciar entre acceso, abastecimiento o las tareas relacionadas. La energía se vislumbra como una de las líneas de estudio más complejas en la vivienda, ya que se encuentran imbricados tipos y fuentes de energía, actividades, tareas y espacios.

Para estructurar el abordaje a la vivienda rural y sus servicios básicos, se propone entrelazar 6 líneas estratégicas de estudio. Estas parten de una adaptación de las líneas propuestas por CONEVAL (2019) y Ortiz *et al.* (2014) y se acotan y definen en: 1) abastecimiento de agua, 2) saneamiento, 3) energía, 4) residuos, 5) alimentación y 6) cobijo. Estas consideran también en el conjunto la entrada y salida de flujos, así como los pilares de la sostenibilidad (ambiental, social, económico, cultural y político-institucional). Esto se enmarca considerando la ecotecnología, la Habitabilidad Básica y la transdisciplina como las bases fundamentales para la aplicación de las características relacionadas con la vivienda.

¹⁶ La investigación transdisciplinaria implica hacer ciencia conducida por problemas socialmente definidos, integrando formas de conocimiento de distintos sectores y conduciendo a la acción. Enfocada a producir evidencias y conocimiento puede darse entre interfaces para generar coproducción, entre sectores como el gubernamental, científico o rural, que se apropian de la producción del conocimiento, pero cada uno para sus propios fines. Esta integración del conocimiento está en las bases epistemológicas de la transdisciplina, donde se une el conocimiento con la acción (Martínez et al., 2007; Scholz & Steiner, 2015).

Otras características presentes en la literatura en las que se debe hacer énfasis son diseño, diseño bioclimático y las ecotecnias para lograr un confort interior, ahorro energético y económico, así como otros impactos positivos en la vivienda. Como indican Ortiz *et al.* (2014), el desarrollo y difusión de ecotecnologías adecuadas a las condiciones y necesidades de las personas usuarias es clave para ampliar el acceso a bienes y servicios básicos en las áreas rurales.

Además, integrar las ecotecnias en estrategias más generales de desarrollo local social, cultural y ambientalmente sostenibles es un paso necesario para generar procesos de cambio a escala de una región o país, con impactos duraderos y notables en el ambiente y la calidad de vida de los habitantes rurales (Ídem).

En cuanto a otras características técnicas identificadas en la revisión bibliográfica, se deben contemplar aspectos como el mantenimiento, uso y operación de la vivienda y/o su tecnología, incluida su apariencia externa. Como demostró el estudio de GIZ (2014), las mejoras estéticas de las cocinas y los dispositivos potencian el uso y la adopción de las estufas mejoradas (Figura 11). También buscarse la autosuficiencia ante la precariedad presentada en muchos contextos para la satisfacción de las necesidades y los servicios básicos, así como contemplar el ciclo de vida de los materiales como una de las opciones para evaluar la sostenibilidad de estos y generar el mejor impacto posible (IRP, 2018; PNUMA, 2018, 2021).



Figura 11. Ejemplo de una estufa Patsari con mejoras estéticas. Fuente: elaboración propia.

Características específicas para cada caso de estudio

Respecto a las características que se deberían considerar, pero en función de cada caso de estudio, se identifican, en primer lugar, los aspectos político-institucionales. Se considera que en el contexto de estudio el gobierno y las instituciones no están proveyendo de los servicios básicos necesarios o supliendo las necesidades habitacionales. En este caso debería buscar cubrirlos, potenciando el abordaje desde las viviendas de manera incluyente y participativa, donde el Estado se vislumbra como un agente clave y con responsabilidades para su réplica. También, se debería buscar impactar a nivel de política pública a través de la autogestión o del trabajo transdisciplinario, por ejemplo, con asociaciones civiles.

En cuanto al cumplimiento de normativas u ordenamientos, se deben contemplar y valorar en cada caso de estudio. Esto debido a que el contexto de precariedad conlleva, en ocasiones, el incumplimiento de ciertos estándares o normativas mientras se está transitando hacia unos mínimos. Se debe potenciar, como último fin, que las viviendas logren a través de la HaB adecuarse a estos cumplimientos.

Algo similar ocurre en cuanto a la seguridad jurídica de la tenencia, que puede impactar de manera diferencial la operación de la vivienda. Por ejemplo, en cuanto a las limitaciones de implementar ecotecnias en un terreno donde no se tiene una tenencia segura; la necesidad de adaptar prácticas a los requerimientos de la tierra ejidal o comunal; o la posible resistencia a la coproducción de soluciones comunitarias en el caso de la propiedad privada. Esto conlleva a pensar en distintas escalas de operación de las viviendas y tener presente la informalidad como característica relevante del tema.

Finalmente, debe tenerse presente que este tema de estudio está acotado a la vivienda, sus servicios básicos (enmarcados en 6 líneas estratégicas de estudio), las ecotecnias y la Habitabilidad Básica, en un contexto relacionado con la precariedad habitacional y las zonas rurales y periurbanas. Esto plasma las bases para que puedan englobarse los temas identificados como prioritarios, pero también presenta sesgos que conllevarán carencias conceptuales asociadas si quieren plantearse estas consideraciones en otros contextos.

Construyendo la definición de una *Vivienda Ecotecnológica Básica* para zonas rurales

Tras la reflexión sobre la importancia de las distintas características para asentar unas bases conceptuales sobre el tema de estudio, se propone la creación de una definición integradora: *Vivienda Ecotecnológica Básica*. Este concepto está conformado desde los tres ejes temáticos de estudio planteados en el presente artículo: *Vivienda*, desde los conceptos generales; *Ecotecnológica*, desde los conceptos relacionados con la sostenibilidad; y *Básica*, desde los conceptos relacionados con los mínimos que deben considerarse en la vivienda rural, específicamente, desde la Habitabilidad Básica.

En la definición de *Vivienda Ecotecnológica Básica* (VEB) para zonas rurales, se pretende englobar el enfoque sistémico que es inherente a ella y todas las cuestiones que se consideran importantes en un solo concepto. Se considera como una herramienta común con ciertos alcances, limitaciones y sesgos, que permita avanzar hacia diversas modalidades de vivienda rural sostenible. No se pretende imponer una definición, sino proponer referencias útiles que posibiliten el diagnóstico de cada uno de los criterios que la componen y la implementación y monitoreo de acciones que, en medio de la diversidad, puedan ser evaluadas. Tampoco se identifica la VEB como una solución estática, sino como una práctica deseable que pueda llevarse a cabo de forma participativa, transdisciplinaria y adaptada a cada contexto.

De forma resumida, una *Vivienda Ecotecnológica Básica* (VEB) es la infraestructura y el espacio físico sostenible que permite conseguir una vivienda saludable a través de innovaciones ecotecnológicas, con unos criterios mínimos para lograr la habitabilidad básica en cuanto a 6 líneas estratégicas de estudio: 1) abastecimiento de agua, 2) saneamiento, 3) energía, 4) residuos, 5) alimentación y 6) cobijo. Estas permiten la visión integral de la vivienda, su alineación dentro de las dimensiones de la sostenibilidad (ambiental, social, económica, cultural y política) (Figura 12).



Figura 12. Visión sistémica de la vivienda planteada por los autores. Fuente: elaboración propia.

De forma extendida, para entender lo que conlleva cada uno de los conceptos de la frase anterior, una VEB es la infraestructura y el espacio físico, tanto domiciliario como peridomiciliario que, con un enfoque integral de la sostenibilidad, propicia la reproducción vital y el morar saludable. Contempla unos criterios mínimos indispensables para que la habitabilidad no resulte precaria, se fomente el progreso, se resuelvan las necesidades humanas básicas y se desplieguen las capacidades, fomentando la resiliencia y la autosuficiencia de las zonas rurales.

La sostenibilidad se vislumbra como un proceso que busca reducir impactos negativos y brindar beneficios e impactos positivos en todas las dimensiones contempladas que se detallan a continuación, sin comprometer las necesidades de futuras generaciones. Debe considerarse para ello las características del entorno y el contexto específico donde se inserta y buscar una relación armónica con el medio ambiente. Considerar aspectos sociales, enfatizando los beneficios a la salud y psicológicos, la igualdad de género, la interseccionalidad, intergeneracionalidad y pluriculturalidad, la equidad y la no discriminación, y considerando tanto a los individuos como a la comunidad. También debe considerar aspectos económicos, buscando la asequibilidad de la VEB para posibilitar su implementación, adaptándose a las posibilidades financieras de cada contexto, buscando el ahorro económico asociado a la implementación de este y considerando la posibilidad de introducir nuevas funcionalidades productivas a la vivienda rural. Considerar aspectos culturales, adaptándose, en la medida de lo posible, a los hábitos, costumbres y tendencias culturales del contexto de implementación; y educativos, para posibilitar el conocimiento y la adopción de dichas técnicas. Finalmente, considerar aspectos políticos e institucionales, buscando las sinergias necesarias para la provisión de los servicios básicos, a través de la transdisciplina.

Una VEB debe proporcionar espacio adecuado y servicios básicos, tanto para proyectos *ex novo*, como para proyectos de mejora o rehabilitación, considerando los siguientes criterios. En cuanto a servicios básicos, estos deben ser constantes en el tiempo y deben proporcionar, al menos, en cuanto a las 6 líneas estratégicas de estudio de la vivienda: 1) abastecimiento o suministro de agua potable y de consumo en calidad y cantidad apropiadas; 2) saneamiento, resolviendo la disposición adecuada de aguas grises y negras con efectividad en su disposición; 3) energía, tanto para cocinar, calentar, enfriar o electrificar, indicando los tipos, fuentes, actividades, tareas y espacios que se identifiquen como prioritarias, y contemplando el uso de combustibles limpios, la quema de forma eficiente y evitando la contaminación intradomiciliaria; 4) correcta recolección y tratamiento de los desechos sólidos y basuras; y 5) producción y selección apropiada de nutrientes en la dieta, a nivel vivienda, con espacios para facilitar la conservación, manipulación y almacenamiento de los alimentos, protegiéndolos de la descomposición y contaminación.

En cuanto al 6) cobijo, el espacio de una VEB debe proporcionar protección y seguridad, tanto estructural como ante desastres y, considerar la seguridad jurídica de la tenencia. Debe ser accesible, funcional, estar

equipado, amueblado y tener las dimensiones adecuadas para el correcto desarrollo de las actividades que vaya a albergar. De la misma manera, debe proporcionar un confort en los espacios interiores, contemplando para ello: microclima, ventilación, ruido, vibraciones, radiaciones, calidad del aire interior, bioaerosoles y patógenos. Los espacios deben ser lo suficientemente amplios para evitar el hacinamiento; debe ser un lugar ordenado y posibilitar la higiene (personal, familiar y doméstica), la limpieza y el control de vectores. Asimismo, en la medida de lo posible, debe contemplar la mejora de la apariencia externa, el sentimiento de arraigo y hogar; y los espacios públicos a nivel peridomiciliar.

La VEB debería posibilitar la creación, tanto de espacios adecuados como de servicios básicos, a través de un proceso participativo y transdisciplinario que busque soluciones flexibles y adaptables. Esto mediante dispositivos, métodos, procesos o estrategias elegidas de forma consensuada, a través de innovaciones ecotecnológicas y con un monitoreo a lo largo del tiempo para asegurar su correcto uso. El objetivo es la reducción de los impactos negativos y, allí donde es posible, la búsqueda de impactos positivos considerando el uso eficiente de recursos y materiales y la reutilización de estos, teniendo en cuenta todo el ciclo de vida de materiales, componentes y sistemas. El diseño debe basarse en la integración de estrategias bioclimáticas y la construcción debe contemplar llevarse a cabo a través del uso de materiales adecuados, que posibiliten la calidad constructiva y, dado el caso, que se contemple la demolición y reutilización de residuos. Se debe contemplar la gestión, el mantenimiento y el uso de la vivienda. Finalmente, también que, tanto la vivienda rural como las innovaciones ecotecnológicas implementadas, se basen en estrategias para reducir consumos e impulsen hábitos sostenibles.

A modo de cierre

Existen numerosas definiciones que incluyen características relativas a la concepción general de la vivienda, los criterios mínimos para contemplar en ella o los relacionados con su sostenibilidad. La revisión de literatura llevada a cabo permitió identificar la existencia de un marco conceptual amplio y diverso que da lugar a interpretaciones ambiguas sobre qué debe contener y contemplar una vivienda rural. También que se discutieran algunas de las características que se identifican como prioritarias para el contexto de estudio.

Tras el análisis del marco conceptual, se define la *Vivienda Ecotecnológica Básica* (VEB), que permite sentar una bases, referencias y guías útiles para identificar qué debe considerarse en una vivienda rural, posibilitar su diagnóstico, implementación y monitoreo de acciones que puedan ser evaluadas y reduzcan los problemas derivados de la precariedad habitacional.

Esto permitirá habilitar una herramienta que: 1) fomente el diagnóstico y evaluación de todo el sistema de la vivienda y sus características; 2) permita la búsqueda y diseño de soluciones aterrizadas, con impacto extendido en la vivienda; y 3) lo haga a través de procesos participativos y transdisciplinarios que fomenten la coproducción de conocimiento localizado y la cogeneración de soluciones, para y con las familias usuarias. Esto es esencial para el refinamiento, evolución y validación de la VEB, dentro del reto global que supone el acceso a vivienda y servicios básicos en zonas rurales.

Como próximos pasos, se continúa avanzando en hacer operativo el marco conceptual de la VEB. Para ello se está desarrollando un marco metodológico que permita el diagnóstico, evaluación, diseño e implementación de soluciones ecotecnológicas en viviendas rurales con necesidades habitacionales, incluyendo indicadores de medición que permitan hacer operativo cada uno de estos puntos. De manera prioritaria incluirá a los y las habitantes de las comunidades rurales con las que se trabaja para definir herramientas de incidencia que fomenten la integración de saberes y conocimientos y la toma de decisiones consensuada.

Todo ello ayudará a avanzar hacia la reducción de las carencias en las viviendas, mejorar el acceso a los servicios básicos en ellas y validar el trabajo a través de distintos actores. A futuro, se busca que pueda impactar a nivel de política pública en el país desde este enfoque transdisciplinario.

4. ARTÍCULO 2. MARCO METODOLÓGICO VIVE

Revista de envío: Revista Vivienda y Comunidades Sustentables

Fecha de aceptación: 21 de octubre de 2022

MARCO METODOLÓGICO PARA TRANSITAR HACIA UNA VIVIENDA ECOTECNOLÓGICA BÁSICA

METHODOLOGICAL FRAMEWORK TO MOVE TOWARDS A BASIC ECOTECHNOLOGICAL HOUSING

Belén Olaya-García, Grupo de Trabajo sobre Vivienda Ecotecnológica (VIVE) - Grupo de Innovación Ecotecnológica y Bioenergía (GIEB), Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), b.olaya@cieco.unam.mx (autora de correspondencia), ORCID: 0000-0002-4239-7769. Áreas de investigación: vivienda y ecotecnologías, habitabilidad básica y sostenibilidad.

Sara Eugenia Navia Espinoza, VIVE-GIEB, IIES-UNAM, sara2794@hotmail.com, ORCID: 0000-0001-5293-1788. Áreas de investigación: vivienda y ecotecnologías, habitabilidad básica y sostenibilidad.

Omar Raúl Masera Cerutti, GIEB, IIES-UNAM, omasera@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9729-9285. Áreas de investigación: innovación ecotecnológica, sostenibilidad y mitigación del cambio climático.

Resumen

La mejora habitacional de viviendas con precariedad puede hacerse, por un lado, a través de la autoconstrucción, lo puede provocar un aumento de los impactos negativos de la vivienda al entorno, salud o bienestar de sus habitantes, si se hace sin los conocimientos o el apoyo técnico necesario. Por otro, con la implementación de proyectos a través de ONG o sectores gubernamentales, que no siempre se alinean a la realidad del contexto o a las necesidades y prioridades de las familias usuarias y sus comunidades. Ante esto, se define un marco metodológico que integre las necesidades de los distintos actores relacionados con las viviendas, evalúe su situación y permita tomar una serie de decisiones sobre las estrategias a implementar para avanzar hacia la sostenibilidad de las viviendas precarias de forma colaborativa. Se crea el Marco Metodológico para transitar hacia una Vivienda Ecotecnológica Básica (Marco VIVE), con 4 fases y 10 pasos que ordenan el diagnóstico, evaluación, diseño e implementación, con un monitoreo y un proceso iterativo que permitirá el seguimiento y evolución de las viviendas. Este marco permite abordar la complejidad del hábitat a través de herramientas participativas y trabajo transdisciplinario.

Palabras claves: vivienda precaria, vivienda sostenible, transdisciplina, ecotecnología, Producción Social del Hábitat.

Abstract

The improvement of precarious housing can be done, on the one hand, through self-construction, which can cause an increase in the negative impacts of housing on the environment, health, or well-being of its inhabitants, if it is done without the knowledge or necessary technical support. On the other, the implementation of projects through NGOs or government sectors, which are not always aligned with the reality of the context or with the needs and priorities of the user families and their communities. Given this, a methodological framework is defined that integrates the needs of the different actors related to housing, evaluates their situation, and allows a series of decisions to be made on the strategies to be implemented to advance toward the sustainability of precarious housing in a collaborative manner. The Methodological Framework is created to move towards a Basic Ecotechnological Housing (VIVE Framework), with 4 phases and 10 steps that order the diagnosis, evaluation, design, and implementation, with monitoring and an iterative process that will allow the monitoring and evolution of

the houses. This framework allows addressing the complexity of the habitat through participatory tools and transdisciplinary work.

Keywords: precarious housing, sustainable housing, transdisciplinary, ecotechnology, Social Production of Habitat.

Introducción

La vivienda representa un espacio habitado donde se entrelazan actividades, procesos, flujos de energía, materiales o recursos, y se entiende como un sistema complejo. Los problemas de la vivienda, en consecuencia, incluyen los servicios básicos, así como las carencias relacionadas con la infraestructura que comprende.

El acceso a una vivienda digna y sus servicios básicos es un grave problema a nivel global: más del 20% de la población carece de una vivienda adecuada (ONU Hábitat, 2020f) y se estima que, para el 2030, 3000 millones de personas (el 40% de la población mundial) necesitará acceder a una (ONU Hábitat, 2018). En el mundo, 2100 millones de personas carecen de agua potable en la vivienda y más del doble no disponen de saneamiento seguro (OMS, 2017). Se estima que unos 3000 millones usan biocombustibles sólidos para cocinar, que 1100 millones no tienen acceso a energía eléctrica (Banco Mundial, 2015) y que unos 690 millones padecen hambre (FAO, 2020). También se estima que más del 90% de los desechos generados a nivel mundial se vierten o queman a cielo abierto en los países de bajos ingresos (Banco Mundial, 2018), siendo las personas en situación de pobreza y las más vulnerables de las zonas rurales quienes se ven más afectadas.

Existen modificaciones en las viviendas rurales o vernáculas, ya sea por procesos autónomos (autoproducción o autoconstrucción) o por parte de asociaciones civiles o sectores gubernamentales. En los primeros, son las propias familias quienes modifican las viviendas. Se calcula la autoconstrucción en México mayor al 60-65% (Bran, 2019; CONEVAL, 2018; Kunz & Espinosa, 2017; Zatarain, 2018), por lo que, cuando no se cuenta con un conocimiento previo, supervisión o asesoramiento técnico, existe un riesgo de provocar un aumento de los impactos negativos, ya sea en su propia salud, economía o en el medio ambiente. Las modificaciones a través de proyectos y estrategias que llevan a cabo asociaciones civiles o sectores gubernamentales, en ocasiones están basadas en la implementación de ecotecnias para mejorar la vivienda y el acceso a servicios básicos.

Las ecotecnias son los dispositivos, métodos y procesos que buscan una relación armónica con el ambiente y brindar beneficios sociales y económicos tangibles a las personas usuarias, con referencia a un contexto socioecológico específico (Ortiz et al., 2014). Algunos ejemplos son las estufas mejoradas de leña, los sistemas de captación de agua de lluvia, los biofiltros o los huertos de traspatio.

Estos proyectos no siempre están adaptados al contexto y, muchas veces, no consideran las necesidades o las prioridades de la población, por lo que las ecotecnias no son adoptadas o las viviendas acaban abandonadas (Stiglitz et al., 2008). Estas fallas resultan, en gran medida, de una comprensión insuficiente del contexto y de una falta de compromiso adecuado con los usuarios durante todo el proceso de innovación ecotecnológica (Cherunya et al., 2020; Cortés, 2017; Ortiz et al., 2014).

Los proyectos suelen implementarse de manera independiente, por ejemplo, solo proyectos de estufas, lo que ocasiona dobles esfuerzos y que los recursos no sean aprovechados de forma eficiente, aumentando los costos de los proyectos (Clasen & Smith, 2019; Crocker et al., 2017). Pocas veces se integran las intervenciones de distintas líneas temáticas para solucionar simultáneamente problemas de la vivienda y servicios, como la energía, agua o saneamiento. Una solución podría ser reutilizar el agua de la vivienda para el cultivo de alimentos en un huerto familiar, tras un proceso de depuración en una biojardinera. O reutilizar los desechos orgánicos generados en la cocina en un compostero.

Finalmente, cabe destacar que la gran mayoría de los proyectos de innovación ecotecnológica implementados no son monitoreados y no se cuantifican los impactos (económicos, a la salud, al ambiente) (Ortiz

et al., 2014). También hay una ausencia generalizada de sistematización, falta de datos precisos sobre su funcionamiento en campo y diferencias en las metodologías de implementación, lo que limita el desarrollo, aprendizaje y transmisión del conocimiento generado (Álvarez-Castañón & Tagle-Zamora, 2019).

La falta de comprensión de los usos y costumbres, formas de vida, cosmovisión, tradiciones, lenguaje y realidades, son limitantes en la implementación de proyectos en zonas rurales y la adopción de tecnologías. Es importante entonces integrar un enfoque colaborativo y transdisciplinario, propiciando la recuperación de saberes y la transmisión de conocimientos, en aras de coadyuvar a la preservación del patrimonio cultural.

El objetivo de este artículo es, por tanto, desarrollar un marco metodológico que sienta las bases para mejorar las viviendas con necesidades habitacionales con base en innovaciones ecotecnológicas. Y que este marco integre, relacione y busque fomentar el desarrollo de los servicios básicos y la vivienda de forma aplicada, participativa y transdisciplinaria, integrando distintas visiones, identificando necesidades y prioridades, evaluando su situación y la sostenibilidad y permitiendo tomar una serie de decisiones, de manera colaborativa, sobre las estrategias a implementar para avanzar hacia la sostenibilidad de las viviendas precarias. El Marco buscará abstraer y condensar toda la información relacionada con los distintos criterios, niveles, escalas, actores y disciplinas, mediante las herramientas necesarias para que sea sencillo de implementar, entendible y práctico. Se busca que el Marco pueda ser utilizado por todos los *stakeholders* o tomadores de decisión alrededor de la vivienda, tanto por las comunidades, como por implementadores de tecnologías, instituciones vinculadas a la mejora de vivienda, asociaciones civiles, instituciones gubernamentales, académicas o para procesos de producción social del hábitat. Este se vislumbra como una herramienta de mediación para poder integrar las visiones y necesidades de todos ellos.

Antecedentes y fundamentación teórica

La Vivienda Ecotecnológica Básica

El marco conceptual del presente artículo se ha desarrollado previamente (Olaya-García et al., 2022a). Este se basa en el concepto *Vivienda Ecotecnológica Básica* (VEB), que engloba una visión sistémica e integral de la vivienda rural y precaria y sus servicios básicos.

De forma resumida, una VEB es la infraestructura y el espacio físico sostenible que permite conseguir una vivienda saludable a través de innovaciones ecotecnológicas, con unos criterios mínimos para lograr la habitabilidad básica en cuanto a 6 líneas estratégicas de estudio: 1) abastecimiento de agua, 2) saneamiento, 3) energía, 4) residuos, 5) alimentación y 6) cobijo. Estas permiten la visión integral de la vivienda, su alineación dentro de las dimensiones de la sostenibilidad (ambiental, social, económica, cultural y política-institucional) y enmarcarla dentro de un sistema Socio-Eco-Tecnológico, que sitúan a la tecnología en el eje central entre la sociedad y lo ambiental.

Una VEB conlleva una serie de características a tomar en cuenta para avanzar desde la precariedad habitacional hacia la sostenibilidad a través de la transdisciplina. La VEB parte de la Producción Social del Hábitat (PSH) y la Habitabilidad Básica (HaB) y engloba la visión de los Sistemas Socio-Eco-Tecnológicos (STES).

La vivienda, que constituye un *wicked problem* o problema perverso, no puede abordarse y resolverse mediante enfoques mono o incluso interdisciplinarios y no existe una solución única para ello (Rittel & Webber, 1973; Romero & Mesías, 2004). Los problemas complejos se abordan a través de las ciencias de la sostenibilidad y son atendidos principalmente por la investigación transdisciplinaria, cuya forma de hacer ciencia: a) está conducida por problemas socialmente definidos; b) integra formas de conocimiento de distintos sectores; y c) conduce a la acción (Scholz & Steiner, 2015).

La transdisciplina produce conocimiento sistémico, orientador y transformador en el problema sobre el que se investiga a través de una utilidad (resolver problemas, producir conocimiento, producir un aprendizaje mutuo,

aprender y actuar) (Ídem). La investigación transdisciplinaria implica llevar a cabo una investigación con la sociedad, en lugar de para ella, para coproducir soluciones socialmente sólidas a estos problemas (Swilling, 2014).

Es importante articular esfuerzos y valorar los saberes de todos los actores sociales, comenzando por los de quienes desde hace siglos manejan y cuidan los territorios: las familias, comunidades y pueblos campesinos e indígenas. Son quienes poseen conocimientos muy importantes para el tránsito hacia sociedades sostenibles (Alatorre et al., 2017) y que permitirán identificar problemas y construir el diagnóstico desde su perspectiva.

La PSH se define como los procesos no comerciales llevados a cabo bajo la iniciativa, gestión y control de los habitantes que generan o mejoran espacios de vida adecuados, vivienda y otros elementos de desarrollo físico y social (HIC, 2020). En ella, la vivienda pasa de entenderse de resultado de la oferta y la demanda, a derecho humano; de mercancía y satisfactor social a bien de uso autoproducido; de producto terminado a proceso (Ortiz, 2012). Las ecotecnias y la PSH tienen este cambio de visión para dejar de ver a la tecnología y la vivienda como bienes de consumo (Ídem).

La HaB se entiende como las condiciones de asentamiento y alojamiento humano que permiten un lugar ordenado y apto y que posibilitan el morar saludable y la reproducción vital adecuada a sus pobladores (Gesto & Perea, 2012). La HaB es una respuesta a la habitabilidad precaria, es la que colma las necesidades esenciales de cobijo y requiere que se cubran urgencias residenciales como los espacios públicos, las infraestructuras y los servicios elementales, constituyendo un asentamiento propio para la reproducción vital (Salas & Gesto, 2011).

La HaB forma parte de la PSH y se complementa de forma directa con la ecotecnología, ya que ésta cuenta con el potencial de contribuir a la provisión de vivienda, saneamiento, electricidad y otros satisfactores. Esta última brinda una extensa gama de beneficios ambientales, locales y globales, beneficios a la salud y económicos, siendo necesario adecuar las tecnologías a las condiciones de los usuarios para ello. Con esto, las ecotecnias rompen con el esquema actual de producción en masa e imposición, que profundiza las desigualdades y las relaciones de dominación y contribuye a garantizar sus impactos positivos en la sociedad y el ambiente (Ortiz et al., 2015).

Las tecnologías desempeñan un papel central en todos los procesos sociales, no son neutrales y ejercen agencia (Thomas & Santos, 2015; Thomas & Juárez, 2020). Además, la tecnología se ha convertido en la interfaz y el articulador o mediador natural entre la sociedad y el ambiente (Ahlborg et al., 2019; Gavito et al., 2017; Redman & Miller, 2015), trae ambivalencia a estas relaciones, mejora y transforma la agencia humana proporcionando una fuente de poder constitutivo y cambia las relaciones escalares, permitiendo nuestra interacción e impacto en el mundo natural a través del tiempo y el espacio (Ahlborg et al., 2019) (Ahlborg et al., 2019). De ahí que se hable de STES (Sistemas Socio-Eco-Tecnológicos o *Socio-Techno-Ecological-Systems*).

Los STES incluyen a la tecnología con una importancia central y funcionan como un prisma que permite englobar cinco consideraciones críticas interdependientes (Grabowski et al., 2017): 1) establecer objetivos democráticamente, 2) abordar la complejidad y la escala, 3) diseñar híbridos eco-tecnos, 4) permeabilizar de manera resiliente y 5) considerar los sistemas en evolución.

De esta forma, con base en los sistemas complejos, los STES se visibilizan como el marco que engloba la HaB, PSH y las ecotecnias: la vivienda, los servicios básicos, la tecnología y el impacto con su entorno, tanto social como ecológico. Pueden entenderse como un modelo alternativo y coherente que reformula la manera de integrar las principales teorías de esta investigación mediante la transdisciplina.

Marcos de evaluación

Los marcos metodológicos son ciclos de producción del conocimiento que, en la investigación transdisciplinaria, son contextos dependientes y deberían estar en constante evolución. A través de una rutina organizacional y una secuencia de etapas y pasos, se aborda un problema del mundo real socialmente definido con altos niveles de colaboración entre sectores en la generación y uso del conocimiento. El Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo usando Indicadores de Sustentabilidad, marco MESMIS, con estas características, evalúa

los sistemas de manejo de recursos naturales en el contexto rural de países en desarrollo y permite compararlos en términos de su sostenibilidad a través de una estructura flexible para adaptarse a diferentes niveles de información y de un proceso de evaluación participativo que enfatiza la retroalimentación continua (Astier et al., 2008; Masera et al., 1999).

MESMIS, que es el marco metodológico referencial para este artículo, aborda un proceso de evaluación de la sostenibilidad cíclico, con un enfoque participativo, sistémico y multiescalar, validado mediante estudios de caso a nivel mundial y que tiene como meta aportar elementos concluyentes para mejorar los sistemas de manejo (Astier et al., 2008). Hace énfasis en los pequeños agricultores y en su contexto local (Masera et al., 1999).

MESMIS ayuda a evaluar la sostenibilidad; brinda una reflexión crítica con un proceso de análisis y retroalimentación; busca entender de manera integral las limitantes y posibilidades de los sistemas de manejo; evalúa la sostenibilidad comparativa, ya sea de dos sistemas o de un sistema a lo largo del tiempo; presenta una estructura flexible para adaptarse a distintos niveles de información y capacidades técnicas locales, con un proceso de evaluación participativa y constituye una herramienta en desarrollo, como un modelo para organizar la discusión sobre la sostenibilidad y la forma de hacer operativo el concepto (Ídem).

Tabla 4. Marcos de evaluación de la sostenibilidad y metodología de mejoras de vivienda revisadas. Fuente: elaboración propia.

Metodología	Objetivo	Casos de estudio
NAUTIA: Need Assessment Under Technological Interdisciplinary Approach (Salas et al., 2019)	Identificar necesidades prioritarias en campos de refugiados y sus comunidades de acogida, conocer de forma paralela la situación de ambos	Shimelba (Shire, norte de Etiopía)
Iniciativa Barrios Emergentes y Sostenibles (IBES). Herramientas aplicadas para la regeneración de áreas vulnerables (Navarro, 2017)	Contribuir a la regeneración de barrios degradados y vulnerables para la consecución de barrios planificados y sostenibles mediante una propuesta de metodología participativa	Cancino Adentro, Santo Domingo Este
Matriz de evaluación de la Habitabilidad Básica en proyectos de cooperación al desarrollo (Gesto & Perea, 2012)	Evaluar proyectos de cooperación en habitabilidad básica en terreno.	Si. Ampliado, con Perea (2015) y Navarro (2017)
Hacia un análisis cualitativo de la ciudad informal (Perea, 2015)	Comprender material y cuantitativamente la ciudad informal, con un sistema apoyado de indicadores para jerarquizar los principales déficits de la Ciudad Informal, en materia de Habitabilidad Básica (HaB).	En la ciudad de Makeni, Sierra Leona
Campo de refugiados: de la vivienda al hogar. Metodología Transversal UPM: La vivienda (Martínez, 2018)	Detectar problemas de alojamiento en campos de refugiados, para proponer soluciones concretas de mejora, que transformen la vivienda en un espacio digno para vivir	Piloto llevado a cabo en campo de refugiados de Shimelba
Pirámide de la sustentabilidad y la resiliencia urbana o Caja de herramientas USRi (Delgado, 2019)	Permitir la aproximación, diagnóstico y caracterización integral en asentamientos urbanos, ofreciendo herramientas y conocimiento para la toma de decisiones y la gobernanza urbana, dentro de la transición-transformación de ciudades hacia unas más sustentables y resilientes.	Piloto en San Diego (California) y Tijuana (Baja California)
EnDev's proxy-indicator approach for assessing the quality of a Cooking Energy System (EnDev-GIZ, 2017)	Evaluar la calidad de los sistemas energéticos de cocinado, evaluando de forma integral el sistema completo de la cocina	Sí, en África y Asia, y un piloto en México
Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) (Astier et al., 2008; Masera et al., 1999)	Evaluar sistemas de manejo de recursos naturales, haciendo operativo el concepto de sostenibilidad en sistemas complejos y proveer una estructura teórica flexible para casos particulares.	Sí, más de 40 estudios de caso a nivel Latinoamérica y Europa

Alineadas a MESMIS, hay otras metodologías de evaluación y diagnóstico que abonan al desarrollo del Marco VIVE (Tabla 4). NAUTIA (Salas et al., 2019) o la metodología desarrollada por Martínez (2018) identifican necesidades prioritarias en campos de refugiados y sus comunidades de acogida en cuanto a servicios básicos y la mejora del hogar. IBES (Navarro, 2017) y USRi (Delgado, 2019) contribuyen a la regeneración de barrios y ciudades desde la sostenibilidad, aportando la selección de soluciones en la propia metodología. La *Matriz para la evaluación de la HaB en proyectos de cooperación* (Gesto & Perea, 2012) y la *Matriz de indicadores para la ciudad informal* (Perea, 2015) evalúan centradas en la Habitabilidad básica, aportando la definición inicial de indicadores. La metodología CES (EnDev-GIZ, 2017) se enfoca específicamente en la energía para cocinar, ayudando a entender la complejidad de interrelacionar tecnologías, prácticas y espacios a través del enfoque de sistemas.

Metodología de la investigación

Para definir el *Marco Metodológico para transitar hacia una Vivienda Ecotecnológica Básica* (Marco VIVE) se eligió un caso de estudio en el que aplicar, validar y retroalimentar de manera teórica y práctica los pasos del Marco. Este es la comunidad indígena de Cherán Atzicurin (Michoacán, México), con carencias y necesidades en sus viviendas y servicios básicos.

Se realizó en el caso de estudio un proceso de investigación-acción participativa con carácter exploratorio, para poder entender el contexto y la situación, y visitas periódicas a la comunidad y sus viviendas. Se llevaron a cabo diversas campañas de trabajo con autoridades, líderes y lideresas de la comunidad, profesionistas, familias y colaboradores del proyecto para la realización, entre otros, de talleres, recorridos y entrevistas. Esto para abordar el acercamiento y profundización al contexto, la identificación de necesidades, caracterización comunitaria y habitacional a través de procesos participativos, estableciéndose una relación más cercana y puntos de contacto permanente en la comunidad. Estas actividades permitieron identificar situaciones y aspectos clave que fueron dando forma al Marco VIVE a través de adaptaciones.

En cada uno de los pasos del marco se fue definiendo una serie de instrumentos de investigación, cuantitativos y cualitativos, para implementar en cada visita, lo que dio lugar a las herramientas que se establecen para que se utilicen en cada uno de los casos de estudio. Se incorporó inicialmente la perspectiva de género en ellas, integrando las recomendaciones del Análisis Basado en Género (Government of Canada, 2020).

Se fueron adaptando las herramientas conforme se profundizaba en la realidad de la situación, quedando establecidas una primera versión de ellas como herramientas de apoyo para la aplicación del Marco, explicadas a continuación. Se llevó a cabo el procesamiento y análisis de datos, así como la definición de cada paso, a través de un proceso iterativo que finaliza en la propuesta del Marco que se presenta en este artículo y que está abierto a modificaciones conforme se siga avanzando en su proceso de desarrollo e implementación.

Resultados y discusión: el Marco Metodológico para transitar hacia una Vivienda Ecotecnológica Básica (Marco VIVE)

Premisas generales y estructura del Marco VIVE

El *Marco Metodológico para transitar hacia una Vivienda Ecotecnológica Básica* (Marco VIVE), parte de una visión sistémica sobre la ecotecnología, la habitabilidad básica y la producción social del hábitat. Busca que se alcancen unos mínimos necesarios para el desarrollo de las capacidades de las personas usuarias y se transite hacia la sostenibilidad de manera transdisciplinaria.

En consonancia con el Marco MESMIS (López-Ridaura et al., 2002), el Marco VIVE considera que:

- La sostenibilidad se define mediante siete atributos generales de los sistemas dinámicos: productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autogestión.

- Las evaluaciones de la sostenibilidad y de las necesidades son válidas para: a) una vivienda específica en una ubicación geográfica dada; b) una escala espacial previamente circunscrita (vivienda, espacio peridomiciliar, comunidad); c) un periodo de tiempo previamente determinado.

- La evaluación de la sostenibilidad es un proceso participativo que requiere un equipo de evaluación con una perspectiva transdisciplinaria. El equipo evaluador idealmente debería estar compuesto por evaluadores externos e internos (usuarios, técnicos, representantes de la comunidad y otros involucrados).

- La sostenibilidad debe medirse a través de la comparación longitudinal de un sistema, analizando su evaluación a lo largo del tiempo, pero también podrían medirse de manera transversal, comparando dos sistemas, uno alternativo y uno de referencia.

- La vivienda se analiza mediante 6 líneas estratégicas fuertemente integradas: 1) abastecimiento de agua, 2) saneamiento, 3) energía, 4) residuos, 5) alimentación y 6) cobijo, entendiendo en esta última las cuestiones relacionadas con la arquitectura, materiales, espacialidad de la vivienda y criterios de confort y habitabilidad, entre otros.

Definición de atributos y criterios de diagnóstico

Los atributos o propiedades sistémicas centrales de la vivienda se identifican para mantener la coherencia teórica tanto de la evaluación de la sostenibilidad como de la derivación de indicadores, de forma que produzcan ideas que trasciendan las disciplinas o escalas (Astier et al., 2008). Los atributos de aplicación en todos los sistemas son siete:

1. La **productividad**: es la capacidad de proporcionar los bienes y servicios económicos, sociales o ambientales esperados para satisfacer los objetivos de los diferentes actores relacionados con y en la vivienda. Se asocia a la asequibilidad de los servicios básicos y de la intervención que se realice, así como al retorno, tanto por excedente de recursos como por ahorro en cuanto a los servicios básicos.

2. La **estabilidad**: es la capacidad de proporcionarlos sin degradar los recursos base naturales, económicos o sociales de los cuales dependen para realizar dichos objetivos.

3. La **confiabilidad**: es la capacidad de mantenerse estable ante cambios de los subsistemas o los sistemas sociales, económicos o ambientales con los que interactúa, ya sean variaciones normales en su ambiente.

4. La **resiliencia**: es la capacidad de mantenerse ante variaciones extremas (shock o estrés).

Estabilidad, confiabilidad y resiliencia se agrupan en cuanto a disponibilidad, calidad y salubridad, seguridad, habitabilidad, funcionalidad y uso, así como capacidad de adaptación de los servicios básicos y la vivienda.

5. La **adaptabilidad**: es la capacidad de mantenerse ante perturbaciones que afecten de manera permanente. Se asocia a la adaptación cultural, la flexibilidad e innovación, al orden, apariencia y bienestar y a la contextualización de la vivienda y sus servicios básicos.

6. La **equidad**: es considerada un aspecto de la estabilidad social de las viviendas. En este caso engloba las situaciones y limitaciones en el acceso y uso de la vivienda y sus servicios, así como la accesibilidad a ellos.

7. La **autogestión**: es considerada como un mecanismo para responder ante perturbaciones en el ambiente donde la vivienda se desarrolla. En ella se engloban el mantenimiento local, la autosuficiencia, la organización y la participación.

El conjunto de atributos proporciona el marco general para guiar la derivación de indicadores durante el proceso de evaluación.

La estructura lógica del proceso de evaluación se ilustra en la Figura 13. Primero se elige la vivienda a evaluar, indicando el sistema que compone, las dimensiones espacial y temporal, escalas y contextos. Hay una serie de características críticas que ayudan a aterrizar inicialmente los atributos generales de la sostenibilidad, que pueden ser de naturaleza ambiental, social, económica, política-institucional o cultural (áreas de evaluación). Para

cada área se definen criterios e indicadores de diagnóstico, que se pueden rastrear hasta los distintos atributos de la sostenibilidad (Tabla 5). Este procedimiento asegura una relación consistente entre los indicadores de sostenibilidad y los atributos generales de las viviendas (Ídem).

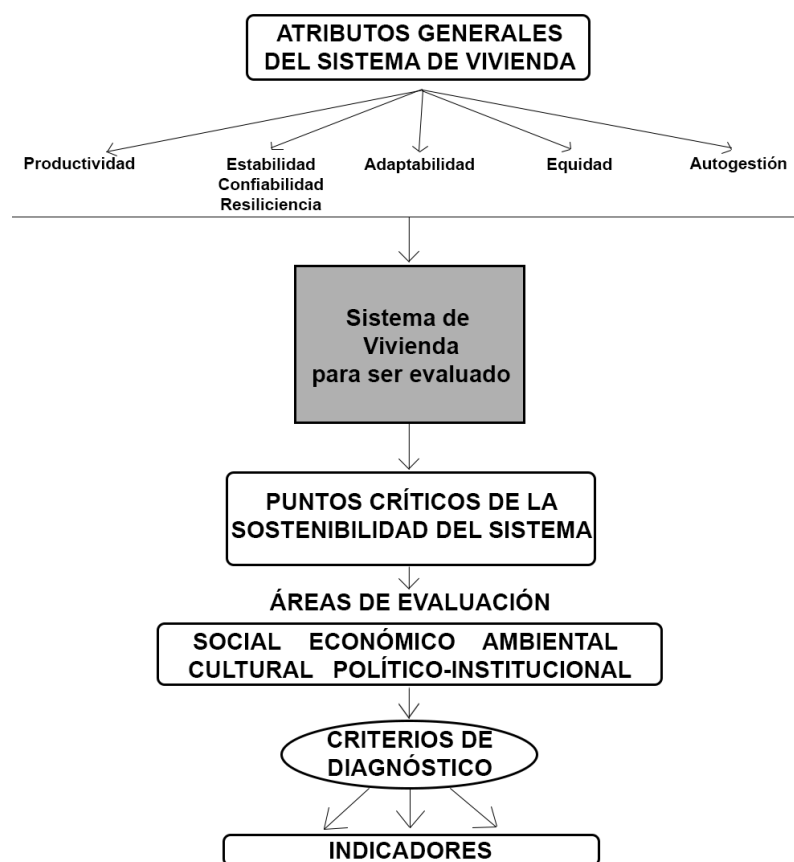


Figura 13. Marco VIVE: vinculando atributos con criterios de indicadores. Fuente: adaptación de López-Ridaura et al. (2002).

Tabla 5. Atributos y criterios de diagnóstico. Fuente: elaboración propia.

Atributo	Criterio de diagnóstico	Atributo	Criterio de diagnóstico	
Productividad	Asequibilidad	Adaptabilidad	Adaptación cultural	
	Ahorro		Flexibilidad e innovación	
Estabilidad Confiabilidad Resiliencia	Disponibilidad		Orden y apariencia/Bienestar personal	
	Calidad/Salubridad		Contextualización	
	Seguridad		Equidad	Situación (limitaciones) en el acceso y uso
	Habitabilidad			Accesibilidad
	Funcionalidad/Uso	Accesibilidad arquitectónica		
Capacidad de adaptación	Autogestión	Mantenimiento local		
		Autosuficiencia		
		Organización		
		Participación		

Estructura operativa del Marco VIVE

El Marco VIVE comprende un ciclo que consta de 4 fases y 10 pasos (Figura 14) que ordenan el diagnóstico, evaluación, diseño e implementación de innovaciones ecotecnológicas, con un monitoreo y un proceso iterativo que permitirá el seguimiento a la evolución de las viviendas. El Marco se plantea para que pueda ser adaptable y flexible a diferentes niveles de disponibilidad de datos y recursos técnicos y financieros locales. A continuación, se describen los diferentes pasos, considerando lo más importante de cada uno de ellos.

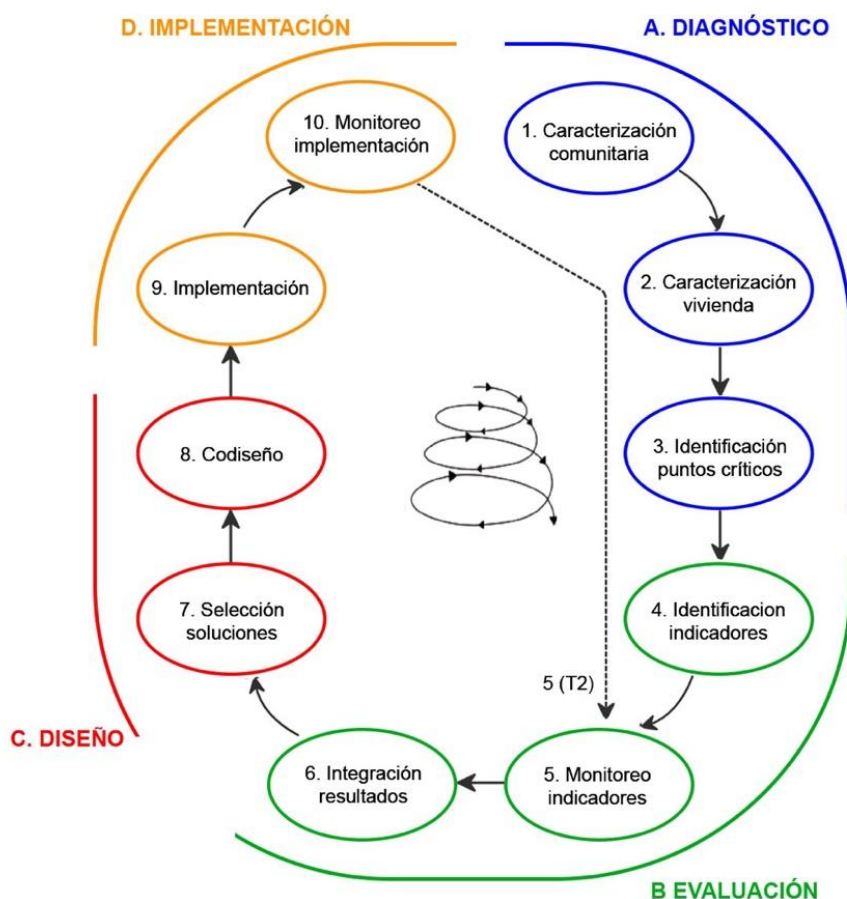


Figura 14. Marco VIVE. Fuente: Elaboración propia.

Fase 1. Diagnóstico

Los pasos correspondientes a la fase de diagnóstico son tres: 1) la caracterización comunitaria; 2) la caracterización del sistema; 3) la identificación de puntos críticos positivos y negativos.

Paso 1. Caracterización comunitaria

Se realiza a partir de cuatro actividades principales que se concatenan. La primera es el uso de datos públicos existentes de acceso libre. Para ello se desarrolló una herramienta que permite recopilar información procedente de censos, encuestas, etc. En ella se recoge información en cuanto a las 5 áreas de la sostenibilidad y las 6 líneas estratégicas de estudio de la vivienda a nivel nacional, estatal, municipal y local, según cada dato. Esto permite tener un conocimiento inicial sobre la comunidad donde se trabajará.

La segunda actividad consiste en definir una caracterización bioclimática realizada con el software *Bioclimatic Analysis Tool* (Rincón & Fuentes, 2014). Esta caracterización, utilizando como base las Normales

Climatológicas del servicio Meteorológico Nacional de CONAGUA (2022), permite obtener las recomendaciones sobre las estrategias de diseño adaptadas a la zona de estudio para obtener un confort higrotérmico al interior de las viviendas. Esto alineado al tipo de clima, temperaturas, los rangos de confort higrotérmicos, requerimientos bioclimáticos anuales, temperaturas horarias, humedad relativa, vientos predominantes, alturas solares anuales, diagramas y estrategias bioclimáticas, entre otros. En este paso se incluye un análisis de los condicionantes del terreno, como son la ubicación, dimensiones del predio, orientaciones y tipos de suelo.

La tercera actividad consiste en realizar talleres participativos y recorridos comunitarios. Para ello se ha diseñado una herramienta para recopilar y estructurar la información que se obtenga a través de los encuentros con actores clave de la comunidad. Al realizar esta etapa se pueden identificar diferencias con los datos públicos.

Por último, la cuarta actividad consiste en la definición de los criterios de selección de las familias y viviendas que estarán participando en el proyecto. Al final de la caracterización comunitaria se definen los criterios de selección, por parte del equipo de trabajo y en consenso con las autoridades comunitarias, tratándose de seleccionar aquellas viviendas alineadas a las principales problemáticas de la comunidad y que tengan los requisitos establecidos de manera conjunta.

Paso 2. Caracterización del sistema vivienda

En este paso se identifica el sistema de vivienda y se establece el alcance espacial y temporal de su evaluación. Se definen sus límites, tipología, subsistemas y flujos. Se debe incluir información en cuanto a sus límites físicos, componentes (espaciales y tecnológicos), qué entra y sale del sistema (agua, energía, residuos...), las actividades que se realizan, prácticas y costumbres y su tipología (ver Astier et al., 2008, capítulo 4). Finalmente, caracterizar su contexto, incluyendo una descripción de los principales factores.

Para realizar esta tarea se estableció una herramienta de apoyo a la recopilación de toda la información sobre cada sistema. Engloba las características tecno-arquitectónicas, socioeconómicas, culturales e históricas, políticas e institucionales y ambientales. En el caso de estudios longitudinales, estas actividades se deberán realizar antes y después de la implementación de las innovaciones ecotecnológicas.

Paso 3. Identificación de puntos críticos

Después de caracterizar las viviendas, es importante analizar los aspectos o los procesos que limitan o fortalecen la capacidad de los sistemas para sostenerse en el tiempo. Al identificar las fortalezas y las debilidades se parte, conceptualmente, de los criterios de diagnóstico para entender cuáles son los factores que, ya sea de forma individual o combinada, puedan tener un efecto positivo o negativo en las líneas estratégicas de estudio de la vivienda, por ejemplo, la habitabilidad, la seguridad estructural o el acceso a los servicios básicos. Algunas preguntas clave para ello pueden ser: ¿Qué aspectos del sistema vivienda es más vulnerable? ¿Cuáles son las características más robustas de la vivienda?

La identificación de las fortalezas y las debilidades del sistema es una tarea indispensable para centrar, reducir y dar dimensiones manejables al problema bajo análisis. Los factores que teóricamente podrían incidir sobre la sostenibilidad de un sistema de vivienda son tantos que, si no se hace este esfuerzo de síntesis, difícilmente se obtendrán resultados verdaderamente útiles de la evaluación. En este caso, debe de establecerse un consenso entre el equipo evaluador, integrando las prioridades de la familia y las visiones de los distintos actores.

Una vez identificadas las características críticas de la vivienda, deben vincularse a los distintos atributos de sostenibilidad, para asegurar que todos los atributos se hayan abordado en la evaluación. Los puntos críticos pueden estar relacionados con un solo atributo o con un conjunto de ellos. Por ejemplo, la envolvente en mal estado, que puede estar provocando que se pase frío al interior, tendría incidencia en la confiabilidad, estabilidad

y resiliencia, en cuanto a la habitabilidad, pero también en la asequibilidad, en cuanto al gasto energético para mantener la temperatura de un espacio.

Ejemplo de la fase de diagnóstico

Se obtuvieron una serie de datos iniciales de Cherán Atzicúrin con la caracterización comunitaria a través de datos públicos. La comunidad está en la Meseta purépecha de Michoacán, en zona templada. Tiene 2,942 habitantes y 1,066 viviendas (INEGI, 2020). Presenta varias necesidades, como que el 84% de las viviendas no cuentan con drenaje, que el 30% de las viviendas cuentan con suelo o piso de tierra. También se observaron datos como que el 85% de la población de la región usa gas LP. Esto se pudo contrastar con la caracterización comunitaria de manera participativa, ya que se identifica que la mayoría de la población de la localidad usa leña para cocinar. Esto evidencia la necesidad de contar con datos reales y aterrizados para cada contexto.

Cheran Atzicúrin presenta problemas relacionados con la falta de acceso a agua limpia; la falta de drenaje, evacuándose las aguas grises a la calle, y presencia de letrinas o pozos; problemas en cuanto a la contaminación dentro de las cocinas por el uso de dispositivos ineficientes; basura, que se acumula en las barrancas de la comunidad; materiales inadecuados que provocan una falta de confort higrotérmico en los espacios; y hacinamiento.

En cuanto al análisis bioclimático, se sugiere para la comunidad una configuración compacta de las viviendas, el tamaño de las aberturas en torno al 10-20% del área de las fachadas, sombreado y protección contra la lluvia en las aberturas y muros, pisos y cubiertas masivos, con retardo térmico arriba de 8 horas.

Los criterios de selección de las viviendas, definidos junto al Consejo Comunitario, incluyeron que 1) al menos, hubiera una vivienda en cada cuadrante de la comunidad (espacialidad urbana); 2) que las viviendas tuvieran carencias respecto a las líneas estratégicas de estudio de la vivienda (necesidades habitacionales); 3) que la familia tenga dificultades económicas; 4) que se consideren diversas tipologías de viviendas (por ejemplo, con patio trasero, con patio grande alrededor de la vivienda y viviendas tradicionales, llamadas trojes); 5) que se considere en la selección a colectivos vulnerables como adultos mayores, madres solteras y personas con discapacidad; y 6) que sean familias que estén dispuestas a participar activamente y con la que pueda haber un contacto directo durante todo el proceso de implementación del marco.

Tras la caracterización del sistema vivienda, se identifican 3 tipologías distintas en la comunidad (Figura 15): viviendas con patio repartido en el predio (tipología 1), viviendas con troje tradicional (tipología 2) y viviendas sin patio (tipología 3). En la Figura 16 se muestra un ejemplo de diagrama para la caracterización de una vivienda de Cherán Atzicúrin, incluyendo tecnologías, espacios y prácticas.

En la Tabla 6 se muestra un ejemplo de los puntos críticos identificados para la línea de energía de una vivienda de Cherán Atzicúrin, ordenados por prioridad de abordaje.

Tabla 6. Puntos críticos identificados para la línea estratégica de energía. Fuente: elaboración propia.

	Puntos críticos positivos	Puntos críticos negativos
Energía	La familia tiene acceso a leña constantemente, que obtienen de su terreno.	(1) Existe contaminación dentro de la cocina, con presencia de hollín. (2) Usan un fogón. (3) Pasan frío y calor en la cocina.



Figura 15. Tipologías arquitectónicas identificadas en Cherán Atzicúrin. Fuente: elaboración propia.



Figura 16. Croquis - representación de un sistema de vivienda de la comunidad de Cherán Atzicúrin. Fuente: elaboración propia.

Fase 2. Evaluación

La fase de evaluación engloba los pasos: 4) Selección de indicadores, 5) Monitoreo de indicadores y 6) Integración de resultados.

Paso 4: Selección de los criterios de diagnóstico e indicadores estratégicos

Una vez determinado el problema bajo estudio, con sus fortalezas y debilidades, se procede a identificar los diferentes indicadores que permitirán evaluar el grado de sostenibilidad del sistema. Los indicadores se seleccionarán y definirán conjuntamente por quienes participan en el proceso de evaluación. Para ello se parte definiendo, en primer lugar, los criterios de diagnóstico.

En este caso se desarrolló un listado de referencia, para adaptar a la situación y contexto de estudio de cada uno de los casos, ordenados por atributo y para cada una de las líneas estratégicas de estudio de la vivienda.

Una vez establecidos todos los posibles indicadores se realiza una selección final para generar un conjunto de indicadores estratégicos que puedan medirse o estimarse. Debe ser un conjunto sólido, pero no necesariamente exhaustivo, es decir, deben incluirse aquellos que revelan características críticas de la vivienda bajo análisis (López-Ridaura et al., 2002).

Paso 5: Medición y monitoreo de los indicadores

Una vez obtenido el cuadro resumen con la lista final de indicadores es necesario discutir con detalle el procedimiento que se utilizará para su medición y monitoreo. Existe toda una gama de posibilidades para la medición de indicadores. Puesto que la sostenibilidad se refiere al comportamiento del sistema de vivienda en el tiempo, conviene hacer énfasis en métodos de toma de información que incluyan el monitoreo de procesos durante cierto lapso, el análisis de series históricas o el modelaje de ciertas variables (Ídem).

El monitoreo de los indicadores debe llevarse a cabo según la temporalidad definida para cada uno de ellos, las características del equipo de evaluación y los recursos técnicos, económicos y de tiempo disponibles para ello. Derivado de MESMIS hay muchos ejemplos de herramientas, como revisión de literatura y bases de datos, medición directa, instalación de dispositivos de monitoreo, modelos de simulación, encuestas, entrevistas abiertas y semiestructuradas, técnicas grupales o talleres, entre otras.

Paso 6: Presentación e integración de resultados

En esta etapa del ciclo de evaluación, se deben resumir e integrar los resultados obtenidos mediante el monitoreo de los indicadores. Es un momento clave en el ciclo de evaluación, pues se pasa de una fase de diferenciación, centrada en la recopilación de datos para cada indicador, a otra de síntesis de la información que allanará el camino para emitir un juicio de valor sobre las viviendas analizadas y refleje su comparación en cuanto a su sostenibilidad (Ídem).

El principal reto metodológico es que se trabaja con indicadores que condensan información muy variada y difícilmente agregable. Para la integración de los indicadores se deben contemplar métodos multicriterio que permitan examinar de manera transparente la multidimensionalidad de los sistemas, así como detectar posibles sinergias o relaciones de competencia entre los distintos atributos sistémicos (por ejemplo, la relación entre el tipo de combustible utilizado, la contaminación intradomiciliaria o el confort térmico). Pueden usarse procedimientos cualitativos, cuantitativos, gráficos y mixtos y se sugiere la integración de los resultados a través de una gráfica tipo amiba que permite comparar gráficamente las ventajas y limitaciones de los sistemas evaluados y mostrar en qué medida se ha cumplido el objetivo para cada indicador.

Ejemplo de la fase de evaluación

En la Tabla 7 se incluye un ejemplo de indicador inicialmente definido para el criterio de diagnóstico “calidad”, en este caso definido para la línea de energía, donde se encontraban los problemas principales de una vivienda. El conjunto de indicadores derivados de la evaluación de la vivienda debe cubrir los siete atributos de la sostenibilidad, así como las dimensiones de evaluación social, ambiental, económica, política-institucional y cultural. En este ejemplo, la calidad del aire se mide en una escala de Likert, pensando en que no se requieran instrumentos especializados, pero podría adaptarse al uso de un medidor de calidad del aire, si se contase con la posibilidad de colocarlo.

Tabla 7. Ejemplo de indicador para el criterio de diagnóstico “calidad”. Fuente: elaboración propia.

Atributo	Criterio de diagnóstico	Medición	Datos necesarios	Descripción del indicador
Estabilidad Confiabilidad Resiliencia	Calidad	Ex ante Ex Post	1. Calidad del aire en la cocina (<i>ex ante</i>), medida en escala de Likert (1=pésima; 5=excelente). 2. Calidad del aire en la cocina (<i>ex post</i>)	Nivel de reducción de los contaminantes en la cocina después de la implementación de las innovaciones ecotecnológicas. Calidad=nivel de contaminación ex post – nivel de contaminación ex ante

Aunque en el caso de estudio todavía se están desarrollando la definición de indicadores (paso 4), se muestra un ejemplo de cómo presentar los resultados integrados (Figura 17). En el primer ciclo del Marco se obtendría la medición en azul (pre-intervención) de una vivienda con necesidades en cuanto a confort, calidad del aire, disponibilidad del agua y cantidad de agua (accesibilidad), hacinamiento y autosuficiencia.

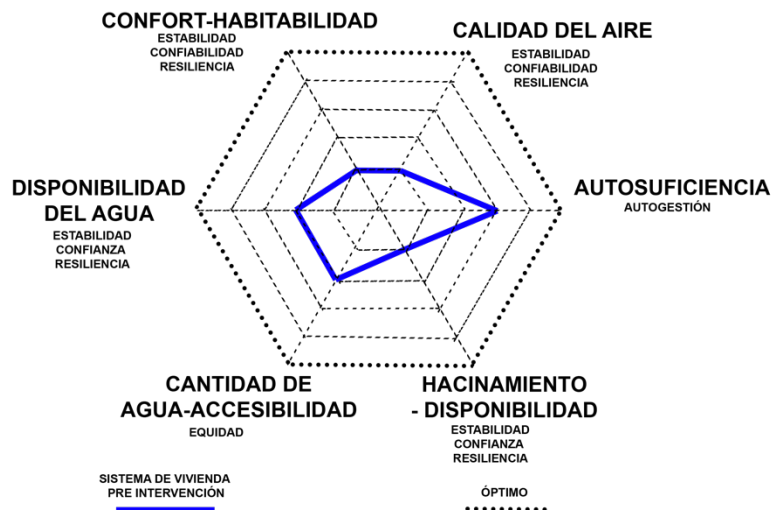


Figura 17. Ejemplo de gráfica de amiba de evaluación pre-intervención de las innovaciones ecotecnológicas. Fuente: Adaptación de López-Ridaura et al. (2002).

Fase 3. Diseño

Dentro del marco VIVE, se define la fase de diseño en dos pasos distintos: 7) Selección de soluciones ecotecnológicas y 8) Codiseño.

Paso 7: Selección de soluciones ecotecnológicas

Para poder llevar a cabo el paso 7 se ha trabajado la herramienta VIVETECA (Olaya-García, et al., 2022b). En ella, se recopila información sobre ecotecnias que pueden implementarse para reducir las necesidades habitacionales, para tomar decisiones respecto a qué solución implementar. Por ejemplo, qué necesidad habitacional aborda cada solución, cuál es su costo aproximado, si es una solución individual o comunitaria, para qué tipo de clima, etc. Con la VIVETECA se podrá reducir el universo de soluciones y, a través de un proceso con el equipo evaluador donde se discutan y analicen las principales limitaciones y posibilidades de las viviendas para fortalecerlas, elegir las que se consideren prioritarias para las necesidades identificadas. Aquí se incluye, además de las soluciones identificadas en la VIVETECA, la realización de modificaciones a las viviendas, diseño de nuevos espacios o cualquier estrategia que se considere pertinente.

La VIVETECA tiene asociada, además de la base de datos, unas fichas informativas de cada una de las soluciones recopiladas (Figura 18). En este caso, se vuelve una herramienta de divulgación y difusión de las tecnologías y sirve para llevarlas a las familias que están participando en el proyecto para que las conozcan, a modo de introducción. Las fichas de la VIVETECA se estuvieron trabajando a lo largo de un proceso de adaptación, para que pudieran ser entendidas desde la comunidad.

Estufa ahorradora de leña (EN06)

DESCRIPCIÓN GENERAL

Estufa ahorradora de leña

Dispositivos que aprovechan el calor liberado por la quema de la leña para la cocción de alimentos. Son la alternativa al fogón tradicional ampliamente utilizado en zonas rurales para la cocción de alimentos, calefacción y calentamiento de agua.

Ventajas

- Puede reducir el consumo de leña y el gasto, esfuerzo o tiempo asociado a su obtención.
- Disminuye las afecciones a la salud de los usuarios.
- Da mayor comodidad para cocinar y disminuye las horas de trabajo, permitiendo así disponer de más tiempo para otras actividades.
- Contribuye a la mitigación de gases de efecto.
- Permite llevar un método de cocción de alimentos a lugares donde la obtención de otros tipos de combustibles es complicada.

Desventajas

- Representa una inversión inicial que para algunos usuarios puede parecer elevada.
- Si no se tiene el debido cuidado o las instrucciones correctas, puede existir dificultad en la operación/uso y el mantenimiento de la estufa por parte del usuario.

NECESIDAD QUE RESUELVE

ALIMENTACIÓN: ABASTECIMIENTO, ALMACENAMIENTO, CONSERVACIÓN, PREPARACIÓN, COCCIÓN

ABASTECIMIENTO: DISPOSITIVOS EFICIENTES

ENERGÍA

CORRIJO: SALUBRIDAD, CONFORT

SANEAMIENTO: RECOLECCIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO

AGUA: ABASTECIMIENTO, ALMACENAMIENTO, TRATAMIENTO

RESIDUOS: RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO, TRATAMIENTO/ MANEJO

PRIMARIA

La estufa nos ayuda en la preparación y cocción de alimentos, donde también es un dispositivo de aprovechamiento eficiente, ya que permite disminuir la cantidad de leña que se usa. Por el lado de la energía, se considera eficiente porque está diseñada para reducir el consumo de leña.

SECUNDARIA

Nos permite llevar a cabo actividades en un ambiente más limpio y brindar una sensación de confort al el calor generado en la estufa se aprovecha para la calefacción de los espacios.

REQUERIMIENTOS CONTEXTUALES

Entorno: RURAL, PERI-URBANO, URBANO

Escala de uso: INDIVIDUAL, FAMILIAR, COMUNITARIO

Condiciones especiales: Existen diferentes modelos según las necesidades del usuario.

Bioclima aplicable o sugerido: Temperatura: CÁLIDO, TEMPLADO, FRÍO; Humedad: SECO, SEMI-SECO, SEMI-HUM, HÚMEDO

Estufa Ahorradora de Leña 1 de 2.

Estufa ahorradora de leña (EN06)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tipo de solución: AUTO - CONSTRUCCIÓN, PRODUCTO COMERCIAL

Vida útil: NO ESPECIFICADO

Tiempo de instalación: DEPENDE DEL MODELO

Componentes principales

- Cámara de combustión.
- Entrada para leña.
- Canales por los que circula el humo.
- Comales y planchas.
- Base del fogón.
- Chimenea.

Versiones variantes

Construidas in situ:

- Patsari
- Plancha
- Plancha Prefabricadas:
- Onil
- Catali
- Chavari
- Ecoestufa

Normas aplicables

- NMX-Q-001-NORMEX-2017

Requerimientos para el mantenimiento

- Sacar la ceniza todos los días antes de prender la estufa.
- Limpiar las hornallas y los tubos cada tercer día (para hornallas utilizar una escobilla o cepillo, raspar los costados y el tope para sacar la ceniza; para limpiar los tubos usar una cuchara para sacar el hollín).
- Limpiar los comales o traster.
- Cada mes se quitan y limpian los tubos con una escoba o un pedazo de costal de plástico.
- Enjarjar la estufa, por lo menos una vez al mes, hará que dure más tiempo y luzca bien.

Costo aproximado

Los costos de las estufas van desde \$200MX hasta \$3,000MX, variando si son prefabricadas o de construcción in situ. El costo de una estufa de todo y arena puede oscilar entre \$200-250 por la compra de la chimenea, sin incluir el costo de los materiales locales, la capacitación y la mano de obra. Si la estufa se construye con adobe y cemento entonces el costo aumenta entre \$3000 y \$6000.

Requerimientos para la instalación

- Disponibilidad de espacio o superficie para instalación y uso.
- Se debe calcular el tamaño y tipo de estufa eficiente de leña de acuerdo a las necesidades del hogar.

INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Organización que desarrolla, produce o promueve: Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA), InfraRural

País o región de referencia: Michoacán, México, CDMX, México

Intenciones de la organización: DIFUSIÓN, TRANSFERENCIA, VENTA, DIFUSIÓN, TRANSFERENCIA, VENTA

Algunas especificaciones (costos, información adicional, etc)

Cuentan con un programa de Energía Rural en que se diseñan, evalúan e implementan sistemas eficientes de energía como las Estufas eficientes de leña (Proyecto Patsari).

Construyen estufas eficientes de leña. Apoyan organizaciones para realizar programas de difusión de estufas eficientes de leña.

Contacto o enlaces de referencia

Caristara Páucarua: Energicaruaru 26, Tzenizenguro
Teléfono: +52(434) 323246
Correo: vberrueta@gira.org.mx
Página web: https://gira.org.mx/

Teléfono: 044 55 1309 4212
Correo: info@infraural.com
Página web: https://www.facebook.com/infraural

Más información de organizaciones

Estufas Kaltzintli
Soluciones Ecológicas de Bienestar Social
Manufacturas Especializadas Metálicas para la Industria de la Construcción S.A. de C.V.
CONAFOR
SEMARNAT

Estufa Ahorradora de Leña 2 de 2.

Figura 18. Ejemplo de una ficha informativa de la VIVETECA. Fuente: elaboración propia.

Paso 8: Codiseño de innovaciones ecotecnológicas

Una vez identificadas las posibles soluciones, se realizan una serie de actividades para codiseñar cómo se implementarán, sus innovaciones, adaptaciones necesarias, su integración en la vivienda y todos los detalles para ello.

Este paso puede apoyarse de metodologías de diseño participativo como la de Livingston (2006) y debe finalizar con una propuesta de diseño, por etapas, de cada una de las innovaciones ecotecnológicas ya definidas

por todo el equipo evaluador, incluyendo a las familias usuarias de manera prioritaria. Cada etapa de implementación puede incluir una o varias innovaciones y deben establecerse las acciones prioritarias a realizarse. Idealmente, cada etapa podría desencadenar un nuevo ciclo de medición del Marco VIVE.

Ejemplo de la fase de diseño

Para ilustrar la fase de diseño, ante las necesidades previamente identificadas en la comunidad, se hace un ejercicio teórico de la obtención de las posibles soluciones ecotecnológicas y codiseño de su inclusión para una vivienda.

Por ejemplo, para una vivienda de la comunidad donde se identificase como problema principal la contaminación dentro de las cocinas por el uso de dispositivos ineficientes, la falta de confort térmico al interior de los espacios y el hacinamiento, se introducirían estas necesidades en la VIVETECA. También se especificaría que se encuentra en zona templada, se cuenta con un presupuesto de \$4,000 pesos y son una familia de 5 miembros, y la VIVETECA arrojaría varias soluciones posibles para implementar. Por un lado, se tendría la posibilidad de implementar una estufa mejorada tipo Patsari, otra estufa tipo Tuya o una cocina de gas, así como distintas soluciones de bioconstrucción para aplicar en la envolvente y mejorar el confort térmico.

Tras valorar con la familia estas opciones, se concreta que se implementará inicialmente la estufa tipo Patsari, que se puede construir con el apoyo de la familia y evitará que tengan que comprar gas LP. Tras la actividad de codiseño, en las que participan las familias y las personas implementadoras, se define que la estufa se construirá en la cocina situada en el oeste del predio, donde existe el problema de contaminación intradomiciliaria. Específicamente en la pared que da al norte, por sugerencia de los implementadores, para mejor evacuación del humo de la chimenea; y con azulejos amarillos en la parte exterior, por decisión de la familia.

Podría decidirse que, debido al presupuesto disponible, para abordar todas las necesidades identificadas, en una primera etapa se instalará una estufa Patsari, en una segunda etapa se construirá un cuarto para evitar el hacinamiento en la vivienda y, en una tercera etapa, se mejorará la envolvente de la vivienda aplicando una técnica de bioconstrucción con tierra y paja.

Fase 4. Implementación

La última fase engloba los pasos 9) implementación de las innovaciones ecotecnológicas y 10) monitoreo de la implementación.

Paso 9: Implementación de innovaciones ecotecnológicas

En este paso se construyen, implementan o instalan las innovaciones ecotecnológicas tal y como se concluyó en el paso de codiseño con las familias y las personas implementadoras. Según la disponibilidad de recursos económicos, técnicos o de otro ámbito, se llevará a cabo una o todas las innovaciones planteadas para cada etapa de la construcción. Para fomentar la eficiencia se recomienda implementar varias soluciones ecotecnológicas en el mismo proceso, por ejemplo, si se va a levantar el piso de la cocina para incluir el abastecimiento de agua desde un tinaco, que el mismo momento se incluya la instalación de drenaje o una instalación eléctrica, de manera que no haya que volver a levantar el piso en una ocasión posterior.

Paso 10: Monitoreo de las innovaciones ecotecnológicas

Esta fase se considera decisiva para la correcta adopción de las innovaciones ecotecnológicas y buen funcionamiento de la vivienda.

En este paso, las personas participantes en el equipo evaluador con conocimientos técnicos realizarán un seguimiento a las innovaciones ecotecnológicas instaladas. Este paso debe contemplar el desarrollo de talleres para capacitar a las personas usuarias en el uso y mantenimiento de las instalaciones, así como monitorear a lo largo del tiempo el correcto funcionamiento. El uso de la metodología MEMOTEC (Berrueta & Vázquez, 2021) ayudaría a establecer los pasos necesarios para monitorear un sistema dinámico y mejorar la intervención en miras a la corrección de la tecnología misma, su operación y mantenimiento, así como para corregir y reforzar el proceso de aprendizaje en el uso. Esto, contemplando en el monitoreo la articulación entre tecnología, uso, beneficio y adopción.

Segundo ciclo del Marco: Fase 2. Evaluación

A la par que se monitorea la implementación, se puede comenzar de nuevo el ciclo del marco VIVE, ahora en el tiempo 2, para ir monitoreando los indicadores, integrando los resultados y ver cómo ha mejorado cada sistema de vivienda tras la implementación de las innovaciones ecotecnológicas.

Una vez realizado todo el Marco e implementado las ecotecnias, se volvería a evaluar y se obtendría la medición en verde (post intervención) (Figura 19).

Por ejemplo, si se hubiera instalado una estufa de leña, mejoraría la calidad del aire y el confort al interior de la cocina. Si tras identificar como necesidades la disponibilidad (temporalidad) del acceso al servicio del agua, así como la cantidad, y se hubiera implementado un sistema de captación de agua de lluvia, mejorarían ambos criterios y, con las innovaciones implementadas, mejoraría la autosuficiencia. Sin embargo, si en esa etapa todavía no se hubiera implementado una recámara extra para reducir el hacinamiento, ese criterio no se modificaría hasta una medición del ciclo posterior, después de construir la nueva recámara.



Figura 19. Ejemplo de gráfica de amiba de evaluación pre y post-intervención de las innovaciones ecotecnológicas. Fuente: Adaptación de López-Ridaura et al. (2002).

Conclusiones

Abordar las necesidades habitacionales a través del desarrollo de marcos de evaluación de la sostenibilidad permite identificar las prioridades para la mejora de las viviendas y hacer explícita la situación contextual de cada una. A través del desarrollo de indicadores se pueden identificar la evolución de las viviendas y valorar las implementaciones realizadas. El Marco VIVE propone hacerlo a través de una estructura lógica que ordena cada uno de los pasos para llevarlos a la práctica y hacer operativo el concepto de sostenibilidad.

Este marco permite abordar la complejidad del hábitat a través de herramientas participativas y trabajo transdisciplinario. A través de un marco flexible se puede integrar la visión y las prioridades de distintos actores clave, de manera que todos los saberes y opiniones puedan ser reconocidos y discutidos, buscando, como fin último, la mejora de la calidad de vida de las familias usuarias.

Hay una serie de desafíos identificados en los que se debe seguir profundizando, para los que se necesita más investigación. En primer lugar, en definir y aterrizar herramientas sencillas que puedan hacer operativa la transdisciplina y la inclusión de los saberes. Aunque el marco se desarrolló inicialmente incluyendo la perspectiva de género y la problemática relacionada con las mujeres, existen nuevas herramientas metodológicas que pueden abordar este tema de una manera más robusta. Aquí se reconoce la necesidad de incluir el enfoque de género de manera más integral, la interseccionalidad, la pluriculturalidad y la intergeneracionalidad para que el marco integre y represente distintas realidades.

También en avanzar en el desarrollo de los productos y herramientas para implementar el Marco VIVE de manera guiada y entendible. Para ello se buscarán esquemas de aplicación que puedan usarse en distintos contextos y desde distintos tipos de actores.

Es necesario profundizar en los atributos de la sostenibilidad de los sistemas de vivienda y su interrelación con los criterios de diagnóstico y los indicadores, también de una manera transdisciplinaria. Esto con el objetivo de avanzar en el enfoque sistémico de la vivienda, para evitar los sesgos que el equipo de investigación pudiera haber establecido en la primera versión del Marco y para que pueda representarse una definición socialmente definida de la sostenibilidad en la vivienda, avanzando así hacia la transdisciplina.

Por último, se debe trabajar en la articulación de distintas escalas de evaluación. Actualmente el marco se enfoca en un sistema de vivienda, pero debe adaptarse para poder tener una visión más comunitaria y para escalarse, de manera que pueda registrarse el impacto de su implementación, ya sea a nivel regional, nacional o global. Para ello, el equipo de investigación está desarrollando un modelo geoespacial que permitirá espacializar tanto las necesidades habitacionales, como los impactos de las implementaciones, y permitir su réplica y escalamiento, con miras hacia un modelo de implementación adaptable a política nacional.

Actualmente, el equipo de trabajo sigue adaptando el marco VIVE para llevarlo a cabo en 30 viviendas de tres regiones climáticas de México, lo que permitirá seguir adaptándolo y validándolo en distintos contextos.

Agradecimientos

La primera autora agradece al Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, Universidad Nacional Autónoma de México. Los autores agradecen a la comunidad de Cherán Atzicurin por el apoyo recibido durante el desarrollo de la investigación.

Esta se desarrolló gracias al proyecto 315662 *Vivienda Ecotecnológica Básica: Soluciones transdisciplinarias para transitar de viviendas precarias a viviendas más sostenibles*, aprobado en la *Convocatoria 2020 para la Elaboración de Propuestas de Proyectos de Investigación e Incidencia para una Vivienda Adecuada y Acceso Justo al Hábitat* de CONACyT. También al proyecto IG101121 *Innovación Ecotecnológica y ODS en el contexto de adaptación al cambio climático*, del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

El presente trabajo ha abordado cuestiones relacionadas con la vivienda, sus servicios básicos, la situación respecto a las necesidades habitacionales, la visión de la vivienda desde distintos actores, la transdisciplina y la toma de decisiones para la implementación de innovaciones ecotecnológicas.

El trabajo intenta integrar y articular en un marco de análisis la Habitabilidad Básica (HaB), la Producción Social del Hábitat (PSH) y la ecotecnología con los sistemas complejos y los Sistemas Socio-Eco-Tecnológicos (STES). Para lograr este objetivo se utilizaron distintas técnicas de investigación, desde la revisión bibliográfica, el caso de estudio, la investigación-acción-participativa, el análisis de viviendas y herramientas como los talleres, entrevistas y recorridos comunitarios.

En un primer artículo, con base en el marco teórico, se sentaron las bases conceptuales que permitieron entender los criterios comunes y las características presentes y pertinentes en la vivienda. Este ayudó a definir el concepto de Vivienda Ecotecnológica Básica que rige esta investigación.

En el segundo artículo se presentó el Marco Metodológico para transitar hacia la Vivienda Ecotecnológica Básica (Marco VIVE), una herramienta que permite integrar distintas visiones, así como los pilares de la sostenibilidad (entendida desde lo social, ambiental, económico, cultural y lo político-institucional), como un medio para ordenar los procesos de mejora de las viviendas y no quedarse a nivel de teoría, si no tener incidencia real y concreta. El Marco VIVE se vislumbra con la posibilidad de adaptarse e integrar los anhelos, gustos, preocupaciones de las familias, siendo ellas y la mejora de su situación la razón central del abordaje de la vivienda. Asimismo, este marco busca englobar e interpretar las perspectivas de distintos actores clave: las familias, la academia, las asociaciones civiles, las instituciones gubernamentales y las personas relacionadas con las mejoras de las viviendas. Esto con miras a definir socialmente el problema y conducir a la acción, es decir, desarrollar la transdisciplina.

Innovación y beneficios

La innovación de esta investigación consiste, en primer lugar, en tomar en cuenta los distintos servicios básicos y la vivienda de forma integrada a través de un enfoque sistémico para llegar, a través de la arquitectura y el diseño, a sistemas de innovaciones ecotecnológicas que potencien sus beneficios y hagan más eficiente su implementación en la vivienda para mejorar la situación de las familias.

En segundo lugar, se ha innovado en combinar las visiones de la ecotecnología y de la HaB-PSH, lo que permite un apoyo mutuo entre ellas. De esta forma, la HaB aporta una visión integradora para las ecotecias en el marco de la vivienda y los mínimos necesarios para el desarrollo de las capacidades de las personas usuarias; la PSH permite la participación y la gestión comunitaria; y la ecotecnología aporta a ambas los dispositivos, métodos y procesos para aterrizarlas y poder alcanzar de forma tangible los beneficios en la vivienda.

Aunado a esto, se ha propuesto un ciclo de retroalimentación continua para evaluar la sostenibilidad, con una visión sistémica, basado en el MESMIS, y que innova en el desarrollo de herramientas integrales de diagnóstico, evaluación, selección de soluciones ecotecnológicas y diseño e implementación y monitoreo. En él, a través de la PSH, mediante la participación y la integración de saberes, se busca que los indicadores sean herramientas de cambio para sistemas más sostenibles, permitiendo la transformación de las asimetrías existentes y una nueva estrategia para generar conocimiento.

Las ciencias de la sostenibilidad demandan un esfuerzo simultáneo en la construcción de conocimientos teóricos y el diseño de aplicaciones prácticas para resolver problemas puntuales en sitios específicos (Ímaz et al., 2015). Consideramos que esta investigación colabora en su desarrollo aportando, como se ha justificado, una herramienta con una perspectiva innovadora e integradora al conocimiento original, basada en la relevancia del

tema de investigación en cuanto a lo social, ambiental, económico, político y cultural y, por lo tanto, en cuanto a la sostenibilidad.

Se espera que el Marco VIVE sea usado y conlleve beneficios en los cinco pilares de la sostenibilidad. En primer lugar, beneficios **sociales**, debido a que las personas usuarias y beneficiarias de la investigación serán, principalmente, las de contextos precarios que podrán implementar innovaciones ecotecnológicas y mejorar sus viviendas y calidad de vida. También beneficios asociados al desarrollo de la PSH, el fortalecimiento comunitario y la autogestión; las relaciones de género; y beneficios a la salud, al introducir ecotecias que los potencien.

Se esperan también beneficios **ambientales**, asociados a la modificación de patrones energéticos o la reducción en el uso de bienes naturales, al implementar ecotecias y mejoras en las viviendas que minimizan el impacto negativo de estas en su entorno; y **económicos** para las personas usuarias: al incluir la participación y fomentar la adopción y el uso de las ecotecias y, con ellas, aminorar el gasto energético, de combustibles o de agua en la vivienda; y al mejorar la eficiencia y eficacia de las intervenciones e incluir varias ecotecias en una misma intervención.

Aunado a esto, existen beneficios **culturales**, al avanzar en la comprensión de los modos de habitar y las técnicas de construcción tradicionales, incluyendo las viviendas vernáculas, y fomentar que estos se preserven. Por último, beneficios **políticos-institucionales**, al aportar una herramienta que se alinea a la demanda actual de la producción del hábitat y está enfocada a la sostenibilidad, que puede replicarse y usarse por todos los actores relacionados con la vivienda (personas autoconstructoras, autoproductoras, organizaciones de la sociedad civil, arquitectos y arquitectas, personas tomadoras de decisiones, gobiernos o personas gestoras de políticas públicas) para impactar de forma positiva en su desarrollo.

Como indica De Manuel (2010):

El hábitat está llamado a convertirse en un campo de conocimiento transdisciplinario y de acción intersectorial. Y la universidad, como ámbito de construcción de conocimiento y de formación de profesionales del hábitat, tiene en este campo una oportunidad de poner a prueba la interacción de sus funciones en colaboración con los agentes sociales y las administraciones públicas que tienen responsabilidad sobre el mismo.

Tras el desarrollo de esta investigación se identifican una serie de puntos importantes para resaltar, que incluyen los alcances del proyecto, hallazgos encontrados, retos y recomendaciones. Estos se ordenan en: 1) aspectos teórico-conceptuales, 2) aspectos metodológicos y 3) aspectos relacionados con la implementación del Marco VIVE en campo.

1) Aspectos teórico-conceptuales

En esta investigación se ha concebido la vivienda desde una perspectiva sistémica. Se aprecia la necesidad de un marco teórico y conceptual amplio, donde se conjuguen todas las áreas de evaluación de la sostenibilidad con la tecnología, la arquitectura y las prácticas asociadas.

Visión sistémica de la vivienda

Al inicio de la investigación se analizaron proyectos de implementación de servicios básicos para obtener información sobre lecciones aprendidas y buenas prácticas. Se analizaron 47 casos de estudio¹⁷ (De la Sota & Olaya-García, 2018) que incluyeron agua potable, saneamiento, electricidad y energía para cocinar, en concreto, estufas mejoradas de leña. Se consultaron fuentes bibliográficas sobre implementación de proyectos que

¹⁷ Casos de estudio analizados disponibles en: <https://bit.ly/3il79qT>

incluyeran servicios básicos, modelos de negocio, marketing social, introducción de la perspectiva de género en provisión de diferentes servicios básicos y lecciones aprendidas, entre otros.

Se observó una falta de ejemplos de proyectos implementados con integración de los servicios básicos y que no existe una solución única que pueda abordar todos los desafíos de provisión de servicios en zonas rurales empobrecidas. Como lecciones aprendidas y buenas prácticas se observó, entre otras, la importancia de realizar un estudio del contexto, considerando las diferencias existentes entre los servicios básicos; asegurar la adopción y el uso; la importancia del diálogo y la relación con la comunidad; la necesidad de transversalizar la perspectiva de género; diseñar las tecnologías basándose en las necesidades o co-diseño y elegir el modelo de financiación adecuado, junto con la comunidad y considerando la especificidad de cada servicio. Todo ello permitió plantear cuestiones iniciales para el Marco VIVE.

Es importante abordar la visión sistémica de la vivienda, que en este caso se plantea en: 1) agua limpia, 2) saneamiento, 3) energía, 4) alimentación, 5) residuos y 6) cobijo. Tras analizar las relaciones entre estas líneas, a través de talleres participativos con personas de la academia, se avanzó en el conocimiento asociado y se identificó el gran potencial de interrelacionarlas¹⁸.

Para avanzar en lo teórico-conceptual y seguir entendiendo y definiendo la vivienda con un enfoque sistémico, se recomienda desarrollar un modelo de lógica difusa (*Fuzzy-Logic Cognitive Mapping Modeling*), donde se analicen las relaciones entre los elementos del sistema y se identifiquen sus dinámicas de retroalimentación (Gray, Cox, et al., 2013; Gray, Zanre, et al., 2013). Esto permitirá integrar la percepción y el conocimiento de los distintos actores clave y fomentar el diálogo de saberes, con el objetivo de identificar las soluciones más eficientes en cada caso que impacten de manera global en la mejora de la situación de cada vivienda.

También es importante abordar y profundizar en los marcos de análisis multicriterio, para seleccionar ecotecnias a través de los criterios más relevantes para cada actor. Para ello se puede trabajar en un análisis multicriterio de las soluciones a través de un proceso analítico jerárquico (*Analytic Hierarchy Process*). Es un método de descomposición de estructuras complejas en componentes, ordenándolos en una estructura jerárquica donde obtener valores numéricos y sintetizar qué variable tiene más alta prioridad (Contreras & Pacheco, 2007). Tanto los modelos de lógica difusa como los marcos de análisis multicriterio permitirían que la toma de decisiones en cuanto a qué ecotecnias seleccionar e implementar, esté sustentada en un entendimiento más profundo de los *trade-offs* o las compensaciones asociadas a cada posibilidad.

Otro concepto interesante es el de Espacios Domésticos Oscilantes (EDO) que consideramos permitiría entender el uso, límites y espacialización de la vivienda y sus servicios básicos (para más información revisar Cherunya et al., 2020). Los EDO reflejan cómo las personas necesitan responder rápida y constantemente a las condiciones cambiantes y precarias, reorganizando sus prácticas diarias en el tiempo y el espacio y desarrollando una multiplicidad de opciones y soluciones parciales ante fluctuaciones constantes, esperadas e inesperadas, en las condiciones que permiten el acceso al servicio. Esto tiene consecuencias para la aceptación potencial y la incorporación de nuevas innovaciones ecotecnológicas. Los EDO ayudarían a entender cómo deben gestionarse las tareas domésticas en un complejo enredo de estados en constante cambio entre: servicios funcionales y no funcionales, normas socioculturales y presiones para romper reglas y capacidades cambiantes, en términos de conocimientos, necesidades fisiológicas, seguridad, relaciones sociales y habilidades económicas (Ídem). Y todo ello contemplando los elementos materiales, los conocimientos, la voluntad y las capacidades. Es, por tanto, una forma de operacionalizar la complejidad de la vivienda y los servicios básicos dentro de los STES.

Alineado a esto, se recomienda profundizar en la teoría sobre las capacidades y su relación con la HaB-PSH y las ecotecnias para robustecer la investigación presentada. El enfoque de capacidades de Sen (1993) proporciona información valiosa sobre cómo comprender conceptualmente las oportunidades inciertas e inestables para realizar prácticas en un contexto de precariedad.

¹⁸ Informe de las interacciones entre los ejes disponible en: <https://bit.ly/3uxusX3>

Las necesidades de cada persona están construidas por sus vivencias, su entorno y cultura. Para el abordaje teórico y conceptual de la temática de estudio, es prioritario reconocer y validar las distintas cosmovisiones, entendimientos y abordajes culturales e integrar los distintos tipos de conocimiento. Para ello, pueden ser de utilidad avanzar hacia modelos como los de Stephens (2000) y Chapin et al. (2013) que revisan el conocimiento nativo tradicional y la ciencia occidental, viendo el grupo común que organiza principios, hábitos de la mente, habilidades y procedimientos. Esto para evitar que se impongan visiones dominantes ante las necesidades de cada familia y que, cada persona, desde su agencia, pueda ver validadas sus prioridades y necesidades. También, para que, ante la actual problemática ecológica y la desigualdad social y económica, se desarrollen esfuerzos que permitan trabajar colectivamente y generar nuevos cuerpos de conocimiento que nos aproximen a una sociedad cada vez más sostenible.

Se recomienda avanzar de manera teórica en la definición de los atributos de la sostenibilidad de los sistemas de vivienda y su interrelación con los criterios de diagnóstico y los indicadores, también de una manera transdisciplinaria. Esto con el objetivo de avanzar en este enfoque sistémico de la vivienda, evitar los sesgos que el equipo de investigación pudiera haber establecido en la primera versión del Marco y para que pueda representarse una definición socialmente definida de la sostenibilidad en la vivienda, avanzando así hacia la transdisciplina.

Retos identificados

Se identifica como un reto el marco jurídico actual ante la situación de las viviendas precarias. La mejora de la vivienda rural y el acceso a sus servicios básicos está reconocida como un derecho que no se está cumpliendo para la mayoría de las familias de zonas rurales. Igualmente, los reglamentos y normativas en cuanto a vivienda están totalmente desvinculados de la situación de las viviendas rurales con carencias y no se adaptan a sus realidades, exigiendo unos mínimos inalcanzables en la mayoría de los casos. Ante esto, la HaB fungiría como el marco que puede concretar unos criterios mínimos a alcanzar.

Existen también retos en cuanto a los paradigmas de pensamiento dominantes. Como ya se mencionó, el capitalismo neoliberal ha traído consigo la exclusión al “desarrollo” de los grupos sociales más pobres, especialmente en áreas rurales y asentamientos informales, donde son mayormente expuestos a situaciones de peligro ambiental y otros impactos directos e indirectos (Dodman & Satterthwaite, 2009; Friedmann, 1992; Ortiz et al., 2015). También que las políticas de innovación tecnológica se enfocan en estandarizar y generar nuevos productos, procesos y servicios adecuados para mercados globales (Ockwell et al., 2018; Ramani et al., 2012; A. Smith et al., 2014). Esto convierte a las tecnologías en bienes de consumo ajenos a la racionalidad y al contexto de quienes las obtienen. Ante esto, en los estudios de desarrollo y de transición sociotécnicos, la innovación debe estar impulsada por las necesidades y ser sensible al contexto (Hansen & Coenen, 2015; Korten, 1980; Satterthwaite et al., 2015). Para ello, la teoría sobre Desarrollo a Escala Humana (Max-Neef, 1993), que surge como una crítica al modelo neoliberal (Yáñez, 2022), puede permitir que se siga profundizando en el desarrollo teórico conceptual de esta investigación.

Aunque se identifica el gran potencial de las ecotecias y la PSH para fomentar este cambio de visión y dejar de ver a la tecnología y la vivienda como bienes de consumo, es un gran reto la forma de abordarlo para que realmente permee en la sociedad y los gobiernos. Ante ello, procesos de divulgación, de acercamiento a las comunidades y a toda la sociedad, comenzarían a sembrar este cambio de visión.

2) Aspectos metodológicos

Enfoque de género

Para el desarrollo del Marco VIVE, se analizaron 8 metodologías de identificación de necesidades y evaluación de la sostenibilidad (ver Capítulo 4, tabla 4), abordándolas como antecedentes relevantes para la investigación. Tras identificar sus puntos clave y extraer indicadores de referencia, se identificó que no existía la inclusión del enfoque de género de manera generalizada en ellos. Como dato de referencia, de 126 indicadores identificados como relevantes para el estudio y analizados, solo 3 tenían presente cuestiones relacionadas con el enfoque de género.

Aunque para el Marco VIVE se utilizó la metodología de Análisis Basado en Género (Government of Canada, 2020) para incorporar algunas cuestiones en el desarrollo de las entrevistas, es necesario avanzar en el desarrollo de herramientas de evaluación que integren y tengan presentes tanto el enfoque de género, como la interseccionalidad, la intergeneracionalidad y la pluriculturalidad. Esto para avanzar hacia la búsqueda de alternativas frente a la inequidad, exclusión social y vulnerabilidad asociadas a la vivienda, sus servicios y su contexto.

Perspectiva de otros actores

La autora realizó dos estancias de investigación: en el Instituto de Cooperación y Habitabilidad Básica (ICHaB) de la Universidad Politécnica de Madrid (España); y en el Instituto Andino Patagónico de Tecnologías Biológicas y Geoambientales (IPATEC-CONICET) de la Universidad Nacional del Comahue (San Carlos de Bariloche, Argentina), para potenciar la transferencia de conocimiento, el fortalecimiento de las redes de trabajo existentes y entender la situación habitacional de otros lugares. A través del trabajo con investigadoras de los centros, se profundizó en la metodología NAUTIA (Salas et al., 2019) y la identificación de necesidades prioritarias y situaciones de disparidad, tanto para campos de refugiados, donde se enmarca NAUTIA, como para comunidades como el Barrio Intercultural, un referente en cuanto a prácticas sostenibles, implementación de ecotecnias y procesos de autogestión (Barrio Intercultural, 2012; Enet, 2015; World Habitat, 2016), donde se llevaron a cabo entrevistas a actores clave y recorridos comunitarios.

Se pudo entender la importancia de que los procesos y compromisos políticos de largo plazo no deben fluctuar con los cambios de gobierno y que se desarrollen redes de trabajo con seguimiento por parte de distintos actores. También que, en cuanto a la implementación de ecotecnias, es necesario que los procesos estén monitoreados, que las ecotecnias estén adaptadas al contexto y que exista una capacitación a las familias. Estas experiencias permitieron reconocer las potencialidades y carencias del Marco VIVE, enriqueciéndolo a través del conocimiento y visiones de otros actores para fomentar el abordaje de estos problemas de manera transdisciplinaria.

También para integrar la visión y recomendaciones de otros actores de la academia, se realizaron talleres de socialización y enriquecimiento del Marco. Es conveniente incorporar en este tipo de dinámicas a otro tipo de actores, como personas usuarias, desarrolladoras de ecotecnias, líderes y lideresas comunitarias o actores gubernamentales. De esta forma seguir profundizando en las distintas visiones y su integración en el Marco VIVE.

Aspectos Operativos

El marco, como ya se ha mencionado, permite integrar las visiones de actores desde la transdisciplina y ser un mediador entre ellos. El reto principal es seguir desarrollando las herramientas y cada paso de manera que sea operativo y sencillo. Se identifica el reto de que esto se alinee con los tiempos limitados para el desarrollo de proyectos, por ejemplo, desde la academia o asociaciones civiles, por lo que debe concretarse como un marco relativamente rápido de implementar. También es importante tener siempre presente que el lenguaje utilizado en

el marco debe ser accesible y comprendido por todos los integrantes del equipo, por lo que debe testearse y validarse cada paso con distintos actores y contextos, de forma que sea siempre entendible.

Para que se pueda aplicar de manera guiada y clara, se debe avanzar en el desarrollo de los productos y herramientas para difundir el Marco y facilitar su uso. Para ello, aunque se plantea su concreción en un manual, se buscarán otros esquemas o formatos de difusión para usarse en distintos contextos y desde distintos tipos de actores, intentando evitar únicamente documentos impresos que suelen quedar obsoletos y caer en desuso.

Se ha trabajado la VIVETECA como una herramienta de apoyo al paso 7 del Marco VIVE, de selección de soluciones. Esta, con una categorización y sistema que estructura distintos aspectos, ha permitido recopilar, hasta la fecha, información sobre 68 soluciones ecotecnológicas¹⁹. La VIVETECA se vislumbra como una herramienta accesible que pueda ser utilizada, no solo para reducir el universo de posibilidades e identificar posibles soluciones, sino también como material de divulgación y transferencia ecotecnológica. Los avances de la VIVETECA se presentaron en el XII Congreso Internacional de la Red de Vivienda y Hábitat Sustentable de México y las adaptaciones de esta herramienta para englobar soluciones con tierra, en el 20° Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra (SIACOT) (Olaya-García, et al., 2022b).

A la par, se incidió en la divulgación sobre ecotecnia a través del desarrollo de fichas informativas²⁰ que se presentaron a las familias de las viviendas estudiadas. Estas fueron revisadas y validadas por personas expertas desde la academia y fueron evolucionando para adaptarlas a un lenguaje más sencillo y con unos criterios que permitieran su entendimiento por parte de las familias. Estas fichas deberían seguir validándose y adaptándose a cada contexto, por ejemplo, incluyendo imágenes de su instalación en viviendas tradicionales de cada caso de estudio para que fueran más cercanas y se reconocieran sus posibilidades desde la comunidad.

Se debería seguir adaptando los pasos y herramientas del Marco VIVE, para incluir de forma operativa el modelo de lógica difusa, los marcos multicriterios y los EDO mencionados en el subepígrafe anterior. También en integrar lo que se avance de manera teórico-conceptual en cuanto a atributos de la sostenibilidad, criterios de diagnóstico e indicadores y trabajar en la articulación de distintas escalas de evaluación. Actualmente el marco se enfoca en un sistema de vivienda, pero debe adaptarse para poder tener una visión más comunitaria y para escalarse, de manera que pueda registrarse el impacto de su implementación, ya sea a nivel regional, nacional o global.

Se ha desarrollado la instrumentación para darle consistencia y que sea una herramienta de mayor éxito para la incidencia, pero todavía hay que seguir trabajando en el desarrollo para que el marco sea escalable espacialmente y respecto a su incidencia en políticas públicas.

3) Aspectos relacionados con la implementación del Marco VIVE en campo

Trabajo de campo en comunidades rurales

Se planteó realizar trabajo de campo desde que se concibió esta investigación, ya que no tendría sentido desde una postura únicamente teórica. El principal reto para ello fue la pandemia por COVID-19, que conllevó la imposibilidad de realizar el trabajo en comunidades durante un largo periodo y que no se pudiera implementar todo el Marco VIVE durante el tiempo establecido para el desarrollo de la tesis doctoral. También fue, y sigue siendo un reto, el desarrollo de las actividades participativas asegurando en todo momento las medidas y protocolos pertinentes de seguridad e higiene, para velar por la salud de quienes participen.

¹⁹ Matriz con la información de las ecotecnia disponible en: <https://bit.ly/3iLGWry>

²⁰ Fichas disponibles en: <https://bit.ly/3UvKV8E>

Parte de la implementación y validación del Marco VIVE se llevó a cabo a través del trabajo en Cherán Atzicurin, en la meseta purépecha de Michoacán.

Inicialmente se aplicó la herramienta de caracterización de datos públicos²¹, identificando en censos y bases de datos abiertas, la situación de la comunidad y de la región en cuanto a las 6 líneas estratégicas de estudio de la vivienda y las áreas de evaluación de la sostenibilidad.

Se llevaron a cabo reuniones de acercamiento con distintos actores clave de la comunidad, lo que permitió entender la situación y la realidad desde distintos puntos de vista. Se generó un directorio, un mapa de actores clave y se realizaron visitas iniciales a 6 viviendas para entender la situación general. En ese punto, se planteaba implementar la herramienta en desarrollo para la fase de diagnóstico y se evidenció que era demasiado extensa para una visita, por lo que se adaptó para entender de manera general la problemática de las viviendas.

Se realizaron talleres participativos con distintos actores clave de la comunidad y con las familias, en los que se reconoció que las mujeres no participaron en la misma medida que los hombres, por lo que, adicionalmente, se hicieron talleres únicamente con mujeres (Figura 20). En estos, se pudo comprender la situación específica de ellas, que en la mayoría de las ocasiones se encargan de las tareas domésticas, identificando así problemáticas que no surgieron en los talleres mixtos.



Figura 20. Talleres en la comunidad de Cherán Atzicurin. Fuente: elaboración propia.

También se llevaron a cabo recorridos comunitarios para identificar y reconocer inicialmente las problemáticas existentes (Figura 21). Todo esto se plasmó en un documento de caracterización comunitaria²² que integra la caracterización realizada de manera colaborativa y que se devolvió al Consejo Comunal para su validación y co-construcción.

²¹ Herramienta de caracterización disponible en: <https://bit.ly/3F6c8Jh>

²² Documento disponible en: <https://bit.ly/3F9beMk>



Figura 21. Problemáticas identificadas en los recorridos comunitarios, como la acumulación de basura en las barrancas o el desagüe de aguas grises a la calle. Fuente: elaboración propia

Para la selección de las familias participantes, se hizo una petición al Consejo Comunitario de Cherán Atzicurin, con una serie de requisitos y criterios, para que identificaran 15 viviendas con potencial para participar. Estos fueron que las viviendas estuvieran situadas, al menos, una en cada cuadrante de la comunidad; que las viviendas tuvieran carencias respecto a las principales problemáticas identificadas de manera comunitaria (agua limpia, saneamiento, residuos y cobijo); que se considerasen las distintas tipologías de vivienda identificadas; que se considerasen a familias con dificultades económicas y colectivos vulnerables, como adultos mayores, madres solteras y personas con discapacidad; y que todos ellos tuvieran la voluntad de participar activamente durante el desarrollo del proyecto.

El Consejo planteó las viviendas y la autora, con el apoyo de un equipo de trabajo, las visitaron y caracterizaron para seleccionar las 8 viviendas²³ que presentasen más necesidades habitacionales (Figura 22), consensuando de nuevo con las autoridades la selección final. De esta forma se intenta reducir la posibilidad de que existan intereses creados para elegir a las familias participantes.



Figura 22. Viviendas visitadas en la comunidad de Cherán Atzicurin. Fuente: elaboración propia.

Para el caso de Cherán Atzicurin, el trabajo de campo coincidió con el cambio de gobierno del Consejo Comunitario, lo que ocasionó que se tuviera que empezar el vínculo con el nuevo consejo desde cero, y un reto

²³ Fichas de las 8 viviendas disponibles en: <https://bit.ly/3Uy2qoN>

añadido al desarrollo del proyecto. En este caso, se contaba también con la participación del Consejo Mayor, encargado, entre otras funciones, de validar y ratificar las decisiones del Consejo Comunitario.

En todo momento se potenció que las reuniones fueran claras y evitar generar falsas expectativas por parte de todas las personas involucradas. Cabe destacar que, muchas de las actividades previamente identificadas, consensuadas y los cronogramas planteados, tuvieron que adaptarse una vez en la comunidad y de manera inesperada, adecuándolos a los tiempos variables de los participantes, las recomendaciones del Consejo Comunal o el quórum requerido para llevarlas a cabo.

Se aplicaron las distintas herramientas para comprender la situación de las 8 familias, caracterizar las viviendas²⁴ e identificar los puntos críticos positivos y negativos²⁵. Para ello, se plasmaron tanto la identificación por parte de los integrantes de la familia, como del equipo evaluador, compuesto por la autora y otras personas desde la academia, generando diálogos para consensuar los temas prioritarios para ambos.

En Cherán Atzicúrin, situada en zona templada, se implementó la primera fase del Marco VIVE, pero también se ha comenzado su aplicación en otros dos lugares para avanzar hacia su réplica. Se llevó a cabo la caracterización inicial comunitaria (el paso 1 del Marco) en Morelos Uno, en el estado de Oaxaca, en zona cálida; y en la localidad de Maneadero, en el estado de Baja California, en zona seca²⁶ (Olaya-García et al., s. f.), también a través de entrevistas y talleres comunitarios, mixtos y sólo con mujeres (Figura 23 y Figura 24). Los documentos de caracterización se validaron por parte de las asociaciones civiles que participaron en las visitas de campo y que cuentan con un gran conocimiento de la realidad de cada lugar y un fuerte vínculo con las comunidades.



Figura 23. Talleres comunitarios realizados en Morelos Uno, Oaxaca. Fuente: elaboración propia.

²⁴ Resumen de la caracterización disponible en: <https://bit.ly/3UzR8QP>

²⁵ Puntos críticos de las viviendas analizadas disponibles en: <https://bit.ly/3iByAT3>

²⁶ Diagnóstico de Morelos Uno disponible en: <https://bit.ly/3h2RWA6>; y diagnóstico de Maneadero en: <https://bit.ly/3UCGwRa>



Figura 24. Talleres comunitarios realizados en Maneadero, Baja California. Fuente: elaboración propia.

En todo el trabajo de campo llevado a cabo para el desarrollo y validación del Marco VIVE, se implementaron herramientas que buscaron procesos colaborativos, así como la identificación de problemáticas y toma de decisiones de manera consensuada.

Lecciones aprendidas

Es recomendable que las herramientas de aplicación en las visitas de acercamiento no abrumen a las familias -especialmente si puede que no sean las que participarán en el proyecto- y sean rápidas de implementar. También que en todo momento se entienda el marco conceptual básico del proyecto, así como adaptarlo para que quienes participen comprendan todos los términos; y que se apliquen estrategias como dividir los talleres por género, para potenciar los espacios en los que las mujeres puedan expresarse libremente.

Tras la realización de esta caracterización comunitaria, se reconoce que la herramienta de datos públicos no se alinea totalmente con las problemáticas de la comunidad, por lo que es necesario que los censos y bases de datos públicas estén en constante actualización, y profundicen en la medida de lo posible en la realidad nacional en materia de vivienda y servicios públicos. También que las problemáticas que se identificaron en los talleres desbordan el objetivo del Marco VIVE y su aplicación en las viviendas, pero se reconoce la oportunidad de buscar aliados que puedan enfocarse a otros problemas importantes para la comunidad.

Es importante desarrollar esquemas democráticos, participativos y comunitarios, con decisiones consensuadas en todo momento, para evitar generar conflictos al interior de la comunidad y con el equipo evaluador externo.

También que los proyectos puedan tener un seguimiento a corto, mediano y largo plazo. Esto es un gran reto para los proyectos aplicados en comunidades y, en general, para los que tengan un seguimiento por parte de actores gubernamentales, por lo que es necesario identificar y establecer mecanismos y herramientas que permitan darle seguimiento a los más allá de los ejercicios y períodos de gobiernos y partidos.

Es muy importante ser claros y evitar generar falsas expectativas. Esto solo es posible con diálogo abierto, desde el respeto, con empatía, escucha y generando una relación cercana con quienes participan. También se recomienda flexibilidad ante el desarrollo de procesos en comunidades y apertura para adaptar las actividades en función de las necesidades que se presenten.

Se reconoce que integrar a más actores en el proceso familiar puede suponer un reto en cuanto a la integración de opiniones y toma de decisiones. También que las familias tengan dudas durante parte del proceso y desconfianza inicial. Esto se fue reduciendo en este proyecto a medida que reconocieron un compromiso por parte del equipo evaluador externo, a través de visitas periódicas y seguimiento vía telefónica.

Este trabajo realizado permite identificar el cambio en cuanto a las cuestiones sociales, culturales, las características biofísicas y las tipologías de viviendas, entre otras, y adaptar las herramientas para que el Marco se pueda implementar en distintos contextos.

En este caso, se identificaron tradiciones que se llevan a cabo en la vivienda y los espacios para ellas, que son importantes como patrimonio cultural inmaterial y se deben preservar, como el desarrollo de fiestas, reuniones o actos religiosos. En cuanto a las prácticas o costumbres en las viviendas, cabe destacar que, ante el acceso continuo a servicios básicos, se pierden algunas prácticas sostenibles, por ejemplo, dejar de captar agua al tener acceso constante a la red comunitaria de abastecimiento. Los procesos de transformación de la vivienda deben igualmente ser reconocidos e incorporados para que las soluciones ecotecnológicas identificadas se adapten a ellos. Por ejemplo, es común en la comunidad que cada vez se encuentren menos áreas verdes en las viviendas, ya que se transforman en patios interiores con piso de concreto.

Es necesario fomentar la innovación ecotecnológica, la generación conjunta, también denominada “innovación inclusiva” de nuevos dispositivos, métodos y procesos (Gavito et al., 2017). Esto debido a que las tecnologías dominantes no son accesibles físicamente, el escaso poder adquisitivo de las comunidades rurales que les impide invertir en ellas y que las innovaciones ecotecnológicas no cuentan con el apoyo necesario para poder avanzar en su desarrollo. También es necesario repensar el abordaje autogestivo de las viviendas y cómo generar procesos basados en la economía social y solidaria, que permitan que las familias puedan acceder a las soluciones ecotecnológicas.

Con todo el trabajo realizado se generó conocimiento, trascendiendo de la inter y la multidisciplinaria, a procesos transdisciplinarios. Alineado a la definición de transdisciplina (Scholz y Steiner, 2015), se definieron socialmente los problemas y se incorporaron a distintos actores en los procesos, así como sus conocimientos, todo ello para buscar conducir a la acción, es decir, a la mejora real de las viviendas.

Todavía queda mucho trabajo para replicar el Marco VIVE en distintos lugares, con los retos asociados que se presentarán en cada nuevo contexto de aplicación.

Consideraciones finales

La arquitectura tiene el potencial de permitir que se regule la pérdida o ganancia de energía, la reducción de la contaminación intradomiciliaria, apoyar en la adopción de la tecnología, mejorar la habitabilidad y la calidad de vida de las familias y hacerlo a través de distintos tipos de intervenciones, como el asesoramiento técnico, la autoconstrucción-autoproducción y la implementación de ecotecnología. También a través de diferentes escalas, desde pequeñas, que pudieran realizar las personas usuarias sin un coste elevado, hasta de mayor envergadura, a realizar a través del apoyo de instituciones o programas gubernamentales.

Para superar todos los retos planteados es importante articular esfuerzos, valorar los saberes de todos los actores, comenzando por los de quienes desde hace siglos manejan y cuidan los territorios: las familias, comunidades y pueblos campesinos e indígenas, quienes poseen conocimientos muy valiosos para el tránsito

hacia sociedades sostenibles (Alatorre et al., 2017) y que permitirán identificar problemas y construir el diagnóstico incorporando prioritariamente su perspectiva.

El Marco VIVE se crea como una herramienta que permita el diálogo de saberes, la mediación y avanzar hacia la transdisciplina, y la presente tesis sienta las bases para ello. Todo el trabajo que se desarrolla tiene como último fin que sean las familias que habitan viviendas con necesidades, las que puedan verse beneficiadas con la mejora de estas. Las innovaciones ecotecnológicas son solo un medio para ello y, desde la academia, no debemos olvidar que son las familias las que deberían ejercer su agencia y tener la última palabra en cualquier decisión que impacte en su vida.

Epílogo: avances paralelos y potencial del campo de estudio

Durante los cuatro años en los que se desarrolló esta tesis doctoral se avanzó en el desarrollo de actividades que abonaron a un esquema paralelo donde se vio el potencial de la tesis en ejecución.

En primer lugar, se estableció el Grupo de Trabajo sobre Vivienda Ecotecnológica (VIVE), coordinado por la autora y englobado en el Grupo de Innovación Ecotecnológica y Bioenergía (GIEB), del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES-UNAM).

Se desarrollaron prototipos de investigación en el espacio de la Asociación Civil Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable (GIRA), *Uandani*, que permitieron una mejor concepción del campo de estudio. Se construyó un prototipo de cuarto de cocinado (Figura 25), con posibilidad de controlar las tasas de ventilación a partir de su envolvente y realizar investigaciones en cuanto a contaminación intradomiciliaria.



Figura 25. Prototipo de cuarto de cocinado en el Centro Uandani. Fuente: elaboración propia.

También se desarrolló un prototipo de mejora higrotérmica de espacios a partir de técnicas de bioconstrucción (Figura 26), con miras a experimentar tradiciones constructivas y contribuir a generar conocimiento en el campo de la sostenibilidad en arquitectura en términos técnicos, económicos, sociales, culturales y ambientales (Vizcarra, 2017). El desarrollo de este tipo de técnicas nos permite buscar caminos diversos para comprender las bases de los saberes ancestrales, de la construcción con tierra y su equilibrio en la relación con el mundo y su ecosistema (Vizcarra & Hernández, 2020).



Figura 26. Caseta del guarda en Uandani al inicio de la mejora y al final. Fuente: Elaboración propia.

En este prototipo, se monitoreó la variación de la temperatura y la humedad interior de la caseta del guarda, tras la implementación de una técnica bioconstructiva basada en tierra y paja. Esto permitió validar una solución ecotecnológica que puede luego implementarse en viviendas con necesidades para mejorar el confort de los espacios.

Todo el trabajo desarrollado, incluyendo esta tesis, sienta las bases para continuar con la línea de investigación y abrir otras nuevas, lo que se va a posibilitar con el desarrollo del proyecto 321264 *Vivienda Ecotecnológica Básica*, aprobado en la *Convocatoria 2020 para la Elaboración de propuestas de Proyectos de Investigación e Incidencia para una Vivienda adecuada y Acceso Justo al Hábitat (PRONAI)*, del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

MODELO DE INCIDENCIA			
1	MARCO VIVE	1) DIAGNÓSTICO	1. CARACTERIZACIÓN COMUNITARIA
			2. CARACTERIZACIÓN VIVIENDA
			3. IDENTIFICACIÓN PUNTOS CRÍTICOS
		2) EVALUACIÓN	4. IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES
			5. MONITOREO DE INDICADORES
			6. REGISTRO DE RESULTADOS E IMPACTOS
		3) DISEÑO	7. SELECCIÓN DE SOLUCIONES
			8. CODISEÑO
		4) IMPLEMENTACIÓN	9. IMPLEMENTACIÓN
			10. MONITOREO DE LAS SOLUCIONES
2	CENTRO ECOTECNOLÓGICO		
3	ESPACIO COMUNITARIO		
4	SOSTENIBILIDAD FINANCIERA		
5	COMUNIDAD DE APRENDIZAJE		

Figura 27. Modelo de Incidencia Vivienda Ecotecnológica Básica y sus 5 componentes.

En él, se plantea un modelo de incidencia que contiene el Marco VIVE como eje central (Figura 27). Al menos, durante dos años y medio, se desarrollarán tres pilotos de estudio en Michoacán, Oaxaca y Baja California, en los tres lugares donde se realizó la caracterización comunitaria (Cherán Atzicurin, Morelos Uno y Maneadero). Esto posibilitará adaptar y validar el marco, tras aplicarlo en 30 viviendas, y unirlo a otros 4 componentes para desarrollar un modelo que tenga capacidad de incidencia a nivel nacional, generar procesos participativos y transdisciplinarios y avanzar en el conocimiento de la vivienda rural con necesidades, con el acompañamiento de profesionales, de las familias y de las comunidades de los tres pilotos de estudio.

Estos otros componentes que se unen al Marco VIVE surgieron como respuesta a los retos identificados en la tesis, y son:

1. El fortalecimiento del Centro Ecotecnológico *Uandani*, que actualmente está en desarrollo en la región de estudio de Michoacán, en las instalaciones de GIRA y que permite la implementación y validación de otros prototipos, la sensibilización de las familias usuarias en cuanto a soluciones ecotecnológicas y la capacitación de personal para implementar y monitorear las soluciones. El Centro se vislumbra con un gran potencial, tanto para la formación en ecotecnia, en educación ambiental, la divulgación e investigación, donde se incluyan a potenciales personas usuarias y ecotecnias regionales. Esto genera la posibilidad de desarrollar investigación aplicada, así como modelos y prototipos, algunos provenientes de la identificación de necesidades locales y otros para que sirvan de demostrativos para el uso y conocimiento de las familias.
2. El desarrollo y mejora de Espacios Comunitarios en cada comunidad, como puntos de encuentro para desarrollar talleres y reuniones, y que sirvan de enlace y escala intermedia entre las viviendas y los Centros Ecotecnológicos. Los espacios comunitarios se vislumbran como un aporte a la comunidad, más allá de las mejoras para las familias participantes, donde todas las personas pueden estar involucradas, pueden generarse procesos participativos comunitarios y puede fungir de obra de confianza para que las familias se sientan más seguras antes de intervenir en sus viviendas.

3. La búsqueda de la Sostenibilidad Financiera del proyecto a través de mecanismos basados en la economía social y solidaria, de manera que el proyecto pueda continuar una vez acabado el periodo aprobado en esta convocatoria.
4. El desarrollo y establecimiento de una Comunidad de Aprendizaje, que englobe a todos los actores del proyecto, así como otras personas que puedan estar interesadas. Esta se enfoca hacia el entendimiento y el desarrollo de conocimiento y soluciones ante el problema de la vivienda rural con necesidades habitacionales. A partir de ella se podrá reconocer los distintos puntos de vista y potenciar el diálogo de saberes.

Con este modelo de incidencia se abre el foco de la investigación planteada en esta tesis, buscando escalar los procesos para tener incidencia en política pública. Para el escalamiento y la réplica del Marco, el equipo de investigación desarrollará un modelo geoespacial que permitirá espacializar tanto las necesidades habitacionales, como los impactos de las implementaciones. También se desarrollará el modelo de lógica difusa y se avanzará en cuanto a los análisis multicriterio, identificados durante el desarrollo de la tesis como recomendaciones para robustecer el marco.

Con el modelo de incidencia se podrá avanzar en la validación completa del Marco VIVE, en tres contextos de implementación, con distintas escalas geográficas, características biofísicas y socioeconómicas, abarcando procesos participativos y de organización. También profundizar en las soluciones ecotecnológicas relacionadas con las adaptaciones de las viviendas vernáculas y técnicas tradicionales, así como soluciones enfocadas a la arquitectura bioclimática.

La fortaleza de este proyecto radica en la integración de un equipo transdisciplinario que aportará herramientas y procesos para ayudar a resolver la compleja problemática de la vivienda rural. También se potenciará la viabilidad y sostenibilidad de la propuesta a largo plazo, mediante el desarrollo de los Espacios Comunitarios, los Centros Ecotecnológicos, los mecanismos financieros basados en la economía social y solidaria y las Comunidades de Aprendizaje.

Desde el Grupo de Trabajo sobre Vivienda Ecotecnológica seguiremos avanzando en el entendimiento del problema, desarrollando conocimiento y abordando las mejoras de las viviendas desde un enfoque integral y transdisciplinario. Seguiremos trabajando para que la ciencia sea aplicada y de utilidad para toda la sociedad.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Ahlborg, H., Ruiz-Mercado, I., Molander, S., & Masera, O. (2019). Bringing Technology into Social-Ecological systems research. Motivations for a Socio-Technical-Ecological Systems approach. *Sustainability*, 11(7), 1-23. <https://doi.org/10.3390/SU11072009>
- Alatorre, G., Merçon, J., Rosell, J., Bueno, I., Ayala, B., & Lobato, A. (2017). *Para construir lo común entre los diferentes. Guía para la colaboración intersectorial hacia la sustentabilidad*. <https://bit.ly/3gp1IXw>
- Álvarez-Castañón, L. del 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>
- Álvarez, L. (2019). *Acceso a servicios de agua y saneamiento en áreas rurales dispersas: Camino a la universalización*. Nota Técnica: IDB-TN-01729. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Acceso-a-servicios-de-agua-y-saneamiento-en-areas-rurales-dispersas-Camino-a-la-universalizacion.pdf>
- Andrade, J. E. (2016). *Caracterización de la vivienda ecológica como una alternativa innovadora para minimizar el impacto ambiental. Acercamiento a los casos de éxito en Colombia entre los años 2000 y 2015* [Universidad Militar Nueva Granada]. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/10654/15244>
- Arcas-Abella, J., Pagès-Ramon, A., & Casals-Tres, M. (2011). El futuro del hábitat: repensando la habitabilidad desde la sostenibilidad. El caso español. *Revista INVI*, 26(72), 65-93. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25819959003>
- Arias, M. de L., Arias, E., & Arias, J. (2013). La vivienda sustentable: Análisis de la política pública del gobierno mexicano. *DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, 6(17). <https://www.eumed.net/rev/delos/17/vivienda-sustentable.pdf>
- Arizabal, J., Layva, O., Rodríguez, J., & Eyzaguirre, C. (2020). *Diseño de una vivienda saludable rural orgánica y vernácula para pobladores en situación de pobreza de la Región Amazónica utilizando bambú Guadua empaquetado*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.592>
- Aronson, P. (2003). La emergencia de la ciencia transdisciplinar. *Cinta de Moebio: Revista de Epistemología de Ciencias Sociales*, 18, 179-190. <https://www.moebio.uchile.cl/18/aronson.html>
- Arroyo, J. (2015). *Acciones para la reubicación de vivienda en situación de desastre y riesgo. Estudio de caso: Angangueo Michoacán* [Universidad Nacional Autónoma de México]. https://doi.org/https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000724124
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (1948). *Declaración Universal de los Derechos Humanos. Artículo 25*. [https://undocs.org/es/A/RES/217\(III\)](https://undocs.org/es/A/RES/217(III))
- Astara, O. H. (2014). Culture as the fourth pillar of sustainable. *SDCT: Sustainable Development, Culture, Traditions Journal*, 1A(2A). <https://doi.org/10.26341/issn.2241-4002-2014-2a-1>
- Astier, M., Masera, O. R., & Galván-Miyoshi, Y. (2008). *Evaluación de Sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*. SEAE, CIGA, ECOSUR, CIEco, UNAM, GIRA, Mundiprensa y Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable. https://www.ciga.unam.mx/publicaciones/images/abook_file/9788461256419.pdf
- Azevedo, E. M., & Torres, L. A. (2016). Vernacular Architecture in Michoacán. Constructive Tradition as a Response to the Natural and Cultural Surroundings. *Athens Journal of Architecture*, 2(4), 313-325. <https://doi.org/10.30958/aja.2-4-4>
- Banco Mundial. (2015). *Lo que debemos saber acerca de la energía y la pobreza*. <https://blogs.worldbank.org/es/voices/lo-que-debemos-saber-acerca-de-la-energ-y-la-pobreza>
- Banco Mundial. (2018). *Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos*. <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
- Barrio Intercultural. (2012). *Tomando forma de barrio. Barrio Intercultural - Diseño Participativo*.

<http://proyectobarriointercultural.blogspot.com/>

- Beech, H., & Hubbard, B. (2020). Unprepared for the Worst: World's Most Vulnerable Brace for Virus. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2020/03/26/world/asia/coronavirus-refugees-camps-bangladesh.html?fbclid=IwAR1Vrrwbo04IQL7LeEBuaOhRhMOrjOq5Q45QVqiCilf-il2r5byZAVlq>
- Berrueta, V., & Vázquez, P. (2021). *Metodología para el Monitoreo de Ecotecnologías (MEMOTEC)*.
- BID. (2016). *Distribución de energía sostenible en América Latina. Estudio sobre redes de distribución incluida*. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Distribución-de-energía-sostenible-en-América-Latina-Estudio-sobre-redes-de-distribución-inclusiva.pdf>
- BID, Adler, V., Vera, F., Wainer, L. S., Roquero, P., Poskus, M. A., Valenzuela, L., Letelier, M., Olivares, P., Treimun, J., Gamboa, A., Canales, K., Guajardo, J., de Duren, N., Davis, D. E., Donovan, M. G., Torche, P., & Silva, M. P. (2018). *Vivienda ¿Qué viene?: De pensar la unidad a construir la ciudad*. <https://doi.org/https://doi.org/10.18235/0001594>
- Bran, V. (2019). *Lo bueno y lo malo de la autoconstrucción en México*. Reporte Índigo. <https://www.reporteindigo.com/indigonomics/lo-bueno-y-lo-malo-de-la-autoconstruccion-en-mexico/>
- Caballero, J. L., Pérez, M. E., & Gómez, L. L. (2017). Percepción de habitabilidad en la vivienda precaria: caso Zona Metropolitana Oaxaca, México. *Contribuciones a las Ciencias Sociales, julio-septiembre*. <https://www.eumed.net/rev/cccss/2017/03/vivienda-precario-mexico.html>
- Cardona, O. D., van Aalst, M. K., Birkmann, J., Fordham, M., McGregor, G., Perez, R., Pulwarty, R. S., Schipper, E. L. F., & Sinh, B. T. (2012). Determinants of risk: exposure and vulnerability. En C. B. Field, V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G. K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor, & P. M. Midgley (Eds.), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* (pp. 65-112). Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SREX-Chap2_FINAL-1.pdf
- CEPAL-ONU Hábitat. (2018). *Plan de Acción Regional para la implementación de la Nueva Agenda Urbana en América Latina y el Caribe 2016-2036*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42144/S1800033_es.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Chambers, R. (1994). The origins and practice of participatory rural appraisal. *World Development*, 22(7), 953-969. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(94\)90141-4](https://doi.org/10.1016/0305-750X(94)90141-4)
- Chan, D. (2010). *Principios de arquitectura sustentable y la vivienda de interés social. Caso: la vivienda de interés social en la ciudad de Mexicali, Baja California. México*. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/2099/12843>
- Chapin, F. S., Cochran, P., Huntington, O. H., Knapp, C. N., Brinkman, T. J., & Gadamus, L. R. (2013). Traditional Knowledge and Wisdom: A Guide for Understanding and Shaping Alaskan Social-Ecological Change. En R. Rozzi, S. T. A. Pickett, C. Palmer, J. J. Armesto, & J. B. Callicott (Eds.), *Linking Ecology and Ethics for a Changing World* (Ecology an, pp. 49-62). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7470-4_4
- Cherunya, P. C., Ahlborg, H., & Truffer, B. (2020). Anchoring innovations in oscillating domestic spaces: Why sanitation service offerings fail in informal settlements. *Research Policy*, 49(1). <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2019.103841>
- Clark, W. C., van Kerkhoff, L., Lebel, L., & Gallopin, G. C. (2016). Crafting usable knowledge for sustainable development. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(17), 4570-4578. <https://doi.org/10.1073/pnas.1601266113>
- Clasen, T., & Smith, K. R. (2019). Let the "A" in WASH Stand for Air: Integrating Research and Interventions to Improve Household Air Pollution (HAP) and Water, Sanitation and Hygiene (WaSH) in Low-Income Settings. *Environmental Health Perspectives*, 127(2). <https://doi.org/10.1289/EHP4752>
- Colavidas, F., & Salas, J. (2005). Por un Plan Cosmopolita de Habitabilidad Básica. *Revista INVI*, 20(53), 226-229.
- CONAGUA. (2022). *Normales climatológicas por Estado*. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado>

- CONAPO. (2009). *Informe de ejecución Programa de Acción de la Conferencia Internacional sobre la Población y el Desarrollo 1994-2009*. Comité técnico para la revisión de avances. Gobierno Federal, SEGOB, SRE.
- CONEVAL. (2018). *Estudio Diagnóstico del Derecho a la Vivienda Digna y Decorosa 2018*. https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IEPSM/Documents/Derechos_Sociales/Estudio_Diag_Vivienda_2018.pdf
- CONEVAL. (2019). *Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México* (3.^a ed.). <https://www.coneval.org.mx/InformesPublicaciones/InformesPublicaciones/Documents/Metodologia-medicion-multidimensional-3er-edicion.pdf>
- Contreras, E., & Pacheco, J. F. (2007). Evaluación multicriterio para programas y proyectos públicos. En *Documentos de trabajo*. <http://www.dii.uchile.cl/~ceges/publicaciones/92cegesEC.pdf>
- Cortés, M. A. (2017). *Planeación y desarrollo de tecnología. Visiones sustentables de la vivienda y la transformación urbana*. ITESO. <https://rei.iteso.mx/bitstream/handle/11117/5554/Tecnolog%EDa,+sustentabilidad,+vivienda,+desarrollo+urbano.pdf;jsessionid=E73DBFCF1C7B397D031FD173B038B2E6?sequence=4>
- Crocker, J., Saywell, D., Shields, K. F., Kolsky, P., & Bartram, J. (2017). The true costs of participatory sanitation: Evidence from community-led total sanitation studies in Ghana and Ethiopia. *Science of the Total Environment*, 601-602, 1075-1083. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2017.05.279>
- Cubillos, R. A., Trujillo, J., Cortés, O. A., Rodríguez, C. M., & Villar, M. R. (2014). La habitabilidad como variable de diseño de edificaciones orientadas a la sostenibilidad. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 16, 114-125. <https://doi.org/10.41718/RevArq.2014.16.1.13>
- Cuéllar, M. C. (2013). *Lo doméstico y lo cotidiano. Gestión y conservación del patrimonio vernáculo*. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/10433/7434>
- De la Sota, C., & Olaya-García, B. (2018). *Documento recopilatorio de lecciones aprendidas y buenas prácticas para provisión de servicios básicos. Agua potable, saneamiento, electricidad y estufas de leña. Proyecto EnCASa Oaxaca*.
- de Manuel, E. (2010). Construyendo triángulos para la gestión social del hábitat. *Hábitat y Sociedad*, 1, 13-37. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12795/HabitatySociedad.2010.i1.02>
- Delgado, G. C. (2015). Complejidad e interdisciplina en las nuevas perspectivas socioecológicas: la ecología política del metabolismo urbano. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 17, 108-130. <https://doi.org/10.17141/LETRASVERDES.17.2015.1442>
- Delgado, G. C. (2016). Ciudad, sustentabilidad, resiliencia y sociedad: el camino hacia configuraciones urbanas del futuro. *Revista TELECAPITA*, 3. <http://www.giandelgado.net/2016/08/ciudad-sustentabilidad-resiliencia-y.html>
- Delgado, G. C. (2019). *Asentamientos Urbanos Sustentables y Resilientes: retos y oportunidades para la transformación urbana en California y Baja California*. <http://computo.ceiich.unam.mx/webceiich/docs/libro/AsentamientosUrbanos.pdf>
- Desmaison, B., Boano, C., & Astolfo, G. (2018). CASA [Ciudades Auto-Sostenibles Amazónicas]: desafíos y oportunidades para la sostenibilidad de los proyectos de reasentamiento poblacional preventivo en la Amazonía Peruana. *Medio Ambiente y Urbanización*, 88(1), 149-176. <http://casapucp.com/wp-content/uploads/2018/08/IIED-CASA.pdf>
- 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/https://doi.org/10.1073/pnas.1525004113>
- Díaz, R., Berrueta, V. M., & Maserá, O. R. (2011). Estufas de leña. En *Cuadernos Temáticos sobre Bioenergía* (Vol. 3). Red Mexicana de Bioenergía. <http://rembio.org.mx/wp-content/uploads/2014/12/CT3.pdf>
- Dodman, D., & Satterthwaite, D. (2009). Institutional Capacity, Climate Change Adaptation, and the Urban Poor. *IDS Bulletin*, 39(4), 67-74. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1759-5436.2008.tb00478.x>
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2016). *Constitución Política del los Estados Unidos Mexicanos. Artículo 4º*.

- <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Constitucion/cn16.pdf>
- EnDev-GIZ. (2017). *EnDev's proxy-indicator approach for assessing the quality of a Cooking Energy System*. <https://storage.googleapis.com/e4a-website-assets/EnDev-Cooking-Energy-System-CES.pdf>
- Enet, M. (2015). Barrio intercultural sustentable. ¿El diseño participativo como herramienta de facilitación? *2do Congreso Latinoamericano de Estudios Urbanos*. https://www.academia.edu/13104083/Barrio_intercultural_Sustentable_Comunidad_de_Cambio
- Espinoza, A. E., & Gómez, G. (2010). Hacia una concepción socio-física de la habitabilidad: espacialidad, sustentabilidad y sociedad. *Palapa*, V(10), 55-69. <https://www.redalyc.org/pdf/948/94820714006.pdf>
- Estévez-García, J. A., Schilman, A., Riojas-Rodríguez, H., Berrueta, V., Blanco, S., Villaseñor-Lozano, C. G., Flores-Ramírez, R., Cortez-Lugo, M., & Pérez-Padilla, R. (2020). Women exposure to household air pollution after an improved cookstove program in rural San Luis Potosi, Mexico. *Science of The Total Environment*, 702, 134456. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2019.134456>
- Ettinger, C. R. (2010). *La transformación de la vivienda vernácula en Michoacán. Materialidad, espacio y representación*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Ettinger, C. R. (2015). Perspectivas sobre la conservación de la troje purépecha. Entre la conservación ideal y la realidad. En L. Ojeda, E. Mijangos, & E. Mercado (Eds.), *Cultura, sociedad y políticas públicas. Pasado y presente del patrimonio cultural en Michoacán*. Encuentros, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Ettinger, C. R., García, S., & Bedolla, J. A. (2005). Vivienda, Identidad y Migración en Michoacán. *Primer Congreso Internacional de Psicología: tendencias actuales de la investigación en psicología*.
- FAO. (2018). *México rural del Siglo XXI*.
- FAO. (2020). *Hambre e inseguridad alimentaria*. <https://www.fao.org/hunger/es/>
- Fernández-Rodríguez, J. F., De Manuel-Jerez, E., Barragán-Robles, V., & Gutiérrez-Barbarrusa, V. (2019). Diagnóstico participativo para la elaboración de planes municipales de vivienda: Los casos de Bormujos y Bollullos de la Mitación (Andalucía). *Revista Urbano*, 22(40), 64-87. <https://doi.org/10.22320/07183607.2019.22.40.04>
- Freire, P. (1969). *La educación como práctica de la libertad*. Siglo XXI.
- Fressoli, M., Dias, R., & Thomas, H. (2014). Innovation and inclusive development in the South: A critical perspective. En E. Medina, I. da Costa-Marques, & C. Holmes (Eds.), *Beyond imported magic: Essays on science, technology, and society in Latin America* (pp. 45-63). MIT Press. <https://doi.org/10.7551/MITPRESS/9780262027458.003.0003>
- Friedmann, J. (1992). *Empowerment: The Politics of Alternative Development*.
- Galindo, L. M., García, G., & Rivera, P. (2015). El trabajo de cuidado en los hogares: ¿un trabajo sólo de mujeres? En *Cuadernos de Trabajo* (Vol. 59).
- García, C. (2012). *El troje purépecha. Asiento, granero y oratorio del grupo doméstico*. Tsimárhu, Estudio de etnólogos.
- García, R. (2011). Interdiscipliniedad y sistemas complejos. *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales*, 1(1).
- Gatani, M. (2005). Gestión y tecnología para viviendas. Acerca de tecnologías alternativas. *Revista INVI*, 20(55). <https://doi.org/10.5354/0718-8358.2005.62162>
- 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>
- Gesto, B. (2015). *Los programas municipales de ocupación guiada: instrumentos preferentes de habitabilidad básica versus la urbanización informal futura. El caso de Trujillo (Perú)* [E.T.S. de Arquitectura, Universidad

- Politécnica de Madrid]. <https://doi.org/http://oa.upm.es/39714/>
- Gesto, B., & Perea, L. (2012). *Evaluando la Habitabilidad Básica. Una propuesta para proyectos de cooperación*. Catarata.
- Giraldo, F. L. (2012). Técnica y tecnología: el dilema del sujeto racional en la sociedad de consumo. *Estudios de filosofía*, 46, 25-39. <http://www.scielo.org.co/pdf/ef/n46/n46a03.pdf>
- GIZ. (2014). *Factores que intervienen en la adopción de una cocina mejorada. A partir del piloto «Ambientes y cocinas saludables implementadas en Tacna, Moquegua, Arequipa, Cajamarca y San Martín»*. https://energypedia.info/images/d/db/Factores_que_intervienen_en_la_adopci3n_de_una_cocina_mejorada.pdf
- G3mez, J. M. (2020). Cuando lavarse las manos no es tan f3cil como parece. *El Pa3s*.
- Government of Canada. (2020). *Gender-Based Analysis (GBA). Guide for CFLI Applicants*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.10.128>
- Grabowski, Z. J., Matsler, A. M., Thiel, C., McPhillips, L., Hum, R., Bradshaw, A., Miller, T., & Redman, C. (2017). Infrastructures as Socio-Eco-Technical Systems: Five Considerations for Interdisciplinary Dialogue. *Journal of Infrastructure Systems*, 23(4). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IS.1943-555X.0000383](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000383)
- Gray, S., Cox, L., & Henly-Shepard, S. (2013). Mental modeler: A Fuzzy-Logic Cognitive Mapping Modeling Tool for Adaptive Environmental Management. *Proceedings of the 46th International Conference on Complex Systems*. https://www.researchgate.net/publication/237076423_Mental_Modeler_A_Fuzzy-Logic_Cognitive_Mapping_Modeling_Tool_for_Adaptive_Environmental_Management
- Gray, S., Zanre, E., & Gray, S. (2013). Fuzzy Cognitive Maps as representations of mental models and group beliefs. En I. . Elpiniki (Ed.), *Fuzzy Cognitive maps for Applied Sciences and Engineering*. [https://www.mentalmodeler.com/articles/Gray et al 2012_FCM_Mental Models.pdf](https://www.mentalmodeler.com/articles/Gray%20et%20al%202012_FCM_Mental_Models.pdf)
- Gupta, A. K., Sinha, R., Koradia, D., Patel, R. A., Parmar, M., Rohit, P., Patel, H., Patel, K., Chand, V. S., James, T. J., Chandan, A., Patel, M., Prakash, T. N., & Vivekanandan, P. (2003). Mobilizing grassroots' technological innovations and traditional knowledge, values and institutions: articulating social and ethical capital. *Futures*, 35(9), 975-987. [https://doi.org/10.1016/S0016-3287\(03\)00053-3](https://doi.org/10.1016/S0016-3287(03)00053-3)
- Hansen, T., & Coenen, L. (2015). The geography of sustainability transitions: Review, synthesis and reflections on an emergent research field. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 17, 92-109. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2014.11.001>
- Hawkes, J. (2001). *The fourth pillar of sustainability. Culture's essential role in public planning*. https://www.researchgate.net/publication/200029531_The_Fourth_Pillar_of_Sustainability_Culture's_essential_role_in_public_planning
- Hern3ndez-Flores, J. 3., Mart3nez-Corona, B., M3ndez-Espinoza, J. A., P3rez-Avil3s, R., Ram3rez-Ju3rez, J., & Navarro-Garza, H. (2009). Rurales y periurbanos: una aproximaci3n al proceso de conformaci3n de la periferia poblana. *Papeles de poblaci3n*, 15(61), 25-295. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252009000300011&lng=es&nrm=iso
- Hern3ndez, N. L. (2006). *La conformaci3n del h3bitat de la vivienda informal desde la t3cnica constructiva*. <https://bit.ly/2REepDR>
- HIC-AL. (2020a). *Impulsar la producci3n y gesti3n social del h3bitat (PyGSH) podr3a contribuir a la transformaci3n social que necesita nuestro pa3s. Pronunciamiento en torno a las nuevas disposiciones federales en materia de vivienda*. <https://hic-al.org/2020/05/19/mexico-impulsar-la-pygsh-podria-contribuir-a-la-transformacion-social-que-el-pais-necesita/>
- HIC-AL. (2020b). *M3xico - Para realizar el derecho a la vivienda de todos es necesario contar a todos: presentaci3n de tercero ante la Corte Suprema de M3xico*. <https://hic-al.org/2020/05/28/mexico-para-realizar-el-derecho-a-la-vivienda-de-todos-es-necesario-contar-a-todos-presentacion-de-tercero-ante-la-corte-suprema-de-mexico/>
- HIC. (2020). *The HICtionary: Key Habitat Terms*. <http://www.hlrn.org/img/documents/HICtionary.pdf>
- Hjorth, P., & Bagheri, A. (2006). Navigating towards sustainable development: A system dynamics approach.

- Futures*, 38(1), 74-92. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2005.04.005>
- Holling, C. S. (2001). Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. *Ecosystems*, 4, 390-405. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10021-001-0101-5>
- Huq, S., Kovats, S., Reid, H., & Satterthwaite, D. (2007). Reducing risks to cities from disasters and climate change. *Environment & Urbanization*, 19(1), 3-15. <https://doi.org/10.1177/0956247807078058>
- Ímaz, M., González, M., Ayala, D., Beristain, A., Delgado, G. C., García, C., Armendáriz, C., & Masera, O. (2015). *Siguiendo la huella. El impacto de las actividades humanas* (Siglo XXI Editores (ed.)). Universidad Nacional Autónoma de México, Dirección General de Divulgación de la Ciencia: Programa Universitario de Estrategias para la Sustentabilidad.
- INEGI. (2015a). *Microdatos tabulados de Vivienda. Encuesta Intercensal 2015*. <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/#Tabulados>
- INEGI. (2015b). *Principales resultados. Encuesta intercensal 2015*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/intercensal/2015/doc/eic_2015_presentacion.pdf
- INEGI. (2020). *Cherán Atzicurin. México en cifras*. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=160650005>
- Innes, J. E., & Booher, D. E. (2016). Collaborative rationality as a strategy for working with wicked problems. *Landscape and Urban Planning*, 154, 8-10. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.03.016>
- IRP. (2018). *El peso de las ciudades: los recursos que exige la urbanización del futuro* (M. Swilling, M. Hajer, T. Baynes, J. Bergesen, F. Labbé, J. K. Musango, A. Ramaswami, B. Robinson, S. Salat, S. Suh, P. Currie, A. Fang, A. Hanson, K. Kruit, M. Reiner, S. Smit, & S. Tabory (eds.)). https://resourcepanel.org/sites/default/files/documents/document/media/the_weight_of_cities_summary_spanish.pdf
- Jean-Baptiste, N., Olivotto, V., Porio, E., Kombe, W., Yulo-Loyzaaga, A., Gencer, E., Leone, M., Lucon, O., & Natty, M. (2018). Housing and informal settlements. En C. Rosenzweig, W. D. Solecki, P. Romero-Lankao, S. Mehrotra, S. Dhakal, & S. Ali Ibrahim (Eds.), *Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network* (pp. 399-431). Cambridge University Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/9781316563878.018>
- Korten, D. C. (1980). Community organization and rural development: a learning process approach. *Public Administration Review*, 40(5), 480-511. <http://www.jstor.org/stable/3110204>
- Kunz, I. C., & Espinosa, A. S. (2017). Elementos de éxito en la producción social de la vivienda en México. *Economía, Sociedad y Territorio*, XVII(55), 683-707. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22136/est2017875>
- Lárraga, R., Aguilar, M., Reyes, H., & Fortanelli, J. (2014). La sostenibilidad de la vivienda tradicional: una revisión del estado de la cuestión en el mundo. *Revista de Arquitectura*, 16, 126-133. <https://www.redalyc.org/pdf/1251/125138774014.pdf>
- Lárraga, R., Aguilar, M., Reyes, H., & Fortanelli, J. (2015). Metodología para evaluar la sostenibilidad de la vivienda tradicional y su aplicación en la región Huasteca Potosina, México. *Revista Académica de Investigación Tlatemoani*, 18. <https://www.eumed.net/rev/tlatemoani/18/vivienda.html>
- Livingston, R. (2006). *Arquitectos de familia: el método: arquitectos de la comunidad*. <https://toaz.info/doc-view>
- López-Ridaura, S., Masera, O. R., & Astier, M. (2002). Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. The MESMIS framework. *Ecological Indicators*, 2, 135-148. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1470-160X\(02\)00043-2](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1470-160X(02)00043-2)
- López, J. M. (2012). *El diseño participativo en programas de rehabilitación de vivienda* [Universidad de Sevilla]. <https://idus.us.es/handle/11441/70604;jsessionid=519EDCEDCABFDE5E1F1D512E85F7FFC5>
- Martínez, F., Ortiz, E., & González, A. (2007). Hacia una Epistemología de la Transdisciplinariedad. *Humanidades Médicas*, 7(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202007000200008
- Martinez, L. (2018). *Campo de refugiados: de la vivienda al hogar. Metodología transversal UPM: la vivienda*. Universidad Politécnica de Madrid.

- Masera, Omar Raúl. (2018). *Sistemas Socio-Tecno-Ecológicos (STES)*.
- Masera, Omar Raul, Astier, M., & López-Ridaura, S. (1999). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS*. Mundiprensa, GIRA e Instituto de Ecología. https://www.researchgate.net/publication/299870632_Sustentabilidad_y_manejo_de_recursos_naturales_El_Marco_de_evaluacion_MESMIS
- Max-Neef, M. A. (1993). *Desarrollo a Escala Humana. Conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones*. https://www.max-neef.cl/descargas/Max_Neef-Desarrollo_a_escal_a_humana.pdf
- Morín, E. (1994). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa. http://cursoenlineasincostoedgarmorin.org/images/descargables/Morin_Introduccion_al_pensamiento_complejo.pdf
- Mota, J. I., & Salinas, C. (2020). Millones de personas esperan lo más crudo de la epidemia hacinadas en asentamientos precarios en México. *El País*. https://elpais.com/sociedad/2020-03-24/millones-de-personas-esperan-lo-mas-crudo-de-la-epidemia-hacinadas-en-asentamientos-precarios-en-mexico.html?fbclid=IwAR1_2bSEXS_9oAFRhgDDPlxt2flsXQGt_zQw2LVk6mAen4JZ9ALWuRc-y6s
- Muxí, Z. (2018). *Mujeres, casas y ciudades. Más allá del umbral*.
- Navarro, L. (2017). *IBES/ Iniciativa de Barrios Emergentes y Sostenibles. Herramientas aplicadas para la regeneración de áreas vulnerables. Caso de estudio-aplicación en Cancino Adentro, Santo Domingo Este [Universidad Politécnica de Madrid]*. <https://oa.upm.es/44737/>
- Norström, A. V., Cvitanovic, C., Löf, M. F., West, S., Wyborn, C., Balvanera, P., Bednarek, A. T., Bennett, E. M., Biggs, R., de Bremond, A., Campbell, B. M., Canadell, J. G., Carpenter, S. R., Folke, C., Fulton, E. A., Gaffney, O., Gelcich, S., Jouffray, J.-B., Leach, M., ... Österblom, H. (2020). Principles for knowledge co-production in sustainability research. *Nature Sustainability*, 3(3), 182-190. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0448-2>
- Ockwell, D., Byrne, R., Hansen, U. E., Haselip, J., & Nygaard, I. (2018). The uptake and diffusion of solar power in Africa: Socio-cultural and political insights on a rapidly emerging socio-technical transition. *Energy Research & Social Science*, 44, 122-129. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.04.033>
- Olaya-García, B. (2022). Vivienda Ecotecnológica Básica_Base de datos V2. En *Base de datos*. Harvard Dataverse. <https://doi.org/10.7910/DVN/KGC2X8>
- Olaya-García, B., de Lara, F., Yáñez, F., & Navia, S. (2022b). Soluciones de tierra en la Vivoteca: una plataforma de selección, divulgación y transferencia ecotecnológica. En A. Ferreiro, Z. Salcedo, & C. Nevez (Eds.), *Memorias del 20° SIACOT Revive la Tierra*.
- Olaya-García, B., Delgado, G. C., Olivieri, F., de Lara, F., & Masera, O. R. (2022a). Vivienda Ecotecnológica Básica para zonas rurales: una revisión de literatura. *Academia XXII*, 13(26), 114-153. <https://doi.org/10.22201/fa.2007252Xp.2022.26.84149>
- Olaya-García, B., Navia, S. E., & Masera, O. R. (s. f.). *Vivienda Ecotecnológica Básica*. Vivienda Ecotecnológica Básica. Convocatoria 2022 Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia para una vivienda adecuada y acceso justo al hábitat. Programa Nacional Estratégico Vivienda, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- Olsson, L., Opondo, M., Tschakert, P., Agrawal, A., Eriksen, S. H., Ma, S., Perch, L. N., & Zakieldein, S. A. (2014). Livelihoods and poverty. En C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, & L. L. White (Eds.), *Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 793-832). Cambridge University Press.
- OMS. (2014). *Directrices de la OMS sobre la calidad del aire de interiores: quema de combustibles en los hogares. Resumen de orientación*. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/144310/WHO_FWC_IHE_14.01_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- OMS. (2017). *2100 millones de personas carecen de agua potable en el hogar y más del doble no disponen de*

- saneamiento seguro. <https://www.who.int/es/news-room/detail/12-07-2017-2-1-billion-people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation>
- ONU Hábitat. (2010). *El derecho a una vivienda adecuada* (Folleto informativo 21 (Rev. 1)). https://www.ohchr.org/Documents/Publications/FS21_rev_1_Housing_sp.pdf
- ONU Hábitat. (2018). *Vivienda y ODS en México*. https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/VIVIENDA_Y_ODS.pdf
- ONU Hábitat. (2020a). #QuédateenCasa solo es posible con servicios y vivienda adecuada.
- ONU Hábitat. (2020b). *Agua, saneamiento y COVID-19*.
- ONU Hábitat. (2020c). *Ciudades: Respuesta a la crisis del COVID-19*.
- ONU Hábitat. (2020d). *ONU-Hábitat - COVID-19*.
- ONU Hábitat. (2020e). *Plan de Respuesta al COVID-19*.
- ONU Hábitat. (2020f). *Vivienda y COVID-19*. <https://onuhabitat.org.mx/index.php/vivienda-y-covid19>
- OPS. (2011). *Hacia una vivienda saludable ¡Que viva nuestro hogar! Cartilla educativa para la familia*. https://www.paho.org/col/dmdocuments/Hacia_vivienda_saludable_familias.pdf
- Ortega, A., Armenta, C., García, H. C., & García, J. R. (2021). Índice de vulnerabilidad en la infraestructura de la vivienda ante el COVID-19 en México. *Notas de Población*, 111(julio-diciembre 2020), 155-188. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46559/20-00528_LDN111_07_Diaz.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ortiz, E. (2007). *Integración de un sistema de instrumentos de apoyo a la producción social de vivienda*. HIC-AL. http://autogestao.unmp.org.br/wp-content/uploads/2016/02/LIV-04_-INTEGRACION-DE-UN-SISTEMA-DE-INSTRUMENTOS-DE-APOYO-A-LA-PROCCION-SOCIAL-DE-VIVENDA.pdf
- Ortiz, E. (2012). *Producción social de la vivienda y el hábitat. Bases conceptuales y correlación con los procesos habitacionales*. HIC-AL.
- Ortiz, J. A., Malagón, S. L., & Masera, O. R. (2015). Ecotecnología y sustentabilidad: una aproximación para el Sur global. *Inter Disciplina*, 3(7), 193-215. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2015.7.52391>
- Ortiz, J. A., & Masera, O. R. (2014). Innovación tecnológica, difusión y apropiación social de ecotecnologías como alternativas para el desarrollo rural. En L. Olivé & L. Lazos (Eds.), *Hacia un modelo intercultural de sociedad del conocimiento*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ortiz, J. A., Masera, O. R., & Fuentes, A. F. (2014). *La ecotecnología en México*. <https://www.biopasos.com/biblioteca/Ecotecnologia-mexico.pdf>
- Pallasmaa, J. (1994). Identidad, intimidad y domicilio. Notas sobre la fenomenología del hogar. En *Habitar*.
- Pelli, V. S. (2010). La gestión de la producción social del hábitat. *Hábitat y Sociedad*, 1, 39-54. https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/22142/file_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Perea, L. (2015). *Hacia un análisis cuantitativo de la Ciudad Informal: una aproximación desde la Habitabilidad Básica y la experiencia en Makeni (Sierra Leona)* [Universidad Politécnica de Madrid]. <https://oa.upm.es/39873/>
- Pereira, J. M. (2010). Consideraciones básicas del pensamiento complejo de Edgar Morin, en la educación. *Revista Electrónica Educare*, 14(1), 67-75. <https://doi.org/10.15359/ree.14-1.6>
- Pizzi, C. O. (1984). Posibilidad de mejoramiento tecnológico de la vivienda rural en Latinoamérica. *Informes de la Construcción*, 36(362), 15-25. <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/1922/2123>
- PNUMA. (2018). *Eficiencia de los recursos para el desarrollo sostenible: mensajes clave para el grupo de los 20*. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/irp_g20_report_-_eficiencia_de_los_recursos_esanol_0.pdf
- PNUMA. (2021). *El Peso de las Ciudades en América Latina y el Caribe: Requerimientos Futuros de Recursos y Potenciales Rutas de Actuación*. <https://www.unep.org/es/resources/informe/el-peso-de-las-ciudades-en-america-latina-y-el-caribe-requerimientos-futuros-de>

- RAE. (2022). *Vivienda*. <https://dle.rae.es/?w=vivienda>
- Ramani, S. V., SadreGhazi, S., & Duysters, G. (2012). On the diffusion of toilets as bottom of the pyramid innovation: Lessons from sanitation entrepreneurs. *Technological Forecasting and Social Change*, 79(4), 676-687. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.06.007>
- Redman, C. L., & Miller, T. R. (2015). The Technosphere and Earth Stewardship. En R. Rozzi, F. S. Chapin III, J. B. Callicot, S. T. A. Pickett, M. E. Power, J. J. Armesto, & R. H. May Jr. (Eds.), *Earth Stewardship*. Springer International Publishing.
- Retamozo, M. (2014). ¿Cómo hacer un proyecto de tesis doctoral en Ciencias Sociales? *Ciencia, Docencia y Tecnología*, XXV(48), 173-202. <https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14531006007>
- Rid, W., Lammers, J., & Zimmermann, S. (2017). Analysing sustainability certification systems in the German housing sector from a theory of social institutions. *Ecological Indicators*, 76, 97-110. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2016.12.022>
- Rincón, J. C., & Fuentes, V. A. (2014). Bioclimatic Analysis Tool: An alternative to facilitate and streamline preliminary studies. *Energy Procedia*, 57, 1374-1382. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.10.128>
- Rittel, H. W. J., & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sciences*, 4, 155-169. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/BF01405730>
- Robledo, A. V. (2019). *Desarrollo de propuesta arquitectónica de vivienda social con enfoque sustentable para clima templado húmedo*. Universidad Autónoma de Chiapas.
- Romero, G., & Mesías, R. (2004). *La participación en el diseño urbano y arquitectónico en la producción social del Hábitat*. CYTED-HABYTED-Red XIV.F. [http://cdam.unsis.edu.mx/files/Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial/Otras disposiciones/Participación_diseño_urbano.pdf](http://cdam.unsis.edu.mx/files/Desarrollo_Urbano_y_Ordenamiento_Territorial/Otras_disposiciones/Participación_diseño_urbano.pdf)
- Ruth, M., Maggio, J., Whelan, K., DeYoung, M., May, J., Peterson, A., & Paterson, K. (2013). Kitchen 2.0: Design Guidance for Healthier Cooking Environments. *International Journal for Service Learning in Engineering, Special Ed*(Fall 2013), 151-169.
- Rydin, Y. (2010). *Governing for Sustainable Urban Development*. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9781849775083>
- Salas, A., Eras-Almeida, A., Gesto, B., Egido, M. A., Sanz-Cobena, A., Muñoz-Hernández, S., Pereira, D., Rodríguez-Rivero, R., Canet, J., Guerrero, S., Mazorra, J., & Pastor, M. (2019). NAUTIA. VIII Congreso Universidad y Cooperación al Desarrollo. [https://www.researchgate.net/publication/338237019_NAUTIA_Need_Assessment_under_a_Technological _Interdisciplinary_Approach_A_multisectoral_approach_for_development_of_refugees_and_host_communities](https://www.researchgate.net/publication/338237019_NAUTIA_Need_Assessment_under_a_Technological_Interdisciplinary_Approach_A_multisectoral_approach_for_development_of_refugees_and_host_communities)
- Salas, A., Fernández, L., & Gesto, B. (2020). *La mitigación del impacto del COVID-19 en contextos de precariedad. Posibles medidas desde la perspectiva de la Habitabilidad Básica*. ICHaB-ETSAM. <https://bit.ly/3ReCtJL>
- Salas, J., & Gesto, B. (2011). Por una tecnología pertinente para dotar de Habitabilidad Básica a las comunidades rurales aisladas. En J. I. Pérez & A. Moreno (Eds.), *Tecnologías para el desarrollo humano de las comunidades rurales aisladas* (pp. 368-426). Real Academia de Ingeniería. <https://docplayer.es/42832682-Por-una-tecnologia-pertinente-para-dotar-de-habitabilidad-basica-a-las-comunidades-rurales-aisladas-1.html>
- Salas, J., Gesto, B., Macdonald, J., & Gargantini, D. (2020). *Contra el Hambre de Vivienda en el tiempo del COVID-19*. ICHaB-ETSAM. https://dit.ietcc.csic.es/wp-content/uploads/2020/05/Contra_Hambre_Vivienda_COVID19.pdf
- Salles, V., & López, M. de la P. (2009). Viviendas pobres en México: un estudio desde la óptica de género. En C. Barba (Ed.), *Retos para la integración social de los pobres en América Latina*. Consejo Latinoamericano de ciencias Sociales. CLACSO. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/gt/20160223040525/19salo.pdf>
- Sánchez, C., & Jiménez, E. O. (2010). La vivienda rural. Su complejidad y estudio desde diversas disciplinas. *Luna Azul*, 30, 174-196. <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n30/n30a10.pdf>

- Satterthwaite, D., Mitlin, D., & Bartlett, S. (2015). Is it possible to reach low-income urban dwellers with good-quality sanitation? *Environment and Urbanization*, 27(1), 3-18. <https://doi.org/10.1177/0956247815576286>
- Scerri, A., & James, P. (2010). Accounting for sustainability: Combining qualitative and quantitative research in developing 'indicators' of sustainability. *International Journal of Social Research Methodology*, 13(1), 41-53. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/13645570902864145>
- Schilman, A., Ruiz-García, V., Serrano-Medrano, M., De La Sierra De La Vega, L. A., Olaya-García, B., Estevez-García, J. A., Berrueta, V., Riojas-Rodríguez, H., & Maserá, O. (2021). Just and fair household energy transition in rural Latin American households: Are we moving forward? *Environmental Research Letters*, 16(10). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac28b2>
- Scholz, R. W., & Steiner, G. (2015). The real type and ideal type of transdisciplinary processes: part I—theoretical foundations. *Sustainability Science*, 10, 521-526. <https://doi.org/10.1007/S11625-015-0326-4>
- Ley de Vivienda. Artículo 2, (2006) (testimony of Secretaría General). http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LViv_140519.pdf
- SEMARNAT. (2017). *Vivienda Sustentable en México*. https://www.conavi.gob.mx/images/documentos/sustentabilidad/2b_Vivienda_Sutentable_en_Mexico.pdf
- Sen, A. (1993). Capability and well-being. En M. Nussbaum (Ed.), *The Quality of Life*. Oxford University Press.
- Smith, A., Fressoli, M., & Thomas, H. (2014). Grassroots innovation movements: challenges and contributions. *Journal of Cleaner Production*, 63, 114-124. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.025>
- Smith, J. B., Schneider, S. H., Oppenheimer, M., Yohe, G. W., Hare, W., Mastrandrea, M. D., Patwardhan, A., Burton, I., Corfee-Morlot, J., Magadza, C. H. D., Füssel, H.-M., Pittock, A. B., Rahman, A., Suarez, A., & van Ypersele, J.-P. (2009). Assessing dangerous climate change through an update of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) "reasons for concern". *PNAS*, 106(11), 4133-4137. <https://doi.org/https://doi.org/10.1073/pnas.0812355106>
- Solís, D. D., Robles, J. M., & Rodríguez, J. M. (2020). Condiciones de mercado y vivienda sustentable. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, 7, 62-76. <https://doi.org/10.32870/RVCS.V0I7.131>
- Sovacool, B. K., Axsen, J., & Sorrell, S. (2018). Promoting novelty, rigor, and style in energy social science: Towards codes of practice for appropriate methods and research design. *Energy Research & Social Science*, 45, 12-42. <https://doi.org/10.1016/J.ERSS.2018.07.007>
- Stephens, S. (2000). *Handbook for Culturally Responsive Science Curriculum*. Alaska Science Consortium And The Alaska Rural Systemic Initiative. <http://ankn.uaf.edu/publications/handbook/handbook.pdf>
- Stiglitz, J. E., Sen, A., & Fitoussi, J.-P. (2008). *Informe de la Comisión sobre la medición del desarrollo económico y del proceso social*. https://www.palermo.edu/Archivos_content/2015/derecho/pobreza_multidimensional/bibliografia/Biblio_adic_5.pdf
- Swilling, M. (2014). Rethinking the science-policy interface in South Africa: Experiments in knowledge co-production. *South Africa Journal of Science*, 110(5/6). <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/sajs.2014/20130265>
- Thomas, H., & Santos, G. (2015). *Tecnologías para incluir. Ocho análisis socio-técnicos orientados al diseño estratégico de artefactos y normativas*.
- Thomas, Hernán, & Juárez, P. (2020). *Tecnologías públicas. Estrategias políticas para el desarrollo inclusivo sustentable*. Universidad Nacional de Quilmes.
- Thorne, M., & Durán, P. (2016). *El papel que la arquitectura puede jugar en la agenda del desarrollo*. SDGF. <https://www.sdgfund.org/es/el-papel-que-la-arquitectura-puede-jugar-en-la-agenda-del-desarrollo>
- Torres, C. (2018). *Apropiación socio física en la vivienda rural como manifestación del habitar humano, Quintana Roo, México*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad de Colima, Universidad de Guanajuato y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- UCLG. (2010). *Culture: Fourth Pillar of Sustainable Development*. http://www.agenda21culture.net/sites/default/files/files/documents/en/zz_culture4pillarsd_eng.pdf

- UN-Habitat. (2012). *Sustainable Housing for Sustainable Cities: A policy framework for developing cities*. <https://unhabitat.org/sustainable-housing-for-sustainable-cities-a-policy-framework-for-developing-cities>
- Urquijo, M. J. (2014). La teoría de las capacidades en Amartya Sen. *EDETANIA*, 46, 63-80. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5010857>
- Vásquez, A. (2018). La Perspectiva de Género ¿Una consideración necesaria para comprender y transformar estructuras de desigualdad en el contexto del cambio climático? *Medio Ambiente y Urbanización*, 88(1), 199-245. <http://casapucp.com/wp-content/uploads/2018/08/IIED-Genero-.pdf>
- Villalba-Eguiluz, U., & Pérez-de-Mendiguren, J. C. (2019). La economía social y solidaria como vía para el buen vivir. *Revista iberoamericana de estudios de desarrollo = Iberoamerican journal of development studies*, 8(1), 106-136. https://doi.org/10.26754/ojs_ried/ijds.338
- Viveros, M. (2016). La interseccionalidad: una aproximación situada a la dominación. *Debate Feminista*, 52. <https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.df.2016.09.005>
- Vizcarra, M. de los Á. (2017). *Naturaleza en el habitar. Vol 1. Tradiciones constructivas en madera y fibras naturales*.
- Vizcarra, M. de los Á., & Hernández, F. (2020). *Naturaleza en el habitar. Vol 2. Tradiciones constructivas de barro y piedra*.
- WCED. (1987). *Report of WCED: Our Common Future*.
- Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, 6(2), 203-218. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>
- World Habitat. (2016). *Barrio Intercultural*. <https://world-habitat.org/es/premios-mundiales-del-habitat/ganadores-y-finalistas/barrio-intercultural/>
- Yáñez, F. (2022). *Escasez hídrica a escala humana: El caso de Mariküga*. Universidad Austral de Chile.
- Zatarain, K. (2018). *Tres climas, tres proyectos: Vivienda de autoproducción asistida en México por CC Arquitectos*. <https://www.archdaily.mx/mx/887864/tres-climas-tres-proyectos-vivienda-de-autoproduccion-asistida-en-mexico-por-cc-arquitectos>