

REVISTA CIENTÍFICA

ISSN
2594-0198

VIVIENDA Y COMUNIDADES SUSTENTABLES



julio - diciembre 2026 Año. 10 Núm. 20

Universidad de Guadalajara
Laboratorio Nacional de Vivienda y Comunidades Sustentables

20

REVISTA CIENTÍFICA

VIVIENDA Y COMUNIDADES SUSTENTABLES

Julio-Diciembre 2026 Año 10 Núm. 20
ISSN: 2594-0198

DOI: <https://doi.org/10.32870/10.32870/rvcs.v0i20>



LABORATORIO NACIONAL DE VIVIENDA
Y COMUNIDADES SUSTENTABLES



Universidad de Guadalajara
Laboratorio Nacional de Vivienda y Comunidades Sustentables

Directorio

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Rectoría General Karla Alejandrina Planter Pérez
Vicerrectoría Ejecutiva Héctor Raúl Solís Gadea

CENTRO UNIVERSITARIO DE ARTE, ARQUITECTURA Y DISEÑO

Rectoría Isabel López Pérez
Secretaría Académica Alejandra Robles Delgado Romero
Secretaría Administrativa Everardo Partida Granados

EQUIPO EDITORIAL

Editor en jefe Mariana Villada Canela
Editora adjunta Celina Yunuén Castillo Moya
Coordinación editorial Celina Yunuén Castillo Moya
Asistente editorial Carolina Ávila Escobedo

COMITÉ EJECUTIVO

Gabriel Castañeda Nolasco (Universidad Autónoma de Chiapas-México), José Luis Sandoval Granados (Universidad Autónoma de Ciudad Juárez-México), Alberto Muciño Vélez (Universidad Nacional Autónoma de México), José Manuel Ochoa de la Torre (Universidad de Sonora-México), María Guadalupe Alpuche Cruz (Universidad de Sonora, México), Glenda Bethina Yanes Ordiales (Universidad de Sonora-México).

CONSEJO EDITORIAL

Domingo Acosta (Universidad Central de Venezuela, Venezuela), Tanuja Ariyananda (Lanka Rain Water Harvesting Forum, Sri Lanka), Carlos Mauricio Bedoya Montoya (Universidad Nacional de Colombia, Colombia), Guillermo Boils Morales (Universidad Nacional Autónoma de México, México), Luis Humberto Buitron Aguas (Universidad Central de Ecuador, Ecuador), Nájila Cabral (Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Ceará, Brasil), Adeildo Cabral da Silva (Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Ceará, Brasil), César Augusto Casiano Flores (Katholieke Universiteit Leuven, Bélgica), Helena Coch Roura (Universitat Politècnica de Catalunya, España), Jorge Daniel Czajkowski (Universidad Nacional de La Plata, Argentina), Evandro Fiorin (Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil), Jorge Alberto Galindo Díaz (Universidad Nacional de Colombia, Colombia), Yokasta Inmaculada García Frómata, Pontificia (Universidad Católica Madre y Maestra, República Dominicana), Elena García Nevado (Universitat Politècnica de Catalunya, España), Tomás García Salgado (Universidad Nacional Autónoma de México, México), José Guerra Ramírez (Universidad Católica del Norte, Chile), Luis Fernando Guerrero Baca (Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco, México), Agustín Hernández Aja (Universidad Politécnica de Madrid, España), Néstor Saúl López Iriás (Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua), Denis Leonardo Mayta Ponce (Universidad Católica San Pablo, Perú), Eloy Méndez Sainz (Universidad Autónoma de Puebla, México), Alicia Mimbacas (Universidad de la República, Uruguay), Carlos Freddy Miranda Zuleta (Universidad Católica del Norte, Chile), Tomas Antonio Moreira (Universidad de São Paulo, Brasil), Roberto Adrián Moreno García (Universidad Autónoma de Chile, Chile), Laura Munguía Sánchez (Universidad Técnica de Košice, Eslovaquia), Adolfo Narváez Tijerina (Universidad Autónoma de Nuevo León, México), Sergio Nasarre Asnar (Universidad Rovira i Virgili, España), Mara Regina Pagliuso Rodrigues (Instituto federal de São Paulo, Brasil), Nuria Pérez Gallardo (Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Brasil), Ingrid Ethel Roche Lowczy (Universidad de la República, Uruguay), Ricardo Víctor Rodríguez Barbosa (Universidade Federal de Alagoas - UFAL, Brasil), Isabel Rodríguez Chumillas (Universidad Autónoma de Madrid, España), Gilkauris María Rojas Cortorreal (Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, República Dominicana), Ariel Sergio Ruchansky Lemes (Universidad de la República, Uruguay), Marco Schmidt (Universidad Tecnológica de Berlín, Alemania), Mónica Marcela Suárez Pradilla (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Colombia), Isabel Valdívía Fernández (Universidad De La Habana, Cuba), Humberto Varum (Universidad de Porto, Portugal), Martín Franz Wieser Rey (Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú).

Vivienda y Comunidades Sustentables, Año 10, Núm. 20, julio-diciembre 2026 es una publicación digital, en forma semestral editada por la Universidad de Guadalajara a través del Laboratorio Nacional de Vivienda y Comunidades Sustentables (LNVCS) CONAHCYT del Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño. Ubicada en Calzada Independencia Norte 5075, Edificio LNVCS, Col. Huentitán el Bajo, C.P. 44250, Guadalajara, Jalisco, México. Tel. (+52 33)1202-3000 Ext. 38589 revista.lnvcs@gmail.com Dirección web: <http://www.revistavivienda.cuaad.udg.mx>. Editor Responsable: José Arturo Gleason Espíndola. Reserva de Derecho al Uso Exclusivo: 04-2016-1115122500-203. ISSN: 2594-0198, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Fecha de publicación: 01 de julio de 2026.

Las opiniones y los comentarios expresados por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

ACERCA DE LA REVISTA

Vivienda y Comunidades Sustentables es un espacio de difusión del conocimiento científico y tecnológico en materia de vivienda y comunidades sustentables, que considera a este binomio como un objeto de estudio complejo cuya comprensión requiere enfoques multidisciplinares y diferentes escalas de análisis e intervención. La revista promueve investigaciones relacionadas con la vivienda como derecho humano fundamental, como componente estratégico del desarrollo urbano y territorial y como un ámbito de innovación para contribuir a la sustentabilidad en sus dimensiones social, económica, ambiental y tecnológica. Asimismo, forma parte de la estrategia editorial del Laboratorio Nacional de Vivienda y Comunidades Sustentables (SECIHTI), orientada a fortalecer la generación y difusión del conocimiento científico en este campo.

Contenido

Editorial. Hacia una agenda crítica de investigación en territorio, patrimonio y sustentabilidad Mariana Villada Canela	7
Artículos Científicos	
Tendencias y desafíos de la valuación inmobiliaria en ciudades representativas de Chiapas, México Annel Martínez Hernández, Ruber Trujillo Samayoa y Carlos Octavio Cruz Sánchez	11
Análisis documental de la temperatura en las viviendas en México: implicaciones sociales, energéticas y de salud Raúl Treviño Hernández y Elda Margarita Hernández Rejón	33
Análisis de sensibilidad en edificaciones históricas de adobe en Hermosillo utilizando la NOM-020-ENER-2011 Alma Angelina Ayala Moreno, Juan Pedro Ayala Moreno y Javier Esquer Peralta	43
Estudio del impacto del uso del PET-reciclado en concreto modificado sobre la resistencia a la flexión Ana Cecilia Espindola Flores y Edgar Onofre Bustamante	59
Laboratorios vivientes escolares ecotecnológicos para la gestión sustentable del agua en comunidades rurales de México Armando Rangel Arceo, Mariana Villada Canela y Jaime Francisco Gómez Gómez	67
Análisis y optimización del uso del recurso hídrico en edificios escolares de San Juan, Argentina María Celina Michaux y María Guillermina Re	85

Preservación del patrimonio cultural inmaterial del arte textil de la mujer indígena wayuu Chailo Daireth Lobo González, Norma Leticia Ramírez Rosete y Sergio Luis García Jaramillo	109
Cocina tradicional de Zapotiltic, Jalisco: guardianas del patrimonio arquitectónico Cinthia Noemi Cardenas Tirado y Reyna Valladares Anguiano	127

Editorial. Hacia una agenda crítica de investigación en territorio, patrimonio y sustentabilidad

MARIANA VILLADA CANELA

Universidad Autónoma de Baja California, México. ORCID: 0000-0003-1282-3250

Correo electrónico: mwilldac@uabc.edu.mx

La crisis climática contemporánea no es solo un problema técnico: es también una crisis de justicia. Las comunidades más expuestas a sus efectos son, sistemáticamente, aquellas con menores recursos para adaptarse, menor acceso a infraestructura de calidad y mayor dependencia de entornos construidos degradados (IPCC, 2023). Esta asimetría obliga a replantear los marcos desde los cuales la investigación urbana y habitacional aborda la sustentabilidad. No basta con optimizar el desempeño energético de los edificios o incorporar materiales reciclados en la cadena constructiva si esos avances no se articulan con condiciones estructurales de desigualdad territorial. La sustentabilidad implica, por tanto, aspectos técnicos, sociales y políticos inseparables.

Este número de *Vivienda y Comunidades Sustentables* parte de esa premisa. Los ocho artículos que lo componen abordan problemas específicos del habitar en América Latina y, en conjunto, proponen un marco analítico en el que la dimensión técnica y la dimensión sociopolítica de la sustentabilidad están vinculadas. Desde la valuación inmobiliaria en Chiapas hasta la preservación del arte textil wayuu, los trabajos reunidos aquí recorren escalas distintas (el material, la vivienda, el barrio, el territorio, la cultura), pero convergen en una misma convicción: las transiciones hacia formas más justas y resilientes de habitar

requieren integrar conocimiento técnico, saberes locales y formas de organización comunitaria.

El número abre con Tendencias y desafíos de la valuación inmobiliaria en ciudades representativas de Chiapas, México, el cual analiza la valuación inmobiliaria como instrumento para la planeación territorial y la gestión urbana. A partir del estudio de ciudades con dinámicas contrastantes, la investigación muestra cómo la disponibilidad de información, la estandarización metodológica y las condiciones territoriales inciden en la construcción del valor inmobiliario. Más allá de su dimensión económica, el trabajo permite reflexionar sobre la relación entre territorio, desigualdad y desarrollo urbano en contextos de marcada heterogeneidad social y espacial.

En diálogo con estas discusiones, Análisis documental de la temperatura en las viviendas en México: implicaciones sociales, energéticas y de salud aborda el confort térmico y sus efectos sobre la calidad de vida. El estudio muestra cómo la autoconstrucción informal, la pobreza energética y la limitada aplicación de estrategias bioclimáticas generan condiciones deficientes de habitabilidad, particularmente en comunidades vulnerables. Al integrar dimensiones constructivas, energéticas y sanitarias, la investigación deja claro que las condiciones térmicas de la vivienda constituyen no solo un problema técnico: son también una expre-

sión de las desigualdades sociales y territoriales del contexto habitacional mexicano.

La reflexión sobre adaptación climática adquiere otra dimensión con el artículo Análisis de sensibilidad en edificaciones históricas de adobe en Hermosillo utilizando la NOM-020-ENER-2011, que recupera el valor de la arquitectura tradicional frente a los retos energéticos contemporáneos. El análisis del adobe en edificaciones patrimoniales demuestra que estos sistemas constructivos poseen cualidades ambientales capaces de mejorar la eficiencia energética sin comprometer la autenticidad del patrimonio. El estudio invita a reconocer las estrategias pasivas y los saberes constructivos tradicionales como parte de las respuestas necesarias frente al cambio climático.

Desde otra perspectiva material y tecnológica, Estudio del impacto del uso del PET reciclado en concreto modificado sobre la resistencia a la flexión explora las posibilidades de la economía circular en la construcción. La investigación propone incorporar PET reciclado como sustituto parcial del agregado fino en el concreto. Los muestran mejoras en la resistencia a la flexión y, con ello, una vía concreta para reducir la explotación de recursos naturales y la huella ambiental del sector. El trabajo evidencia cómo la innovación tecnológica puede articularse con estrategias de sustentabilidad material orientadas a responder a los retos ambientales y urbanos contemporáneos.

Las dimensiones comunitarias de la sustentabilidad se profundizan en el artículo Laboratorios vivientes escolares ecotecnológicos para la gestión sustentable del agua en comunidades rurales de México, el cual analiza la implementación de un sistema de captación de agua de lluvia en una escuela rural de Jalisco bajo el enfoque de laboratorio viviente. Más allá de sus resultados técnicos, la investigación destaca la importancia de la participación social, la apropiación comunitaria y la construcción colectiva de conocimiento en los procesos de gestión sustentable del agua. El estudio demuestra que las ecotecnologías adquieren mayor potencial transformador cuando

se integran con dinámicas educativas y territoriales orientadas al fortalecimiento de la resiliencia comunitaria.

El artículo Análisis y optimización del uso del recurso hídrico en edificios escolares de San Juan, Argentina examina el desempeño hídrico de dos escuelas ubicadas en un contexto árido, identificando deficiencias en el monitoreo y la gestión eficiente del agua. A partir de auditorías técnicas y criterios de evaluación ambiental, la investigación propone estrategias de bajo costo capaces de generar importantes ahorros hídricos. El estudio destaca la necesidad de incorporar criterios de eficiencia y resiliencia hídrica en la infraestructura educativa, así como el papel de las escuelas en la promoción de prácticas sostenibles y del uso responsable del agua.

Los dos artículos finales amplían el horizonte del número hacia el patrimonio cultural y las prácticas cotidianas como formas de habitar el territorio. “Preservación del patrimonio cultural inmaterial del arte textil de la mujer indígena wayuu” centra su atención en el papel de las mujeres wayuu en la transmisión del conocimiento textil y la preservación de la identidad cultural de su pueblo. La investigación muestra cómo el desplazamiento, la presión económica y la globalización amenazan la continuidad de estos saberes ancestrales, y recuerda que los territorios también se construyen a través de prácticas culturales, memorias colectivas y formas de conocimiento que fortalecen los vínculos entre identidad y patrimonio vivo.

Cierra el número “Cocina tradicional de Zapotiltic, Jalisco: guardianas del patrimonio arquitectónico”, que analiza las cocinas tradicionales como espacios donde convergen género, memoria cultural y arquitectura vernácula. A partir de casos de estudio en Zapotiltic, la investigación muestra cómo la modernización ha transformado estos espacios domésticos y sus prácticas asociadas, y destaca el papel de las mujeres como guardianas de saberes culinarios y dinámicas espaciales que preservan el patrimonio arquitectónico e inmaterial de la comunidad. Las prácticas cotidia-

nas emergen aquí como parte fundamental de la identidad territorial y la resiliencia comunitaria.

Los artículos reunidos en esta edición coinciden en que las transiciones hacia formas más sustentables de habitar requieren enfoques capaces de articular innovación tecnológica, justicia territorial, eficiencia ambiental y preservación cultural. Lejos de ser procesos exclusivamente técnicos, estas transformaciones operan en múltiples escalas: desde la vivienda y los materiales de construcción hasta la organización comunitaria y la defensa del patrimonio cultural. Ante una crisis climática que profundiza las desigualdades y la presión sobre los recursos naturales, esta edición reafirma la importancia de producir conocimiento crítico y situado que contribuya a construir territorios más justos, resilientes y ambientalmente sostenibles en América Latina.

Quedan, sin embargo, preguntas que la investigación futura deberá atender con mayor profundidad. ¿Cómo escalar las experiencias comunitarias exitosas (como los laboratorios vivientes) sin que pierdan su potencial transformador en el proceso de institucionalización? ¿Qué instrumentos normativos son necesarios para que el patrimonio construido y el inmaterial sean reconocidos efectivamente como recursos de adaptación climática, y no solo como objetos de conser-

vación cultural? ¿Cómo incorporar la perspectiva de género de forma estructural (y no marginal) en los estudios sobre habitar, desde la definición del problema hasta la interpretación de los resultados? Y, de manera más amplia: ¿cómo construir puentes entre la innovación técnica y los procesos de justicia territorial en contextos marcados por la informalidad, la desigualdad y la presión extractiva sobre los recursos naturales?

Vivienda y Comunidades Sustentables asume estas preguntas como parte de su agenda editorial. El conocimiento que producimos no es neutral: es un acto situado, con consecuencias sobre los territorios y las comunidades que estudiamos. Esa responsabilidad es, también, una oportunidad.

REFERENCIA

IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf

Tendencias y desafíos de la valuación inmobiliaria en ciudades representativas de Chiapas, México

Trends and challenges in real estate valuation in representative cities of Chiapas, Mexico

doi: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i20.327>

ANNEL MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

Universidad Autónoma de Chiapas, México. ORCID: 0009-0008-0484-6923
Correo electrónico: annel.martinez@unach.mx

RUBER TRUJILLO SAMAYOA

Universidad Autónoma de Chiapas, México. ORCID: 0000-0002-8406-3011
Correo electrónico: ruber.trujillo@unach.mx

CARLOS OCTAVIO CRUZ SÁNCHEZ

Universidad Autónoma de Chiapas, México. ORCID: 0009-0005-3561
Correo electrónico: cacruz@unach.mx

Recepción: 21 de abril de 2025, Aceptación: 20 de marzo de 2026

RESUMEN

Esta investigación estudia el poder de la valuación inmobiliaria en Chiapas como una herramienta técnica y social para la gestión de los territorios, la financiación de la inversión pública y privada y la toma de decisiones sobre activos, y discute las tendencias, desafíos y oportunidades de la práctica de valoración local. El enfoque fue descriptivo y se aplicó a través de una revisión documental de normas nacionales e internacionales (INDAABIN, IVSC, RICS) y un análisis empírico de 25 avalúos de 2020 a 2025 en las principales ciudades de Chiapas (Tuxtla Gutiérrez, San Cristóbal de las Casas, Tapachula, Palenque). La muestra se conformó utilizando un método de muestreo por conveniencia, donde se distribuyeron encuestas anónimas a tasadores expertos. Analizamos enfoques de mercado/costo/ingreso, analizamos factores de estandarización y concluimos resultados de valor. La mayoría de las propiedades tasadas se concentran en el rango de

ABSTRACT

This research examines the power of real estate valuation in Chiapas as both a technical and social instrument for territorial management, the financing of public and private investment, and decision-making regarding assets. It explores the trends, challenges, and opportunities within the practice of local property appraisal. The study employed a descriptive approach, implemented through a documentary review of national and international standards (INDAABIN, IVSC, RICS), and an empirical analysis of 25 appraisals conducted between 2020 and 2025 in the principal cities of Chiapas (Tuxtla Gutiérrez, San Cristóbal de las Casas, Tapachula, and Palenque). The sample was constructed using a convenience sampling method, whereby anonymous surveys were distributed to expert appraisers. Market, cost, and income approaches were analyzed, along with standardization factors, leading to conclusions regarding property values. The majority of appraised



\$500,000 a \$2,000,000, lo que significa estabilidad y valores de medio a medio-alto. Estos incluyen los principales desafíos, que son la ausencia de comparables y bases de datos actualizadas sobre entradas de mercado, oportunidades en capacitación técnica y uniformidad metodológica. No todos los avalúos de la entidad son reportados, sino que son una aproximación estadística de la muestra representativa que permite identificar patrones locales. El objetivo del estudio es investigar la evaluación de bienes raíces en Chiapas con respecto a dimensiones normativas, sociales y territoriales. En Chiapas, la valoración inmobiliaria sirve como una herramienta estratégica para avanzar en la transparencia, la equidad territorial y la sostenibilidad urbana.

Palabras clave: Valuación; bien inmueble; enfoques de valuación; mercado inmobiliario; Planeación territorial.

INTRODUCCIÓN

La valuación inmobiliaria es el proceso de determinar el valor de una propiedad o inmueble en un momento específico. Este proceso puede involucrar diversas metodologías y factores, como la ubicación, el tamaño, el estado de conservación de la propiedad, las características del mercado inmobiliario y comparaciones con propiedades similares en la zona. En México, existen lineamientos establecidos por el Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales (INDAABIN, 2020) y la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) (Sociedad Hipotecaria Federal, 2017), los cuales marcan criterios técnicos y metodológicos para la valuación de bienes inmuebles. La valuación es esencial para diferentes operaciones como la compra o venta de bienes raíces, la obtención de financiamiento, crédito hipotecario, inversión pública, el desarrollo de proyectos, la determinación de impuestos, entre otras.

Históricamente, la valuación inmobiliaria en México ha transitado de ser una práctica empírica y aislada a convertirse en una disciplina técnica con fundamentos normativos, económicos y sociales bien establecidos (Santos Tafoya, 2015).

properties fall within the range of \$500,000 to \$2,000,000 MXN, indicating stability and mid to upper-mid value levels. Key challenges identified include the lack of comparable data and updated databases on market inputs, while opportunities lie in technical training and methodological consistency. Not all appraisals within the region are formally reported; rather, the findings represent a statistical approximation based on a representative sample that enables the identification of local patterns. The objective of the study is to investigate real estate valuation in Chiapas in relation to regulatory, social, and territorial dimensions. In this context, property valuation serves as a strategic tool to promote transparency, territorial equity, and urban sustainability.

Keywords: Valuation; real estate; valuation approaches; real estate market; territorial planning.

El crecimiento urbano, la demanda de vivienda y la necesidad de planeación territorial han propiciado el desarrollo de marcos legales y técnicos que regulan la valoración de forma más precisa y profesional.

El valor de la propiedad raíz es creado, mantenido, modificado o destruido por la interacción de cuatro grandes influencias: influencias sociales, influencias económicas, influencias políticas, influencias naturales o físicas (Meave, 1997). Estas influencias son dinámicas y están en constante cambio, lo cual repercute directamente en la evolución del valor de los bienes inmuebles. Las influencias sociales se refieren al crecimiento poblacional y la distribución geográfica del nivel social de la población; las influencias económicas se basan en las tendencias comerciales e industriales del mercado, así como en la disponibilidad de créditos y dinero por parte de la población. Por su parte, las influencias políticas engloban las decisiones institucionales y normativas sobre el uso del suelo, financiamiento y políticas relacionadas con la vivienda. Finalmente, las influencias naturales o físicas incluyen fenómenos como sismos, inundaciones o la calidad del suelo,

los cuales pueden modificar exclusivamente el valor de una propiedad.

Una valoración adecuada no solo es indispensable para operaciones comerciales, sino que también representa una herramienta fundamental para la gestión pública, la atracción de inversión y la planeación del desarrollo urbano y territorial. El conocimiento preciso del valor de los bienes inmuebles permite establecer precios justos, diseñar políticas tributarias eficientes, evaluar la factibilidad de proyectos de infraestructura y promover un desarrollo urbano equilibrado y sostenible (Eguino, 2019). En el contexto actual, además, la valoración también cobra importancia ante los desafíos globales del cambio climático, la sostenibilidad ambiental y la invulnerabilidad urbana, especialmente en regiones con alta vulnerabilidad como Chiapas (Sellars, 2024).

A lo largo de las últimas décadas, se han desarrollado diversos estudios sobre los enfoques de valuación inmobiliaria en México, cada uno aportando perspectivas y metodologías aplicadas a distintos contextos del país. Estos estudios conforman el estado del arte de la presente investigación, y permiten comprender los desafíos técnicos, normativos y prácticos que enfrentan los valuadores, especialmente en contextos donde el mercado inmobiliario es poco dinámico o carece de información confiable. Por ejemplo, Hidalgo (Hidalgo Silva, 2004) propone la necesidad de homogenizar los procedimientos de valuación de los bienes raíces que rigen los aspectos técnicos y éticos, unificando así los criterios que permitan una mayor integración conceptual y disciplinaria; Valles (Valles Flores, 2011) presenta una técnica para obtener el valor de mercado de inmuebles habitacionales en mercados poco dinámicos cuando no existen comparables; Ramírez (Ramírez Argote, 2015) ofrece una visión integral sobre la valuación inmobiliaria en México, con énfasis en los diferentes enfoques y metodologías aplicadas al sector habitacional, incluyendo viviendas de interés social; y Salas (Salas Tafoya, 2015) analiza el proceso de valuación en México, resalta la importancia del enfoque de mercado como principal guía del valor, puesto que el valor

de los inmuebles es determinado por la oferta y la demanda. En 2017, Abarca (Abarca Jiménez, 2017) explica el proceso de un avalúo inmobiliario proponiendo una comparación de una alternativa de propuesta a un inmueble ya edificado. Gutiérrez (Gutiérrez & Pérez, 2018) estudia el enfoque de costos aplicados a la valoración de viviendas nuevas en fraccionamientos de interés social, considerando los costos de construcción y depreciación; Sánchez (Sánchez Ayala, 2019) explora la dinámica de precios y la valoración de viviendas de interés social en las zonas periféricas de Tuxtla Gutiérrez, comparando los enfoques de mercado y de costos; Martínez (Martínez, 2020) analiza la relevancia del enfoque de mercado en la valoración de viviendas de interés social en ciudades mexicanas medianas, incluidas Tuxtla Gutiérrez y otras ciudades del sur del país. Por último, Villalobos (Villalobos González & Del Campo Saray, 2022) propone una herramienta auxiliar en el proceso de valuación de inmuebles habitacionales para localidades con mercado poco dinámico mediante el uso de factores de preferencia medidos para la obtención del valor de mercado. En años más recientes, han profundizado en la aplicación del enfoque de costos, la dinámica de precios en zonas periféricas y el desarrollo de herramientas auxiliares para mercados inmobiliarios con actividad escasa.

En este contexto, el estado de Chiapas representa un caso particular de estudio debido a su amplia diversidad geográfica, cultural y socioeconómica. La valuación inmobiliaria en la entidad enfrenta retos singulares derivados de la heterogeneidad territorial y la carencia de instrumentos de medición actualizados. Ciudades como Tuxtla Gutiérrez, San Cristóbal de las Casas, Tapachula y Palenque presentan dinámicas inmobiliarias contrastantes, con mercados que varían notablemente en términos de oferta, demanda, precios, uso del suelo y niveles de formalidad (Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica, 2025). Esta variable obliga a adoptar enfoques más sensibles a las condiciones locales, y a disponer de herramientas analíticas precisas que permitan comprender el valor real de los inmuebles

y así tomar decisiones informadas, tanto a nivel individual como institucional.

Una problemática frecuente en Chiapas es que muchas personas son propietarias de terrenos o viviendas, pero desconocen el valor real de sus propiedades. Esta situación se vuelve especialmente delicada cuando se necesita llevar a cabo una operación como la compraventa, la herencia, la donación o el uso del inmueble como garantía. La falta de información sobre el valor actual del bien puede generar incertidumbre, desacuerdos y decisiones mal fundamentadas. Esta realidad refleja una problemática más amplia en México, donde la calidad y disponibilidad de información catastral y registral varía considerablemente entre regiones. En Chiapas, esta situación se ve agravada por la informalidad en la tenencia de la tierra, la limitada infraestructura técnica y la escasa disponibilidad de bases de datos del mercado inmobiliario local, lo que impide un desarrollo transparente y equitativo del sector.

Ante ello, el papel del valuador cobra una dimensión clave; su trabajo técnico y ético no solo consiste en emitir un dictamen de valor, sino también en aportar seguridad jurídica y confianza tanto al mercado como a los actores institucionales. Su intervención es esencial para garantizar que las decisiones patrimoniales y de inversión se basen en criterios objetivos y verificables.

Por estas razones, fomentar una cultura de la valoración inmobiliaria se vuelve prioritario, ya que una estimación objetiva y profesional del valor de los bienes inmuebles contribuye no solo a la seguridad jurídica de las operaciones, sino también a la eficiencia económica del mercado, la justicia tributaria y la planificación territorial. El objetivo de este trabajo es analizar la importancia de la valuación inmobiliaria en Chiapas, destacando su utilidad en la gestión del territorio, la inversión pública y privada, la regularización de la tenencia de la tierra y la toma de decisiones que afectan directamente el bienestar de las personas y el desarrollo regional.

MÉTODOS

El presente estudio se enmarca en una metodología descriptiva y aplicada, centrada en el análisis técnico y teórico de los distintos enfoques de valuación inmobiliaria utilizados en el contexto del estado de Chiapas, México. La investigación se llevó a cabo con base en el estudio documental de normativas vigentes, como la NMX-R-081-SC-FI-2015 (Secretaría de Economía, 2015) emitida por la Secretaría de Economía, así como los lineamientos técnicos establecidos por el Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales (INDAABIN, 2020) y otras fuentes especializadas en valuación como Mark R. Ratterman, Elli Pagourtzi y organismos como el Appraisal Institute y el International Valuation Standards Council (IVSC).

Se realizó una revisión comparativa de casos de estudio, incluyendo una metodología de muestreo por conveniencia donde se aplicó una encuesta por medio de formularios de Google; estas encuestas fueron aplicadas de forma anónima y voluntaria. La información se utilizó exclusivamente con fines académicos y sin recopilar datos personales de los participantes; se indujo a los peritos valuadores con preguntas respecto a lo que se quería revelar, como lo son el uso de los enfoques de mercado, de costos y de ingresos, con el fin de identificar los criterios que determinan la elección del método más apropiado en función del tipo de inmueble y su entorno económico.

La muestra analizada en este estudio está conformada por 25 avalúos realizados entre los años 2020 y 2025 en distintos municipios del estado de Chiapas, en donde se toman en cuenta ciudades como Tuxtla Gutiérrez, San Cristóbal de las Casas, Tapachula y Palenque al ser las cuatro ciudades del estado de Chiapas con mayor desarrollo inmobiliario según la Asociación Mexicana de Profesionales Inmobiliarios (AMPI Sección Chiapas, 2025). En su informe, la AMPI afirma que su organización en Chiapas cuenta con secciones en Tuxtla Gutiérrez, San Cristóbal de las Casas, Tapachula y Palenque, lo que evidencia que estas ciudades funcionan como polos del mercado inmobiliario en la entidad. Si bien el número

de casos puede considerarse limitado desde una perspectiva estadística, la selección se sustenta en un criterio técnico intencionado, propio del ejercicio profesional de la valuación inmobiliaria; aunado a esto, otra de las razones que incide en esta muestra es la imposibilidad de representar todas las muestras de las 4 ciudades principales en el ámbito inmobiliario a nivel estado. Los casos incluidos fueron elegidos por su diversidad tipológica (habitacional, terreno con construcción, vivienda en condominio, etc.) y su distribución geográfica en distintas zonas urbanas con mayor desarrollo inmobiliario, lo cual permite obtener una lectura representativa de las condiciones valuatorias contemporáneas en Chiapas.

Asimismo, el carácter empírico y aplicado de los avalúos responde a la metodología empleada en la práctica valuatoria profesional, donde las fuentes de información no derivan exclusivamente de registros públicos, sino de trabajos técnicos certificados y desarrollados por peritos valuadores, bajo normatividad vigente. Esto fortalece la validez de los datos en esta investigación, ya que se trata de información primaria obtenida de campo, con base en observación directa, análisis comparativo y aplicación de los enfoques de costo, mercado e ingresos.

Se reconoce que la heterogeneidad de los casos en cuanto a superficie, ubicación y valor podría influir en la dispersión de los resultados; sin embargo, dicha diversidad es reflejo fiel de la estructura urbana fragmentada y desigual del territorio chiapaneco, por lo que constituye un elemento analítico más que una limitante metodológica. En este sentido, los resultados no buscan establecer inferencias generalizables a todo el estado, sino describir tendencias valuatorias y correlaciones empíricas con muestras y resultados de carácter probabilístico.

MARCO TEÓRICO

La valuación inmobiliaria es una disciplina técnica, económica y social que busca determinar el valor justo de un bien inmueble en un con-

texto de mercado específico. Este valor no solo refleja las condiciones físicas y funcionales del bien, sino también las dinámicas urbanas, sociales y económicas que lo rodean. En ese sentido, la valuación se convierte en un instrumento fundamental para comprender la estructura y evolución del territorio, la gestión del suelo y el desarrollo de políticas públicas relacionadas con la vivienda, la inversión y la planeación urbana.

De acuerdo con Mark R. Ratterman (2014), la valuación inmobiliaria se basa en el principio de sustitución, según el cual el valor de un bien está determinado por el costo de adquirir otro de características equivalentes. Esta noción se complementa con los enfoques estandarizados de valuación, que permiten determinar el valor de manera objetiva y verificable. Por su parte, Elli Pagourtzi et al. (2003) destacan que la valuación es una práctica multidimensional que integra criterios técnicos, económicos y sociales, y que, en contextos urbanos, debe adaptarse a las variaciones del mercado, la disponibilidad de información y las condiciones locales.

La práctica de la valuación se rige por la Norma Mexicana NMX-R-081-SCFI-2015, emitida por la Secretaría de Economía, la cual establece los lineamientos metodológicos y técnicos para la estimación de valores de bienes inmuebles. Esta norma reconoce tres enfoques principales: enfoque de mercado, enfoque de costos y enfoque de ingresos, cada uno con fundamentos teóricos y aplicaciones específicas.

ENFOQUE DE MERCADO

El enfoque de mercado, también denominado como método de comparación, parte de la comparación directa con operaciones recientes de bienes similares, considerando variables como ubicación, tamaño, uso del suelo, estado de conservación y entorno urbano. Según el Appraisal Institute (2013), este enfoque es el más representativo de las condiciones reales de oferta y demanda, y refleja el comportamiento del consumidor y la percepción del valor en el mercado.

Para su aplicación, es indispensable identificar al menos tres bienes comparables que se encuen-

tren actualmente en venta y que presenten características físicas, funcionales y locativas similares al bien a valorar (Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales, 2017). Los comparables deben ser homologados mediante factores como ubicación, superficie, calidad constructiva, antigüedad, estado de conservación y servicios disponibles. Este método es especialmente útil en mercados activos donde la información de precios de compraventa es accesible y verificable, ya que permite reflejar con mayor fidelidad el comportamiento real del mercado.

ENFOQUE DE COSTOS

El enfoque de costos, también llamado método físico o de reposición, determina el valor de reposición nuevo (VRN) de una propiedad, es decir, el costo actual de construcción de un inmueble con características similares, considerando materiales, mano de obra, equipamiento y condiciones del mercado (Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales, 2017). A este valor se le aplican deducciones correspondientes por depreciación física, funcional y económica, con el fin de obtener el valor neto de reposición (VNR). Este enfoque es particularmente útil cuando se trata de bienes atípicos, inexistentes en el mercado o que no presentan suficientes comparables, como sucede en zonas rurales, propiedades institucionales, inmuebles únicos o edificaciones con usos especiales.

Las fuentes para determinar los costos incluyen manuales técnicos como el de INDAABIN (INDAABIN, 2020), presupuestos de obra, listas de precios unitarios y catálogos regionales de costos de construcción.

ENFOQUE DE INGRESOS

El enfoque de ingresos, también denominado método de capitalización de rentas, se fundamenta en los principios de anticipación de beneficios, competencia y mejor y mayor uso (Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales, 2017). Este método considera el valor presente de los ingresos futuros esperados por la explotación

económica de la propiedad, ya sea a través de rentas, arrendamientos o actividades productivas.

La estimación se basa en la recopilación y análisis de rentas de inmuebles comparables en la misma zona, identificando al menos tres comparables en renta, para posteriormente aplicar una tasa de capitalización acorde al riesgo y características del inmueble. Este método es comúnmente aplicado a inmuebles comerciales, industriales o residenciales con fines de inversión, como edificios de departamentos, locales comerciales, oficinas y terrenos en renta. Se utiliza principalmente para propiedades que generan ingresos. El enfoque de ingresos, respaldado por el International Valuation Standards Council (IVSC, 2021), valora el inmueble con base en su capacidad de generar rentas futuras, descontadas a valor presente. Este método es ampliamente utilizado en la valuación de inmuebles comerciales, industriales o destinados al arrendamiento.

Ahora bien, autores mexicanos como Cortés y Ordaz (2017) y Ramos Arizpe (2019) subrayan que la valuación en contextos regionales, como el estado de Chiapas, debe considerar factores socioeconómicos y territoriales específicos. La heterogeneidad urbana, la informalidad del suelo, la accesibilidad a servicios y la falta de información sistematizada generan particularidades que influyen en la estimación del valor. De esta manera, el proceso valuatorio no solo se convierte en un ejercicio técnico, sino también en una herramienta para el análisis urbano y la planificación territorial.

A nivel internacional, autores como Mark R. Ratterman (2014) y Elli Pagourtzi et al. (2003) conciben la valuación inmobiliaria como un proceso técnico estandarizado que busca garantizar objetividad, transparencia y comparabilidad en la estimación del valor, sustentado en el comportamiento del mercado y en métodos cuantitativos verificables. En contraste, los autores mexicanos como Cortés y Ordaz (2017) y Ramos Arizpe (2019) proponen una visión más contextual, en la que intervienen factores territoriales, sociales y económicos. Mientras la teoría internacional prioriza la homogeneidad metodológica y la con-

sistencia de datos, la literatura nacional enfatiza la adaptación de los enfoques valuatorios a las realidades locales como la informalidad del suelo, la diversidad urbana o la disparidad en la disponibilidad de información. Así, la comparación entre ambas perspectivas revela que la práctica valuatoria en contextos como Chiapas requiere equilibrar la rigurosidad técnica internacional con una comprensión contextual del entorno social y territorial.

Cada uno de estos métodos presenta ventajas y limitaciones, y su selección depende de la naturaleza del inmueble, el propósito del avalúo, la disponibilidad de datos confiables y el dinamismo del mercado local. En algunas valuaciones es posible emplear uno o más enfoques de manera complementaria, comparando los resultados y generando un valor final ponderado, dependiendo del juicio técnico del perito valuador.

En este estudio se aplicaron los enfoques según correspondía a las características del bien inmueble analizado. La elección del método respondió a criterios técnicos normativos y a condiciones del entorno socioeconómico local, priorizando la transparencia metodológica, la coherencia en la selección de datos y el cumplimiento de estándares profesionales. Asimismo, se contemplaron factores contextuales como la disponibilidad de información de mercado en Chiapas, la presencia de zonas con escasa dinámica inmobiliaria y la necesidad de adaptar los procedimientos técnicos a un entorno donde frecuentemente coexisten la formalidad e informalidad en la propiedad de los bienes.

RESULTADOS

La entidad chiapaneca presenta una marcada heterogeneidad en sus dinámicas urbanas y rurales, lo cual influye directamente en el comportamiento del mercado inmobiliario. Se seleccionaron como zonas representativas las ciudades de Tuxtla Gutiérrez, San Cristóbal de las Casas, Tapachula y Palenque, por su importancia regional, volumen de transacciones inmobiliarias, pre-

sencia de proyectos de urbanización y contraste entre zonas consolidadas y áreas de expansión, según la Asociación Mexicana de Profesionales Inmobiliarios (AMPI Sección Chiapas, 2025).

Estas ciudades presentan distintas realidades en cuanto al acceso a servicios, infraestructura urbana, vocación del suelo y nivel de desarrollo inmobiliario, permitiendo observar cómo influyen estos valores en la estimación del valor de los bienes raíces (Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica, 2025). Asimismo, se consideran fenómenos como la informalidad en la tenencia de la tierra, la escasa actualización catastral en algunos municipios y la limitada disponibilidad de información pública del mercado, lo que representa un desafío para los procesos de valuación profesional en la región.

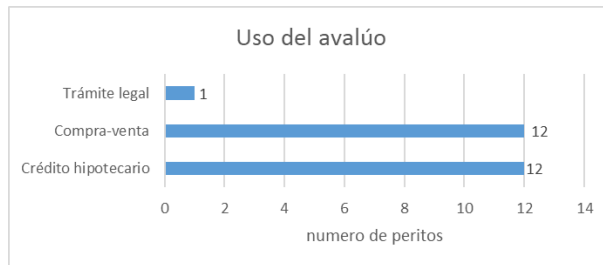
Para llevar a cabo esta investigación, se revisaron 25 avalúos de bienes inmuebles realizados entre los años 2020 y 2025. Este análisis permitió observar el comportamiento de los valores inmobiliarios en distintos contextos urbanos y semiurbanos del estado. Se levantaron datos específicos de cada inmueble, como ubicación, superficie del terreno y construcción, antigüedad, estado físico, servicios disponibles y uso del suelo. Cabe recalcar que el formulario fue publicado a modo de que los peritos valuadores de las cuatro ciudades principales con desarrollo mobiliario, en un tiempo máximo de 15 días, pudieran registrar sus avalúos anónima y voluntariamente. La información se utilizó exclusivamente con fines académicos y sin recopilar datos personales de los participantes. Las respuestas netas son los 25 avalúos presentados de forma anónima; la selección se realizó sin filtro alguno y sin exclusiones, ya que el formulario especificaba únicamente el registro de avalúos para las cuatro ciudades principales, que para este trabajo era necesario conocer.

La aplicación de los enfoques de valuación fue la siguiente: Se aplicó el enfoque de mercado utilizando comparables disponibles en oferta, considerando ajustes de homologación. Se estimó el enfoque de costos calculando el valor de reposición con base en catálogos regionales y aplicando los factores de depreciación pertinentes. En los

casos aplicables, se implementó el enfoque de ingresos, evaluando la capacidad de generar rentas y utilizando tasas de capitalización adecuadas.

Se compararon los resultados obtenidos por cada enfoque en los 25 casos analizados, identificando cuál arrojaba valores más representativos de mercado según el tipo y ubicación del inmueble. Se integraron los resultados en diferentes figuras de análisis, evaluando la pertinencia de cada enfoque y su aplicabilidad en el contexto inmobiliario chiapaneco. A continuación, se presenta un resumen de los resultados obtenidos a través de los diferentes enfoques de valuación.

Figura 1
Uso del avalúo

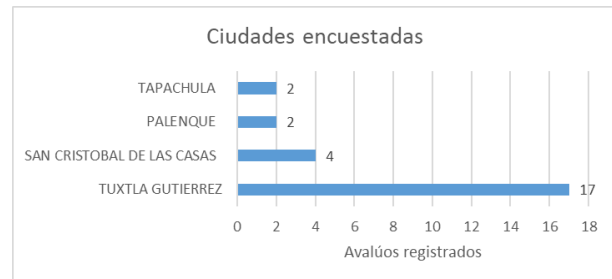


Fuente: Elaboración propia, obtenida por medio de encuestas aplicadas mediante Google Forms, 2025. (Toda la información se recolectó de forma anónima y se utilizó exclusivamente con fines académicos).

La Figura 1 presenta los resultados obtenidos de los 25 avalúos realizados por peritos valuadores en las cuatro ciudades principales (Tuxtla Gutiérrez, San Cristóbal de las Casas, Tapachula y Palenque), con el objetivo de identificar el uso principal para el cual fueron elaborados. Los datos revelan que el 48% de los avalúos (12 casos) se destinaron a la gestión de créditos hipotecarios; para compraventa, el 48% (12 casos) y el 4% (1 caso) se enfocó en el trámite legal. Estos dos usos (compraventa y crédito hipotecario) representan la totalidad del 96% de las respuestas, lo que evidencia que las operaciones de carácter comercial y financiero constituyen los principales motivos por los cuales se solicitan avalúos en el contexto específico analizado, sin generalizar las respuestas de la entidad.

Estos resultados permiten concluir que, en su mayoría, los avalúos inmobiliarios en el área de estudio están orientados a respaldar procesos de transacción de bienes inmuebles y servir como instrumentos para la obtención de financiamiento, aspectos que refuerzan su relevancia en el mercado inmobiliario local.

Figura 2
Municipio del inmueble valuado



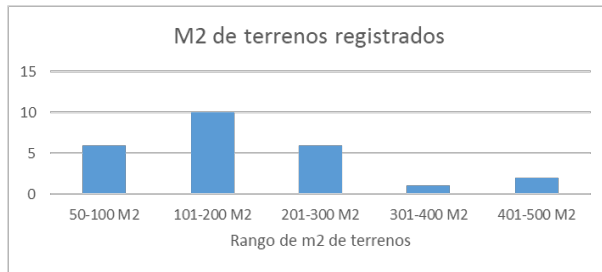
Fuente: Elaboración propia, obtenida por medio de encuestas aplicadas mediante Google Forms, 2025.

La Figura 2 proporciona una representación visual de la distribución geográfica de los inmuebles objeto de valuación dentro de las diferentes ciudades que se contemplaron para analizar los avalúos en zonas con mayor desarrollo inmobiliario.

En la figura, se destaca la mayor cantidad de avalúos registrados por ciudad consultada, reflejando no solo la actividad económica en esos sectores, sino también la demanda habitacional y comercial. Es pertinente mencionar que estos resultados no infieren la totalidad de avalúos de la entidad o siquiera de las ciudades consultadas, sino una muestra representativa y un muestreo por conveniencia que se realizó como en la metodología se describe.

La presentación de estos datos es de importancia para entender el contexto de la valuación inmobiliaria en Chiapas, ya que la ubicación geográfica impacta drásticamente en el valor de las propiedades y en las decisiones de inversión de los compradores y valuadores. Avalúos

Figura 3
M2 de terreno

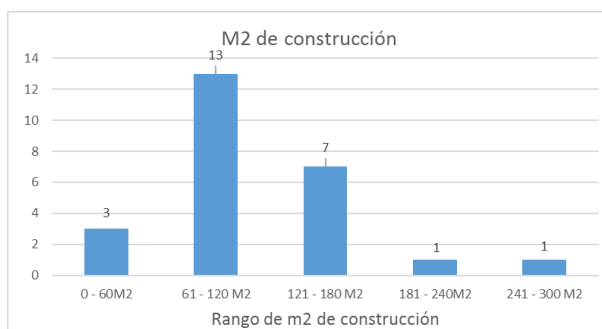


Fuente: Elaboración propia, obtenida por medio de encuestas aplicadas mediante Google Forms, 2025.

En la Figura 3, se representan los datos registrados en su totalidad respecto a la superficie total en metros cuadrados de los terrenos de los inmuebles valuados registrados en el formulario, permitiendo analizar la variabilidad en el tamaño de las propiedades y su impacto en el valor de mercado. Es pertinente mencionar que estos resultados no inferen la totalidad de avalúos de la entidad o siquiera de las ciudades consultadas, sino una muestra representativa y un muestreo por conveniencia que se realizó como en la metodología se describe.

En este caso, los metros cuadrados de los terrenos se presentan en forma de rangos, ya que, al ser cantidades variables, la repetición de los datos es poco probable e incluso nos ayuda a entender la tendencia del valor resultante en las valuaciones.

Figura 4
M2 de construcción

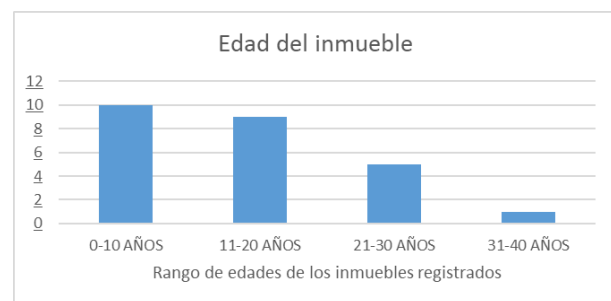


Fuente: Elaboración propia, obtenida por medio de encuestas aplicadas mediante Google Forms, 2025.

Esta Figura 4 indica la cantidad de metros cuadrados construidos en cada inmueble, lo que es crucial para evaluar la relación entre el área construida y el valor de la propiedad. Es pertinente mencionar que estos resultados no inferen la totalidad de avalúos de la entidad o siquiera de las ciudades consultadas, sino una muestra representativa y un muestreo por conveniencia que se realizó como en la metodología se describe.

En este caso, los metros cuadrados de las construcciones se presentan en forma de rangos, ya que, al ser cantidades variables, la repetición de los datos es poco probable e incluso nos ayuda a entender la tendencia del valor resultante en las valuaciones.

Figura 5
Edad del inmueble (años)



Fuente: Elaboración propia, obtenida por medio de encuestas aplicadas mediante Google Forms, 2025.

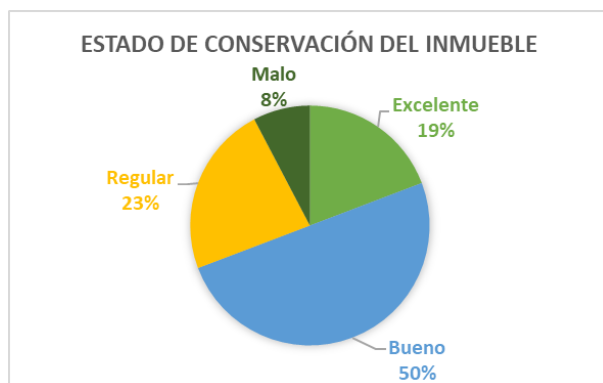
En la Figura 5, se comparte el análisis estadístico de la muestra, integrada por 25 avalúos recabados mediante encuestas a peritos valuadores; evidencia que la mayoría de los inmuebles analizados se encuentran en rangos de antigüedad de 0 a 10 años (40%) y 11 a 20 años (36%), mientras que un 20% pertenece al rango de 21 a 30 años y únicamente un 4% supera los 31 años de construcción. Este comportamiento estadístico sugiere una predominancia de edificaciones relativamente recientes dentro del mercado inmobiliario analizado, lo cual incide positivamente en su valor de mercado debido a menores niveles de depreciación y mejores condiciones estructurales y funcionales.

Desde la perspectiva valuatoria, la edad del inmueble constituye una de las variables más

determinantes en la estimación del valor, ya que influye directamente en la depreciación física, funcional y económica del bien (IVSC, 2023; Appraisal Institute, 2020). En concordancia con los lineamientos de la Norma Mexicana NMX-C-459-ONNCCE-2017 y las International Valuation Standards Council (IVSC, 2023), la edad de la construcción debe analizarse conjuntamente con el estado de conservación y el mantenimiento recibido, factores que pueden mitigar o acelerar el proceso de depreciación. En este sentido, los datos reflejan una tendencia favorable hacia la preservación del valor, dado que la mayoría de los inmuebles se encuentra en etapas tempranas de vida útil, donde el costo de reposición es bajo y el rendimiento funcional es alto.

Finalmente, es pertinente aclarar que los resultados obtenidos no infieren la totalidad de avalúos de la entidad o siquiera de las ciudades consultadas, sino una muestra representativa y un muestreo por conveniencia de carácter no probabilístico, aplicado exclusivamente para mostrar una tendencia general sobre la antigüedad de las propiedades valuadas. Por tanto, los hallazgos deben interpretarse dentro del marco metodológico descrito, reconociendo que las variaciones locales y contextuales pueden influir en los resultados y en la percepción de valor dentro del mercado inmobiliario de Chiapas.

Figura 6
Estado de conservación del inmueble



Fuente: Elaboración propia, obtenida por medio de encuestas aplicadas mediante Google Forms, 2025.

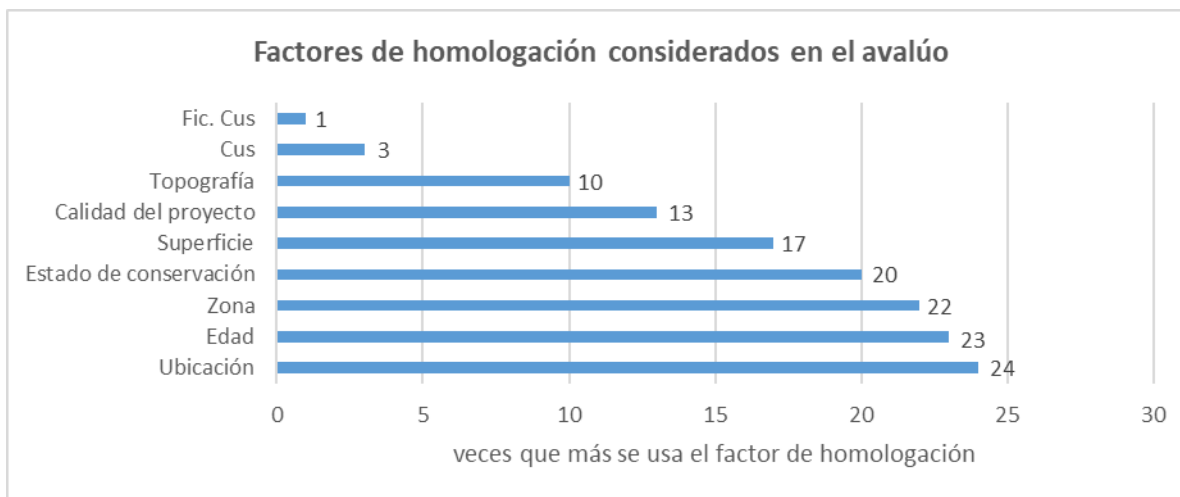
La Figura 6 muestra el análisis estadístico obtenido a partir de los avalúos registrados realizados por peritos valuadores; muestra que el 50 % de los inmuebles presentan un estado de conservación bueno, seguido por un 23 % en estado regular, un 19 % en excelente estado y un 8 % en estado malo. Estos resultados reflejan una tendencia positiva en las condiciones físicas y de mantenimiento de los bienes valuados, pues más de dos tercios (69 %) se encuentran entre las categorías de “bueno” y “excelente”.

Desde la perspectiva de la valuación inmobiliaria, el estado de conservación constituye uno de los factores más influyentes en la estimación del valor de un bien inmueble, dado que incide directamente en su vida útil remanente, costos de reposición y nivel de funcionalidad (Sociedad de Tasación de España, 2021; IVSC, 2023). De acuerdo con los lineamientos establecidos por el International Valuation Standards Council (IVSC) y las Normas Internacionales de Información Financiera (IFRS 13), la condición física del inmueble debe evaluarse objetivamente mediante criterios comparativos y observables.

El comportamiento estadístico obtenido sugiere que la mayoría de los inmuebles mantienen niveles adecuados de conservación, lo cual es coherente con lo establecido en la Norma Mexicana NMX-C-459-ONNCCE-2017, que resalta la importancia del mantenimiento preventivo como elemento de preservación del valor. Asimismo, la baja proporción de inmuebles en condiciones malas (8 %) indica que los casos de deterioro severo son poco representativos dentro de la muestra. Es pertinente mencionar que, estos resultados no infieren la totalidad de avalúos de la entidad o si quiera de las ciudades consultadas, sino una muestra representativa y un muestreo por conveniencia que se realizó como en la metodología se describe.

En la figura anterior, se presenta una categorización de los factores de homologación que fueron considerados durante el proceso de valuación del inmueble según las respuestas registradas; esta categorización fue recabada en su generalidad, sin filtros de exclusión. Las respuestas nos

Figura 7
Factores de homologación considerados en el avalúo



Fuente: Elaboración propia, obtenida por medio de encuestas aplicadas mediante Google Forms, 2025.

brindan un resultado en el que los peritos valedores registraron sus factores de homologación según ellos creyeron más pertinentes en cada valuación realizada y se graficaron para obtener los índices de utilidad, es decir, cuáles son más o menos comunes. Este análisis es fundamental, ya que los factores de homologación permiten establecer comparaciones precisas y relevantes entre propiedades similares en el mercado, asegurando que el avalúo refleje de manera efectiva las condiciones y características específicas del inmueble.

Los resultados de esta figura muestran que los factores de homologación más utilizados por los peritos valuadores son la ubicación con un 96% de uso (24 de 25 casos), la edad de la construcción con un 92% de uso (23 de 25) y la zona con un 88% de uso (22 de 25), seguidos por el estado de conservación con un 80% de uso (20 de 25) y la superficie con un 68% de uso (17 de 25). Estos elementos se identifican como los criterios más determinantes en los procesos de comparación y ajuste dentro de la metodología de valuación inmobiliaria.

De acuerdo con el Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales (INDAABIN, 2020), los factores de localización, zona y edad estructural inciden directamente en el valor de mercado por su relación con la accesibilidad, ser-

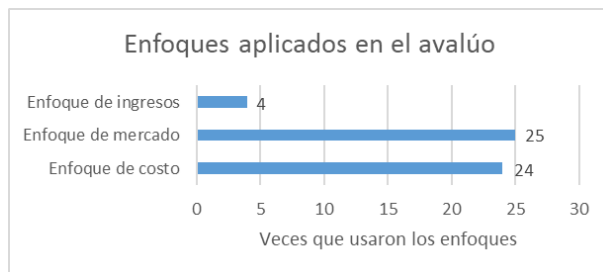
vicios urbanos y nivel de depreciación, lo cual coincide con los resultados obtenidos. Asimismo, a nivel internacional, el International Valuation Standards Council (IVSC, 2023) enfatiza que la ubicación y la edad constituyen variables críticas para la estimación de valor, ya que reflejan tanto la dinámica del entorno urbano como el ciclo de vida de las edificaciones.

En contraste, factores como la topografía con un 40% de uso (10 de 25), la calidad del proyecto con un 52% de uso (13 de 25) y el coeficiente de utilización del suelo (CUS y FIC. CUS), con valores menores hasta un 16% de uso (3 y 1 respectivamente), muestran una menor incidencia en la práctica local. Esto puede deberse a que los avalúos residenciales en contextos urbanos en estas cuatro ciudades presentan condiciones topográficas relativamente uniformes y una aplicación limitada de parámetros normativos cuantitativos, priorizando criterios empíricos y de observación directa sobre los físicos y normativos (INEGI, 2022; RICS, 2021).

Por tanto, los resultados reflejan una tendencia metodológica en los peritos valuadores locales hacia la ponderación de factores perceptuales y contextuales como la ubicación y el estado de conservación por encima de los estrictamente técnicos, lo que sugiere la necesidad de fortalecer la

estandarización de los criterios de homologación con base en los lineamientos de valuación reconocidos a nivel nacional e internacional. Es pertinente mencionar que, estos resultados no inferen la totalidad de avalúos de la entidad o si quiera de las ciudades consultadas, sino una muestra representativa y un muestreo por conveniencia que se realizó como en la metodología se describe.

Figura 8
Enfoques aplicados en el avalúo



Fuente: Elaboración propia, obtenida por medio de encuestas aplicadas mediante Google Forms, 2025.

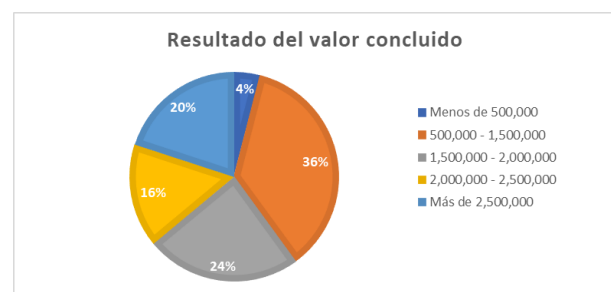
La Figura 8 presenta un análisis estadístico de los enfoques aplicados en el proceso de valuación inmobiliaria; refleja una tendencia predominante hacia el uso del enfoque de mercado (25 casos) y del enfoque de costo (24 casos), mientras que el enfoque de ingresos tiene una aplicación significativamente menor (4 casos). Esta distribución coincide con lo señalado por la Asociación Mexicana de Profesionales Inmobiliarios (AMPI, 2025) y con estudios internacionales (IVSC, 2023; RICS, 2022), que destacan el enfoque comparativo de mercado como el método más empleado debido a su capacidad para reflejar de forma directa las condiciones reales de oferta y demanda en el entorno local. La cercanía entre los valores del método de mercado y de costo sugiere que los valuadores en al menos las cuatro ciudades con mayor desarrollo inmobiliario combinan técnicas de referencia empírica con análisis de reposición, buscando equilibrio entre el contexto del mercado y los costos de construcción vigentes.

Desde una perspectiva metodológica, la preferencia por estos enfoques revela una estructura de práctica profesional alineada con los están-

dares internacionales de valuación, los cuales promueven el uso de métodos comparativos y de costo en mercados con información limitada o en desarrollo (IVSC, 2023; Appraisal Institute, 2020). La baja aplicación del enfoque de ingresos puede atribuirse a la menor disponibilidad de información financiera confiable o al tipo de inmuebles analizados, lo que confirma la importancia del contexto económico local en la selección del método más adecuado. En este sentido, la estadística obtenida permite no solo identificar tendencias de aplicación, sino también comprender los factores estructurales que influyen en la toma de decisiones técnicas de los peritos valuadores.

Es pertinente mencionar que los resultados aquí expuestos no inferen la totalidad de los avalúos realizados en la entidad, ni representan de forma general los datos valuatorios de las ciudades consultadas, sino que corresponden a una muestra representativa obtenida mediante un muestreo por conveniencia, como se describe en la metodología. Por tanto, los hallazgos deben interpretarse como una aproximación exploratoria que contribuye al entendimiento de las prácticas locales, más que como una generalización estadística del universo valuatorio.

Figura 9
Resultado del valor concluido



Fuente: Elaboración propia, obtenida por medio de encuestas aplicadas mediante Google Forms, 2025.

El análisis del valor concluido de los inmuebles, representado en la Figura 9, muestra una mayor concentración dentro del rango de \$500,000 a \$1,500,000, que agrupa el 36 % del total de los casos analizados. En segundo lugar, destacan las propiedades valuadas entre \$1,500,000 y \$2,000,000,

con un 24 %, seguidas de aquellas con valores superiores a \$2,500,000, que representan un 20 %. Los inmuebles comprendidos entre \$2,000,000 y \$2,500,000 alcanzan un 16 %, mientras que los valores inferiores a \$500,000 constituyen únicamente el 4 %.

Esta distribución evidencia que la mayoría de los inmuebles se ubican dentro de un rango medio y medio-alto, reflejando un comportamiento estable en el mercado inmobiliario local. Según la Asociación Mexicana de Profesionales Inmobiliarios (AMPI, 2025) y el International Valuation Standards Council (IVSC, 2023), este tipo de concentración responde principalmente a factores como la localización, el tipo de construcción y las condiciones socioeconómicas del entorno, en concordancia con las tendencias observadas en ciudades intermedias del sur de México.

Desde una perspectiva metodológica, la dispersión moderada de los valores confirma la consistencia técnica en los métodos aplicados por los valuadores, particularmente en los enfoques de mercado y de costo, coincidiendo con los lineamientos del Appraisal Institute (2020) y RICS (2022).

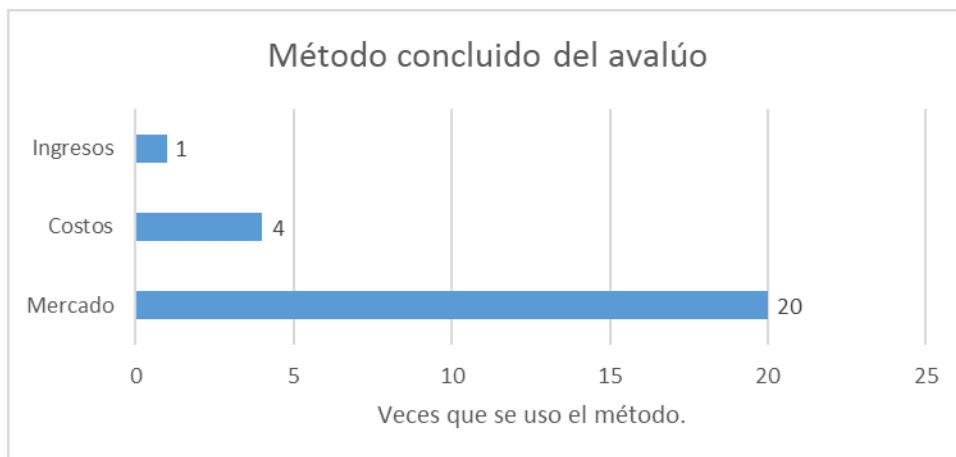
Es importante aclarar que los resultados presentados no representan la totalidad de los avales de la entidad ni pretenden generalizar la realidad inmobiliaria de las ciudades analizadas. Se trata de una muestra representativa obtenida

mediante un muestreo por conveniencia, cuyo propósito es ofrecer una aproximación estadística que permita identificar tendencias y rangos predominantes de valor, sin inferir conclusiones globales sobre el mercado.

En esta Figura 10, los resultados obtenidos evidencian que el método de mercado predomina como el enfoque más utilizado por los peritos valuadores, representando el 80 % de las 25 valuaciones analizadas. Este hallazgo coincide con lo establecido en la Norma Internacional de Valuación 105 (IVSC, 2021) y en los Lineamientos para la Elaboración de Avalúos Inmobiliarios emitidos por la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF, 2019), donde se destaca que el método de mercado es el más apropiado cuando existen suficientes comparables recientes, pues refleja de manera más precisa el comportamiento del mercado y las condiciones reales de oferta y demanda. La tendencia estadística observada sugiere que este método ofrece un mayor grado de objetividad y transparencia frente a los métodos de costos o de ingresos.

Por su parte, el método de costos, con una incidencia del 16 %, se emplea principalmente en propiedades nuevas o con características únicas donde no existen comparables directos, tal como lo señalan autores como Ratcliff (1972) y Pagourtzi et al. (2003), quienes argumentan que este enfoque es útil en mercados incipientes o en casos

Figura 10
Método concluido



Fuente: Elaboración propia, obtenida por medio de encuestas aplicadas mediante Google Forms, 2025.

donde el valor físico del inmueble tiene relevancia particular. En cambio, el método de ingresos, con solo un 4 %, muestra su limitada aplicación en el contexto local, lo que puede asociarse a la baja proporción de inmuebles destinados a la renta o a la escasa disponibilidad de información financiera confiable para su aplicación, fenómeno también documentado en estudios de valuación latinoamericanos (Gómez & Rueda, 2018).

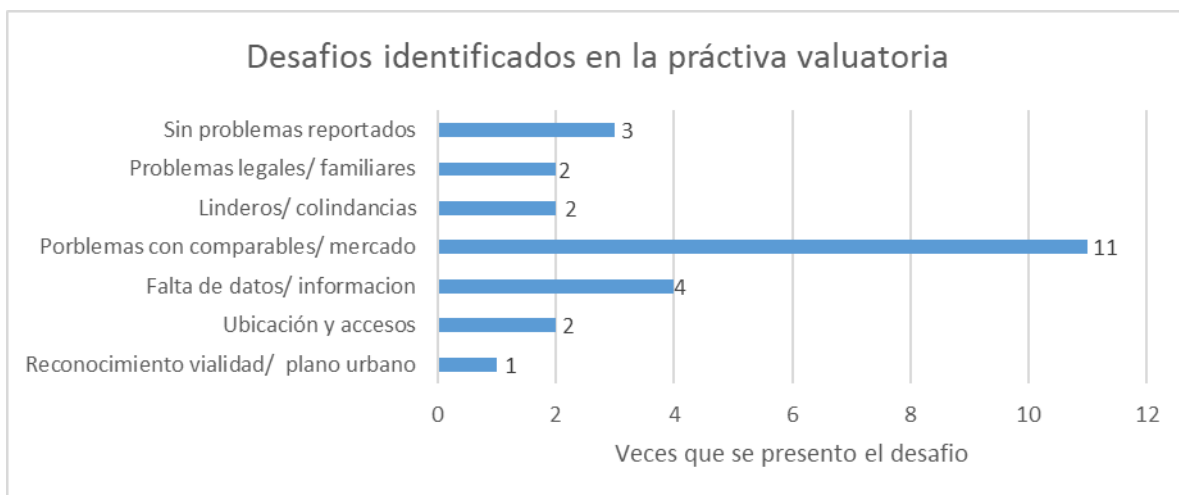
Es pertinente mencionar que estos resultados no inferen la totalidad de los avalúos de la entidad ni de las ciudades consultadas, sino que corresponden a una muestra representativa obtenida por conveniencia, como se detalla en la metodología. Los datos fueron recabados mediante un formulario de Google aplicado a peritos valuadores, obteniendo un total de 25 registros. Por lo tanto, los resultados deben interpretarse como un acercamiento estadístico exploratorio que refleja tendencias entre profesionales activos en el campo de la valuación, pero sin pretender generalizar los comportamientos del mercado inmobiliario en su conjunto.

Los resultados que se presentan en la Figura 11 muestran que el principal desafío en la práctica valuatoria es la falta de comparables o información de mercado, reportado por el 44 % de los participantes (11 de 25 valuaciones). Este hallaz-

go coincide con lo señalado por la International Valuation Standards Council (IVSC, 2021) y por la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF, 2019), que reconocen la disponibilidad y confiabilidad de datos como un factor determinante para la precisión del valor de mercado. La ausencia de bases de datos integradas y actualizadas limita la objetividad y la trazabilidad de los valores concluidos, afectando la consistencia metodológica entre valuadores y el cumplimiento de los estándares internacionales de transparencia y justificación técnica.

Asimismo, un 16 % de los peritos reportó la falta de información o datos técnicos como obstáculo, seguida por situaciones relacionadas con linderos, colindancias y accesos (8 %), así como problemas legales o familiares (8 %). Estos resultados reflejan los desafíos estructurales del contexto valuatorio mexicano, donde la fragmentación catastral y la disparidad normativa entre municipios generan incertidumbre en la delimitación y registro de inmuebles (Rivas & Hernández, 2020). Además, la carencia de información accesible sobre antecedentes registrales y usos de suelo dificulta la aplicación uniforme de los métodos de valuación, un problema también documentado en contextos latinoamericanos por Gómez y Rueda (2018), quienes destacan la ne-

Figura 11
Desafíos identificados en la práctica valuatoria



Fuente: Elaboración propia, obtenida por medio de encuestas aplicadas mediante Google Forms, 2025.

cesidad de fortalecer la gestión de datos territoriales y la interoperabilidad institucional.

Es importante señalar que estos resultados no representan la totalidad de los avalúos de la entidad ni de las ciudades consultadas, sino que corresponden a una muestra representativa obtenida mediante un muestreo por conveniencia, descrito en la metodología. Los datos fueron recabados a través de un formulario de Google aplicado a peritos valuadores con experiencia activa, con un total de 25 registros válidos. En consecuencia, los resultados deben interpretarse como una aproximación exploratoria de las tendencias percibidas en la práctica valuatoria, sin pretender generalizar a la totalidad del gremio, pero sí aportando evidencia útil para comprender los principales retos que enfrentan los profesionales del sector.

Los resultados de la Figura 12 revelan que la principal oportunidad identificada en la práctica valuatoria corresponde a las recomendaciones técnicas y metodológicas, señaladas por el 28 % de los participantes (7 de 25 valuaciones). Este hallazgo coincide con lo propuesto por el International Valuation Standards Council (IVSC, 2021) y la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF, 2019), que destacan la importancia de fortalecer la capacitación y la actualización normativa de los valuadores para asegurar prácticas homogéneas y confiables. La evidencia estadística sugie-

re que los profesionales del sector reconocen la necesidad de reforzar los fundamentos técnicos de la valuación y de promover la adopción de estándares internacionales que mejoren la calidad de los informes y su transparencia.

Asimismo, la información del mercado inmobiliario y la ubicación o zona comercial fueron consideradas por el 16 % de los encuestados respectivamente, lo que refleja el valor que los peritos asignan al análisis contextual y a la disponibilidad de datos geográficos y económicos en sus avalúos. Autores como Pagourtzi et al. (2003) y Gómez y Rueda (2018) coinciden en que la integración de fuentes de información más amplias y actualizadas permite una valoración más precisa del entorno y su influencia en el valor del inmueble. Del mismo modo, oportunidades vinculadas con la academia, la asesoría profesional y el apoyo al solicitante (8 % cada una) evidencian la creciente conciencia sobre la colaboración interdisciplinaria y la profesionalización continua del gremio, en línea con las tendencias internacionales de formación y transparencia en la valuación (Rivas & Hernández, 2020).

Cabe aclarar que estos resultados no pretenden generalizarse a la totalidad de los avalúos de la entidad ni de las ciudades consultadas, sino que derivan de una muestra representativa obtenida por conveniencia, integrada por 25 registros de peritos valuadores que respondieron un for-

Figura 12
Oportunidades identificadas en la práctica valuatoria



Fuente: Elaboración propia, obtenida por medio de encuestas aplicadas mediante Google Forms, 2025.

mulario de Google. Por lo tanto, los datos deben interpretarse como una aproximación estadística exploratoria que identifica tendencias y percepciones relevantes dentro del ejercicio valuatorio actual. Aun con sus limitaciones, los resultados ofrecen una visión constructiva sobre las áreas de oportunidad que pueden fortalecer la práctica profesional y contribuir al desarrollo sostenido del sector inmobiliario en Chiapas.

DISCUSIÓN

La valuación inmobiliaria en México se rige por un marco normativo que establece lineamientos técnicos para garantizar la objetividad, transparencia y fundamentación de los avalúos (Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales (INDAABIN, 2020). En este contexto, la presente tabla comparativa sistematiza los principales aspectos que intervienen en el proceso de valuación de bienes inmuebles en el estado de Chiapas. Cada aspecto, desde la ubicación geográfica hasta los métodos utilizados, responde a criterios establecidos por normas oficiales, como la NMX-R-081-SCFI-2015 Prácticas de Valuación para Bienes Inmuebles (Secretaría de Economía, 2015), así como las disposiciones del Manual de Valuación Inmobiliaria emitido por el INDAABIN.

La consideración de variables como superficie, estado de conservación, edad del inmueble y métodos aplicados obedece a lo estipulado en la Norma Técnica Complementaria de Valuación del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, 2024), aplicable por analogía a otras entidades federativas. Asimismo, se reconoce la importancia de aplicar factores de homologación según lo establecido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2025) y el uso de enfoques comparables que permitan la equidad en el análisis de mercado.

Esta tabla no solo representa un instrumento metodológico, sino que también refleja la aplicación práctica de los principios valorativos que

sustentan la disciplina conforme al marco legal y técnico vigente en Chiapas (ver Tabla 1).

En este sentido, la valuación inmobiliaria debe entenderse dentro de los procesos de transformación urbana, donde el valor del suelo no solo depende de atributos físicos o normativos, sino también de las dinámicas de producción del espacio urbano (Lefebvre, 1974; Harvey, 2008).

Desde una perspectiva crítica, el valor inmobiliario refleja las tensiones entre el capital, el territorio y la planificación urbana. David Harvey (2008) señala que el suelo urbano se convierte en una mercancía cuya valorización obedece a la lógica del capital más que a criterios de bienestar social. Esto implica que la valuación no es un acto neutral: puede reforzar o mitigar desigualdades territoriales, dependiendo de cómo se apliquen los criterios técnicos en contextos con profundas diferencias socioeconómicas, como el caso de Chiapas.

Por otro lado, Henri Lefebvre (1974) plantea que el espacio urbano es una construcción social donde confluyen dimensiones económicas, políticas y simbólicas. En este sentido, la valuación debería considerar no solo factores cuantificables (superficie, estado de conservación, localización), sino también las formas de apropiación social del territorio, los usos comunitarios del suelo y las condiciones de acceso a infraestructura y servicios básicos. En estados con alta diversidad cultural y desigualdad territorial como Chiapas, estas dimensiones adquieren una relevancia particular, pues el valor del suelo no siempre refleja la realidad social o el potencial de desarrollo de las comunidades.

La ausencia de una perspectiva integral puede derivar en un abordaje meramente descriptivo, donde la valuación se reduce a un ejercicio técnico, desconectado de los procesos urbanos más amplios. En cambio, integrar teorías económicas del valor del suelo, como las de Ricardo (1817) o Alonso (1964), permitiría comprender mejor las dinámicas de localización, accesibilidad y demanda que influyen en los precios del suelo urbano y rural. Dichas teorías señalan que el valor del suelo depende de su productividad o

Tabla 1
Tabla comparativa de discusión de resultados

Aspecto	Descripción	Importancia en la valuación
Uso del avalúo	Propósitos específicos para los cuales se realiza la valuación de un inmueble.	Establece el contexto en el que se llevará a cabo el proceso de valuación y guía el enfoque y las metodologías a emplear.
Municipio del inmueble valuado	Distribución geográfica de inmuebles en Chiapas.	Ayuda a identificar tendencias regionales y demanda del mercado inmobiliario.
M2 de terreno	Superficie total en m2 de los terrenos valuados.	Relaciona el tamaño del terreno con el valor de la propiedad.
M2 de construcción	Metros cuadrados construidos en cada inmueble.	Fundamental para evaluar el valor en relación con el espacio utilizable.
Edad del inmueble	Antigüedad de los inmuebles valuados.	Indica posibles depreciaciones o valorizaciones dependiendo del mercado.
Estado de conservación	Clasificación del estado físico del inmueble (bueno, regular, malo).	Afecta directamente el valor y atractivo de la propiedad para los comparadores.
Factores de homologación considerados	Diversos factores usados para establecer el valor.	Proporciona un marco para asegurar consistencia y precisión en la valuación.
Métodos aplicados	Métodos utilizados para valorar los inmuebles.	Muestra la variedad de enfoques que pueden aplicarse según el contexto.
Resultado del valor concluido	Valor final determinado para cada inmueble valuado.	Refleja la evaluación y te permite comparar propiedades similares.
Método concluido	Método específico usado para obtener el valor final.	Destaca la metodología elegida, proporcionando transparencia al proceso.
Desafíos identificados	Principales retos enfrentados por valuadores.	Es clave para entender las limitaciones en la práctica y áreas de mejora.
Oportunidades identificadas	Áreas de mejora y desarrollo en la práctica valuatoria.	Indica potenciales innovaciones para optimizar la valuación en el futuro.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

accesibilidad, pero en contextos contemporáneos como los de las ciudades intermedias mexicanas, factores como la especulación y la expansión urbana descontrolada también intervienen decisivamente (Harvey, 2012).

En el caso de las cuatro ciudades analizadas (que no representan la totalidad de la entidad o siquiera de estas mismas ciudades), los procesos de urbanización recientes muestran una expansión periférica muchas veces desvinculada de la planificación, no precisamente la más sostenible.

Las áreas urbanas crecen sobre suelos rurales o agrícolas sin la infraestructura necesaria, alterando ecosistemas y afectando la resiliencia ambiental. La valuación inmobiliaria, en este escenario, debería incorporar criterios de sostenibilidad y cambio climático, siguiendo las recomendaciones del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2023), que subraya la importancia de integrar la evaluación ambiental en la toma de decisiones urbanas y de inversión.

Autores como Smith (1984) y Soja (2010) proponen analizar la “producción desigual del espacio” y el papel de los mercados inmobiliarios en la segregación socioespacial. Esto es útil para comprender cómo, en ciudades chiapanecas como Tuxtla Gutiérrez, San Cristóbal de Las Casas, Tapachula o Palenque, la valoración del suelo se concentra en zonas de mayor desarrollo, mientras que otras áreas quedan subvaluadas y marginadas del proceso de inversión pública y privada.

En este contexto, la valuación inmobiliaria debería trascender su función administrativa para convertirse en una herramienta de planeación territorial y justicia espacial. Como sostiene Roca Cladera (2003), el valor del suelo no puede entenderse sin considerar el entorno urbano y las políticas públicas que lo configuran. Por ello, los criterios de valuación deben armonizarse con los objetivos de desarrollo urbano sostenible, la protección ambiental y la equidad territorial establecidos por la Agenda 2030 (Organización de las Naciones Unidas (ONU), 2015).

El vínculo entre valuación, sostenibilidad y cambio climático resulta esencial. El valor del suelo puede reflejar riesgos ambientales como vulnerabilidad ante inundaciones o erosión que en muchas ocasiones no son considerados en los métodos tradicionales. La discusión sobre la valuación en Chiapas no debe limitarse a la medición del valor, sino a su papel en la gestión integral del territorio. La identificación de desafíos y oportunidades debe enmarcarse en un debate sobre cómo los instrumentos valuatorios pueden contribuir al desarrollo equilibrado, inclusivo y sostenible de las ciudades chiapanecas.

CONCLUSIÓN

El análisis de la valuación inmobiliaria en esta investigación permite comprenderla no solo como un proceso técnico de estimación de valor, sino como un instrumento estratégico para la gestión territorial, la equidad social y la sostenibilidad ambiental. Los resultados obtenidos demuestran

que el enfoque de mercado se mantiene como el método predominante en la práctica valuatoria local, debido a su capacidad para reflejar las condiciones reales del intercambio y su alineación con los lineamientos del Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales (IN-DAABIN, 2020). Sin embargo, este predominio también evidencia la necesidad de fortalecer la integración de los enfoques de costos e ingresos para contextos con limitada información de mercado, como los observados en las cuatro ciudades chiapanecas.

El estudio evidencia una estructura valuatoria funcional, pero aún anclada en un modelo descriptivo que requiere evolucionar hacia una comprensión más compleja del territorio. Como advierte Lefebvre (1974), el espacio urbano no es un mero soporte físico, sino una construcción social que expresa relaciones de poder, desigualdad y acceso a recursos. En Chiapas, esta afirmación cobra especial relevancia: la valorización del suelo urbano refleja una dualidad entre las zonas con alto desarrollo inmobiliario como Tuxtla Gutiérrez, San Cristóbal de las Casas, Palenque y Tapachula y aquellas marginadas de la inversión y la planeación. En este sentido, el proceso valuatorio puede contribuir a perpetuar o corregir dichas desigualdades, dependiendo de su orientación metodológica y de su integración con políticas urbanas inclusivas.

Desde la perspectiva de Harvey (2012), la producción y apropiación del espacio responde a lógicas de acumulación del capital. En Chiapas, donde la informalidad del suelo y la fragmentación territorial son frecuentes, el valor inmobiliario tiende a concentrarse en áreas de alta rentabilidad, relegando territorios con menor infraestructura o valor comercial. Esta dinámica reafirma la necesidad de incorporar en la valuación criterios de justicia espacial (Soja, 2010) y sostenibilidad ambiental, con el fin de mitigar los efectos de la expansión urbana descontrolada y promover un desarrollo urbano más equitativo.

La investigación confirma que la práctica valuatoria en Chiapas enfrenta desafíos estructurales relacionados con la falta de información

de mercado, la limitada actualización catastral y la ausencia de bases de datos interoperables, lo que coincide con lo señalado por Gómez y Rueda (2018) y por el International Valuation Standards Council (IVSC, 2023). Estas limitaciones restringen la objetividad y comparabilidad de los avalúos, afectando la transparencia en los procesos de inversión y planeación. Por ello, urge fortalecer los sistemas de información inmobiliaria, la capacitación continua de los peritos valuadores y la vinculación entre instituciones públicas, académicas y profesionales.

Más allá del cumplimiento normativo, la valuación inmobiliaria debe asumirse como una herramienta de diagnóstico territorial y de apoyo a la planeación sostenible. Incorporar criterios de riesgo ambiental, eficiencia energética y vulnerabilidad urbana, tal como recomienda el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2023), permitiría valorar no solo el presente económico de los inmuebles, sino también su resiliencia futura frente a escenarios de cambio climático.

Finalmente, la valuación inmobiliaria en Chiapas representa una puerta de entrada a la equidad territorial y a la sostenibilidad urbana. La consolidación de una práctica valuatoria crítica, interdisciplinaria y contextualizada puede transformar el avalúo en un instrumento de política pública, contribuyendo a la distribución justa del valor del suelo y al fortalecimiento del desarrollo regional. Así, el reto del gremio valuatorio chiapaneco no es únicamente perfeccionar la técnica, sino redefinir el valor como expresión del bienestar colectivo, la justicia espacial y el derecho al territorio (Harvey, 2008; ONU, 2015).

REFERENCIAS

- Abarca Jiménez, R. (2017). Proceso de métodos de valuación para inmuebles en la Ciudad de México. *Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México*. Recuperado de <https://tesisunamdocumentos.dgb.unam.mx/ptd2017/mayo/0758810/0758810.pdf>
- Alonso, W. (1964). Location and land use: Toward a general theory of land rent. *Cambridge, MA: Harvard University Press*. Recuperado de <https://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780671876707>
- Appraisal Institute (2020). The Appraisal of Real Estate (15.^a ed.). *Chicago, IL: Appraisal Institute*. Recuperado de <https://www.appraisal.org/store/the-appraisal-of-real-estate-15th-edition/>
- Asociación Mexicana de Profesionales Inmobiliarios (AMPI). (2025). Informe sobre tendencias de valuación en México 2025. *Ciudad de México: AMPI Nacional*. Recuperado de <https://www.ampi.org>
- Asociación Mexicana de Profesionales Inmobiliarios (2025, 19 de junio). Anuncian octavo Foro Inmobiliario. *Cuarto Poder Chiapas*. <https://www.cuartopoder.mx/chiapas/anuncian-octavo-foro-inmobiliario/538547>
- A. M. Meave (Meave, A. M.). (1997). *Introducción a la valuación inmobiliaria*. Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro. Recuperado de <https://www.uaq.mx>
- Berke, P. R. & Conroy, M. M. (2000). *Are we planning for sustainable development?* *Journal of the American Planning Association*, 66(1), 21–34. <https://doi.org/10.1080/01944360008976081>
- Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica (07 de febrero de 2025). *CEIEG*. Obtenido de CEIEG: <https://www.ceieg.chiapas.gob.mx/info-estadistica>
- Eguino, H. (2019). Catastro, valoración inmobiliaria y tributación municipal: experiencias para mejorar su articulación y efectividad. *Banco Interamericano de Desarrollo*. Recuperado de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Catastro-valoracion-inmobiliaria-y-tributacion-municipal-Experiencias-para-mejorar-su-articulacion-y-efectividad.pdf>
- Harvey, D. (1973). *Social Justice and the City*. *Baltimore: Johns Hopkins University Press*. Recuperado de <https://jhupbooks.press.jhu.edu/title/social-justice-and-city>
- Harvey, D. (2008). The right to the city. *New Left Review*, 33, 23–40. Recuperado de <https://newleftreview.org/issues/ii53/articles/david-harvey-the-right-to-the-city>
- Harvey, D. (2012). *Rebel Cities: From the Right to the City to the Urban Revolution*. *London: Ver-*

- so. Recuperado de <https://www.versobooks.com/books/913-rebel-cities>
- Hidalgo Silva, S. L. (2004). *Teorías y criterios formativos del valor en bienes inmuebles*. Nuevo León: Universidad Autónoma de Nuevo León. Recuperado de <https://www.uanl.mx>
- Hiernaux, D. (2010). *Los espacios de la globalización: nuevas geografías urbanas en América Latina*. México: UNAM. Recuperado de <https://www.unam.mx>
- IFRS Foundation (2013). *IFRS 13 – Fair Value Measurement*. Recuperado de <https://www.ifrs.org/content/dam/ifrs/publications/pdf/ifrs-standards/english/2013/ifrs-13.pdf>
- INDAABIN — Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales (2017). *Glosario de términos en materia de avalúos*. México: INDAABIN. Recuperado de <https://www.gob.mx/indaabin>
- INDAABIN (2020). *Manual de Normas y Lineamientos Técnicos en materia de Avalúos*. México: INDAABIN. Recuperado de <https://www.gob.mx/indaabin/documentos/manual-de-normas-y-lineamientos-tecnicos-en-materia-de-avaluos>
- Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales (INDAABIN) (2020). *Manual de Valuación Inmobiliaria*. Gobierno de México. Recuperado de <https://www.gob.mx/indaabin>
- INEGI — Instituto Nacional de Estadística y Geografía (marzo de 2025). Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/>
- INEGI — Guía metodológica de factores de homologación para avalúos inmobiliarios (2025). Recuperado de <https://www.inegi.org.mx>
- International Valuation Standards Council (IVSC) (2021). *International Valuation Standards (IVS 105: Valuation Approaches and Methods)*. London: IVSC. Recuperado de <https://www.ivsc.org/standards>
- International Valuation Standards Council (IVSC) (2023). *International Valuation Standards (IVS 2023)*. London: IVSC. Recuperado de <https://www.ivsc.org/standards/ivs-2023>
- IFRS Foundation (2013). *IFRS 13 – Fair Value Measurement*.
- Jim, C. Y. (2004). Green-space preservation and allocation for sustainable greening of compact cities. *Cities*, 21(4), 311–320. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2004.04.004>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2025). *Guía metodológica de factores de homologación para avalúos inmobiliarios*. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx>
- International Valuation Standards Council (IVSC) (2023). *International Valuation Standards 2023*. London: IVSC. Recuperado de <https://www.ivsc.org>
- International Valuation Standards Council (IVSC) (2021). *IVS 105: Valuation Approaches and Methods*. Recuperado de <https://www.ivsc.org/standards/ivss>
- Instituto de Administración y Avalúos de Bienes Nacionales (INDAABIN) (2020). *Manual de Valuación Inmobiliaria*. Gobierno de México.
- Jim, C. Y. (2004). *Green-space preservation and allocation for sustainable greening of compact cities*
- Lefebvre, H. (1974). *La production de l'espace*. Paris: Anthropos. Recuperado de <https://www.cairn.info>
- Lefebvre, H. (1974). *La production de l'espace*. Anthropos. <https://archive.org/search.php?query=La%20production%20de%20l%27espac>
- Martínez, D. (2020). *Aplicación del enfoque de mercado en la valoración de viviendas de interés social en México*. *Economía y Territorio*, 45–67. Recuperado de <https://www.economiayterritoriorevista.mx>
- Meave, A. M. (1997). *Introducción a la Valuación Inmobiliaria*. Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro. Recuperado de <https://www.uaq.mx>
- NMX-R-081-SCFI-2015: Prácticas de Valuación para Bienes Inmuebles (10 de marzo de 2016). *Secretaría de Economía*. Recuperado de <https://economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2010/nmx-r-081-scfi-2015.pdf>
- Norma Mexicana NMX-C-459-ONNCCE-2017 (2017). *Industria de la construcción – Evaluación del estado de conservación de edificaciones – Método de inspección y clasificación*. *Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación*. Recuperado de <https://www.onncce.org.mx>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2015). *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Recuperado de <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- Pagourtzi, E., Assimakopoulos, V., Hatzichristos, T. & French, N. (2003). Real estate appraisal: a review of valuation methods. *Journal of Property*

- Investment & Finance*, 21(4), 383–401. <https://doi.org/10.1108/14635780310483656>
- Ramírez Argote, P. (2015). *Manual de Valuación Inmobiliaria en México*. México: Trillas. Recuperado de <https://www.trillas.mx>
- Ratcliff, R. (1972). *Valuation for Real Estate Decisions*. Santa Cruz: Democrat Press. Recuperado de <https://archive.org>
- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (08 de mayo de 2024). *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal*. Recuperado de https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/images/leyes/reglamentos/RGTO_DE_CONSTRUCCIONES_DEL_DISTRITO_FEDERAL_8.pdf
- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal — Norma Técnica Complementaria de Valuación (2024). *Gaceta Oficial de la Ciudad de México*. Recuperado de <https://data.consejeria.cdmx.gob.mx>
- Ricardo, D. (1817). *On the principles of political economy and taxation*. London: John Murray. Recuperado de <https://www.gutenberg.org/ebooks/33310>
- Rivas, M. & Hernández, P. (2020). La gestión catastral como base para la transparencia valuatoria en México. *Revista Mexicana de Estudios Urbanos y Regionales*, 12(3), 89–104.
- Roca Cladera, J. (2003). Valoración del suelo urbano: De la teoría a la práctica. *Ciudad y Territorio: Estudios Territoriales*, 35(136), 283–308. Recuperado de <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/6814>
- Roca Cladera, J. & Burns, M. C. (2001). *La estructura espacial del valor del suelo urbano*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu>
- Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS) (2022). *Valuation – Global Standards* (Red Book Global Edition). London: RICS. Recuperado de <https://www.rics.org/uk/products/data-products/valuation--global-standards-red-book/>
- Ramírez Argote, P. (2015). *Manual de Valuación Inmobiliaria en México*.
- Salas Tafoya / Santos Tafoya, J. M. (2015). El modelo de Valuación Inmobiliaria en México. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo (RIDE)*, 6(11), 1–24. Recuperado de <https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/196/866>
- Sánchez Ayala, A. (2019). La valoración de viviendas de interés social en zonas periféricas de ciudades mexicanas: caso Tuxtla Gutiérrez. *Revista de Estudios Urbanos y Regionales*, 115–128. https://www.dgip.unach.mx/images/pdf-REVISTA-QUEHACERCIENTIFICO/QUEHACERCIENTIFICO-2012-jul-dic/caracteristicas_fisicas_vivienda_popular.pdf
- Sellars, N. (2024). *Sustainability and residential property valuation (paper 12625)*. Proceedings of FIG 2024. Recuperado de https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2024/papers/tso4b/TS04B_sellars_12625.pdf
- Sassen, S. (2001). *The Global City: New York, London, Tokyo*. Princeton: Princeton University Press. Recuperado de <https://press.princeton.edu/books/paperback/9780691120336/the-global-city>
- Secretaría de Economía (2015). NMX-R-081-SCFI-2015: Prácticas de Valuación para Bienes Inmuebles. *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado de <https://economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2010/nmx-r-081-scfi-2015.pdf>
- SHF-Sociedad Hipotecaria Federal (2017). *Manual de Valuación Inmobiliaria*. México: SHF. Recuperado de <https://www.gob.mx/shf>
- SHF-Sociedad Hipotecaria Federal (2019). *Lineamientos para la elaboración de avalúos inmobiliarios*. Ciudad de México: SHF. Recuperado de <https://www.gob.mx/shf/acciones-y-programas>
- Smith, N. (1984). *Uneven Development: Nature, Capital and the Production of Space*. Oxford: Blackwell. Recuperado de <https://www.wiley.com/en-us/Uneven+Development%3A+Nature%2C+Capital+and+the+Production+of+Space-p-9780631181643>
- Smith, N. (1996). *The New Urban Frontier: Gentrification and the Revanchist City*. London: Routledge. Recuperado de <https://www.routledge.com/The-New-Urban-Frontier-Gentrification-and-the-Revanchist-City/Smith/p/book/9780415119796>
- Soja, E. W. (2010). *Seeking Spatial Justice*. Minneapolis: University of Minnesota Press. Recuperado de <https://www.upress.umn.edu/book-division/books/seeking-spatial-justice>
- Santos Tafoya, J. M. (2015). Modelo de valuación inmobiliaria en México. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo (RIDE)*, 6(11), 1–24. Recuperado de <https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/196/866>

- www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/196/866
- Universidad de Sonora (s. f.). *Historia y desarrollo de la valuación en México* (Tesis de licenciatura). Repositorio Institucional de la Universidad de Sonora. Recuperado de <https://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/7419/capitulo1.pdf>
- Valles Flores, M. G. (2011). *Valuación de inmuebles habitacionales para obtención del valor de mercado en mercados poco dinámicos, caso: Sombrerete, Zac. Aguascalientes*. <http://hdl.handle.net/11317/981>
- Villalobos González, A. C. & Del Campo Saray, F. J. (2022). *Valuación de inmuebles habitacionales con mercado inmobiliario poco dinámico: caso Encarnación de Díaz, Jalisco, México*. <https://doi.org/10.18861/ania.2022.12.2.3243>

Financiamiento.

La presente investigación no recibió financiamiento específico.

Conflicto de interés.

Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación con la investigación, la autoría y/o la publicación del presente artículo.

Uso de inteligencia artificial.

Los autores declaran que no se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa en la elaboración del manuscrito o, en su caso, que su uso se limitó exclusivamente al apoyo lingüístico y de redacción, manteniendo en todo momento la responsabilidad sobre el contenido y las conclusiones del trabajo.

Contribución de autoría.

Los autores participaron en la conceptualización, desarrollo, análisis y redacción del manuscrito, de conformidad con los principios de la taxonomía CRediT (Contributor Roles Taxonomy), y aprobaron la versión final para su publicación.

Análisis documental de la temperatura en las viviendas en México: implicaciones sociales, energéticas y de salud

Documentary analysis of temperature in mexican housing: social, energy, and health implications

<https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i20.338>

RAÚL TREVIÑO HERNÁNDEZ

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. ORCID: 0000-0002-3267-0194
Correo electrónico: rtrevin@docentes.uat.edu.mx

ELDA MARGARITA HERNÁNDEZ REJÓN

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. ORCID: 0000-0002-3197-2502
Correo electrónico: mrejon@docentes.uat.edu.mx

Recepción: 12 de septiembre de 2025. Aceptación: 16 de marzo de 2026.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es analizar la problemática de la temperatura en las viviendas mexicanas, identificando sus causas estructurales, así como sus impactos sociales, energéticos y de salud, y proponer estrategias técnicas y bioclimáticas orientadas a mejorar el confort térmico, particularmente en comunidades vulnerables.

Se empleó una metodología de análisis documental sistemático basada en normatividad nacional, informes de organismos oficiales e internacionales y literatura académica especializada. Se revisaron fuentes relacionadas con características constructivas, consumo energético, acceso a climatización y efectos en la salud.

Los resultados evidencian que la autoconstrucción informal, el uso de materiales inadecuados, la aplicación limitada de la normativa, la pobreza energética y la ausencia de políticas con enfoque climático generan viviendas con bajo desempeño térmico, mayores riesgos sanitarios y alto consumo energético.

La principal limitación del estudio radica en su carácter documental, al no incorporar mediciones de campo.

ABSTRACT

The objective of this research is to analyze the problem of temperature in Mexican homes, identifying its structural causes, as well as its social, energy, and health impacts, and to propose technical and bioclimatic strategies aimed at improving thermal comfort, particularly in vulnerable communities.

A systematic documentary analysis methodology was employed, based on national regulations, reports from official and international organizations, and specialized academic literature. Sources related to construction characteristics, energy consumption, access to climate control, and health effects were reviewed.

The results show that informal self-construction, the use of inadequate materials, limited application of regulations, energy poverty, and the absence of climate-focused policies result in homes with poor thermal performance, increased health risks, and high energy consumption.

The main limitation of the study lies in its documentary nature, as it does not incorporate field measurements.



La originalidad del trabajo consiste en integrar dimensiones constructivas, energéticas y de salud en un marco interdisciplinario aplicado al contexto mexicano. Se concluye que la incorporación de estrategias pasivas y bioclimáticas, junto con políticas públicas adaptadas al clima, constituye una vía sostenible y costo-efectiva para mejorar la habitabilidad y reducir desigualdades térmicas.

Palabras clave: Confort térmico; Arquitectura bioclimática; Pobreza energética.

The originality of the work lies in integrating construction, energy, and health dimensions within an interdisciplinary framework applied to the Mexican context. It is concluded that the incorporation of passive and bioclimatic strategies, together with climate-adapted public policies, constitutes a sustainable and cost-effective way to improve habitability and reduce thermal inequalities.

Keywords: Thermal comfort; Bioclimatic architecture; Energy poverty.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la investigación es analizar de manera integral las condiciones térmicas de las viviendas en México, identificando sus causas, impactos sociales, energéticos y de salud, y proponiendo estrategias técnicas y bioclimáticas para mejorar el confort térmico, especialmente en comunidades vulnerables.

De tal forma que, para cumplir el objetivo general, llevaremos a cabo los siguientes objetivos específicos implícitos en el artículo:

1. Revisar y sintetizar la normativa mexicana y las recomendaciones internacionales sobre eficiencia energética y confort térmico en viviendas.
2. Identificar los factores estructurales que generan problemas de temperatura en viviendas mexicanas (autoconstrucción, materiales, normativa, pobreza energética, falta de políticas territoriales).
3. Evaluar los impactos del confort térmico inadecuado sobre la salud, la productividad, la equidad social y el consumo energético.
4. Analizar la diversidad climática del país y cómo afecta el desempeño térmico de los diferentes modelos de vivienda.
5. Proponer soluciones técnicas y bioclimáticas, incluyendo rehabilitación, diseño pasivo, ventilación natural, aislamiento, techos verdes y educación comunitaria, que permitan mitigar los problemas identificados.

Es decir, el artículo busca comprender la problemática del confort térmico en viviendas mexicanas desde múltiples dimensiones y generar recomendaciones aplicables para políticas públicas, diseño arquitectónico y eficiencia energética.

La vivienda constituye un derecho fundamental reconocido en la Constitución Mexicana (artículo 4), y su calidad impacta directamente en la salud física, mental y social de sus habitantes. La Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2022) subraya que un entorno habitacional con condiciones térmicas inadecuadas constituye un riesgo sanitario significativo, especialmente para niños, adultos mayores y personas con enfermedades crónicas. Las viviendas que no proporcionan un confort térmico adecuado aumentan la vulnerabilidad de sus ocupantes frente a enfermedades respiratorias, cardiovasculares, golpe de calor e incluso trastornos del sueño (García et al., 2021).

El confort térmico se define como “la condición de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico” (ASHRAE, 2017), lo que implica que no solo es un fenómeno físico, sino también psicológico y social. En México, la normativa vigente para eficiencia energética en edificios está establecida en la NOM-020-ENER-2011, la cual fija criterios de aislamiento, ventilación y eficiencia energética. Sin embargo, su aplicación es limitada, especialmente en viviendas de interés social y en zonas rurales, debido a factores económicos, regulatorios y de supervisión insuficiente (González, 2018).

Estudios nacionales e internacionales, como los de ONU-Hábitat (2020) y Delgado Ramos (2013), muestran que las viviendas de interés social presentan características comunes que afectan el confort térmico: techos de lámina metálica o concreto sin aislamiento, muros de bloques de cemento expuestos, ventilación insuficiente y ausencia de estrategias de diseño pasivo que aprovechen la orientación solar y el flujo de aire. Estas deficiencias no solo incrementan el consumo energético, sino que contribuyen a la denominada pobreza energética, definida como la incapacidad de mantener condiciones térmicas adecuadas por limitaciones económicas o técnicas.

El clima cálido de gran parte del país convierte al confort térmico en el servicio energético residencial más demandante. Según la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE, 2020), más del 35% del consumo eléctrico residencial se destina a refrigeración. Esta elevada demanda tiene múltiples consecuencias: presión sobre la red eléctrica nacional, aumento de costos públicos y privados, y mayor emisión de gases de efecto invernadero debido a la generación de electricidad convencional. En contextos de vulnerabilidad, los hogares deben decidir entre usar electricidad para confort o destinar recursos a alimentación, salud u otros servicios básicos, perpetuando ciclos de desigualdad social (INEGI, 2020).

México presenta una heterogeneidad climática notable que exige soluciones habitacionales adaptadas:

- *Zonas áridas y desérticas (norte)*: Estados como Sonora y Chihuahua enfrentan veranos con temperaturas superiores a 45 °C e inviernos cercanos a 0 °C. Las viviendas, sin aislamiento ni estrategias de control térmico, sufren de sobrecalentamiento en verano y frío extremo en invierno (Odón de Buen, 2018).
- *Zonas templadas y frías (centro)*: En estados como México y Puebla, las viviendas mal aisladas generan un alto consumo de energía para calefacción en invierno y presentan riesgo de enfermedades respiratorias (SEMARNAT, 2019).

- *Zonas húmedas y tropicales (sur)*: Regiones como Tabasco, Campeche y Chiapas combinan altas temperaturas con humedad constante, provocando ambientes sofocantes que afectan el sueño, la productividad y la salud mental (SEMARNAT, 2019).

A pesar de esta diversidad, la mayoría de las viviendas de interés social se construyen con modelos estandarizados que no consideran las condiciones climáticas locales, limitando su desempeño térmico y eficiencia energética (Delgado Ramos, 2013).

El acceso a tecnologías de confort, como el aire acondicionado, es limitado: apenas el 15% de las viviendas cuentan con estos equipos y menos del 5% tienen aislamiento térmico adecuado (INEGI, 2020). Esto evidencia una doble problemática: por un lado, los hogares carecen de protección frente a condiciones extremas de temperatura; por otro, aquellos que sí adquieren equipos aumentan significativamente su consumo energético, incrementando costos y presión sobre la red eléctrica.

Además, la construcción sin criterios de control térmico, como el uso de materiales de alta conductividad térmica, techos expuestos y orientación inadecuada, contribuye a la acumulación de calor en interiores durante el verano y pérdida de calor en invierno. Esto no solo afecta la comodidad de los habitantes, sino también su salud, generando estrés térmico, insomnio y mayor incidencia de enfermedades crónicas (García et al., 2021).

El cambio climático intensifica los extremos térmicos en todo el país, exacerbando los riesgos asociados a viviendas inadecuadas. La OPS (2022) advierte que la frecuencia de olas de calor y eventos climáticos extremos se incrementará, afectando sobre todo a poblaciones vulnerables con viviendas mal diseñadas. Las proyecciones de temperatura para 2050 estiman un aumento promedio de 2 a 3 °C en varias regiones del norte y sur del país, lo que hará más evidente la necesidad de políticas públicas y estrategias de construcción adaptativa (SEMARNAT, 2021).

La problemática de la temperatura en viviendas mexicanas revela retos multidimensionales:

1. Regulatorio: Falta de cumplimiento y supervisión de normas de eficiencia energética.
2. Tecnológico: Escasa difusión de materiales y soluciones pasivas de control térmico.
3. Económico: Altos costos de aislamiento, aire acondicionado y diseño adaptado, que limitan su adopción en hogares de bajos recursos.
4. Social: Impacto directo en salud, productividad y bienestar, especialmente en comunidades vulnerables.

Sin embargo, existen oportunidades de intervención: la incorporación de estrategias pasivas, como ventilación cruzada, techos reflectantes, vegetación urbana y orientación adecuada, puede mejorar el confort térmico sin incrementar significativamente el consumo energético. Además, programas de **vivienda social adaptada al clima**, incentivos fiscales para aislamiento térmico y campañas de concientización sobre eficiencia energética representan herramientas clave para mitigar la problemática (González, 2018; ONU-Hábitat, 2020).

METODOLOGÍA

La metodología de la investigación se realiza mediante un análisis documental y analítico de la temperatura en viviendas en México, orientado a identificar problemas, impactos y soluciones relacionados con el confort térmico en viviendas mexicanas. Este enfoque es no experimental, ya que no implica la recolección de datos primarios (mediciones de temperatura en campo), sino la revisión y síntesis de información existente.

Se utilizaron fuentes secundarias confiables, incluyendo: Normatividad y documentos oficiales, como las normas NOM-020-ENER-2011 (eficiencia energética en edificaciones); NOM-018-ENER-2018 (pruebas de conductividad y resistencia térmica). Además de informes de SENER, CONUEE, SEMARNAT, CONAVI e INFONAVIT; así como estudios académicos y téc-

nicos como, investigaciones de González (2018), Delgado Ramos (2013), Sánchez & López (2021), Odón de Buen (2018), García et al. (2021); también informes de ONU-Hábitat (2020) y de la OPS (2022) sobre salud y vivienda y estadísticas nacionales, tales como las de INEGI (Encuesta Nacional de Vivienda 2020) sobre tipo de vivienda, aislamiento, acceso a aire acondicionado y pobreza energética.

Se establecieron criterios de selección de la información para incluir fuentes que fueran: Relevantes para el confort térmico y la eficiencia energética en viviendas; actuales, preferentemente de los últimos 10 años, considerando que el cambio climático y las políticas de vivienda recientes impactan los resultados; autorizadas y verificables, como organismos gubernamentales, académicos y organismos internacionales (OPS, ONU-Hábitat, OMS), y representativas del contexto mexicano, considerando la diversidad climática del país (norte árido, centro templado, sur húmedo).

El procedimiento de análisis consistió en:

1. Revisión documental sistemática:
 - Identificación de publicaciones y normativas relacionadas con vivienda, eficiencia energética, confort térmico y salud.
 - Clasificación de documentos según relevancia: normativas, estudios académicos, informes estadísticos, organismos internacionales.
2. Extracción de información clave:
 - Características constructivas de las viviendas (materiales, aislamiento, orientación, ventilación).
 - Datos de consumo energético y acceso a climatización.
 - Impactos sobre la salud y bienestar de los habitantes.
 - Estrategias y buenas prácticas bioclimáticas.
3. Síntesis y categorización:
 - Organización de la información en dimensiones problemáticas: causas estruc-

turales, impactos sociales, energéticos y de salud.

- Identificación de poblaciones vulnerables y diferencias climáticas regionales.
- Evaluación de estrategias técnicas y bioclimáticas aplicables.

4. Interpretación crítica:

- Relación de causas con impactos, evaluando cómo la autoconstrucción, los materiales, la normativa y la pobreza energética influyen en el confort térmico.
- Comparación de los resultados con estándares de eficiencia energética y recomendaciones internacionales de salud.
- Elaboración de recomendaciones para mitigación y diseño de políticas públicas.

5. Alcance y limitaciones:

- Alcance:
 - Permite comprender la problemática de forma integral: salud, energía y desigualdad social.
 - Identifica estrategias técnicas y políticas adaptadas a distintos climas y contextos socioeconómicos.
- Limitaciones:
 - No incluye mediciones directas de temperatura o confort térmico en campo.
 - Depende de la disponibilidad y calidad de las fuentes secundarias.
 - Las soluciones propuestas se basan en estudios previos y estimaciones, por lo que se recomienda validarlas en contextos específicos mediante intervenciones piloto.

En síntesis, la metodología fue documental, analítica y comparativa, orientada a sintetizar evidencia existente sobre las condiciones térmicas en las viviendas mexicanas, sus impactos en salud y energía, y la identificación de estrategias bioclimáticas y de políticas públicas para mitigarlas.

DESARROLLO

Causas estructurales del problema térmico en las viviendas mexicanas.

El problema térmico en las viviendas mexicanas no surge únicamente de las condiciones climáticas, sino de un conjunto de factores estructurales interrelacionados que incluyen la forma de construcción, la normatividad vigente, los materiales utilizados y la falta de políticas públicas adaptadas al clima. Estos factores se traducen en riesgos para la salud, desigualdad social y sobrecarga energética.

A. AUTOCONSTRUCCIÓN INFORMAL SIN ASESORÍA TÉCNICA

En México, aproximadamente el 60% de las viviendas son autoconstruidas (ONU-Hábitat, 2020). Esta modalidad responde a la necesidad de resolver de manera inmediata la carencia de vivienda y a la limitada oferta de vivienda social formal. Sin embargo, la autoconstrucción frecuentemente carece de supervisión técnica y no considera criterios de eficiencia energética ni estrategias de diseño pasivo. Como resultado:

- Los techos son frecuentemente de lámina metálica o concreto sin aislamiento, lo que provoca sobrecalentamiento durante el día y enfriamiento abrupto por la noche.
- Las viviendas carecen de ventilación cruzada, lo que limita la renovación de aire y aumenta la sensación térmica de incomodidad.
- La orientación de la vivienda y la disposición de ventanas rara vez se diseñan para minimizar la radiación solar directa o maximizar el flujo de aire.

Estos factores generan extremos térmicos internos que afectan la salud y elevan la demanda de electricidad en hogares que no pueden costear equipos de climatización.

B. NORMATIVAS DÉBILES Y MAL APLICADAS

Aunque México cuenta con normas de eficiencia energética, como la NOM-020-ENER-2011, su cumplimiento no es obligatorio en todas las vi-

viendas, especialmente en la construcción informal (CONAVI, 2021). La implementación limitada de la normativa tiene varias consecuencias:

- Se mantienen viviendas con alta conductividad térmica, con ganancias de calor excesivas en verano y pérdidas importantes en invierno.
- La falta de inspección y seguimiento permite que viviendas financiadas por programas sociales o construidas por autoconstructores no adopten estrategias de aislamiento térmico.
- La carencia de incentivos económicos y fiscales para cumplir la normativa reduce la motivación de los constructores y beneficiarios a aplicar soluciones climáticamente adaptativas.

C. USO DE MATERIALES INADECUADOS

- Los materiales de construcción empleados influyen directamente en la capacidad de la vivienda para regular la temperatura interna:
- Láminas metálicas: Se calientan rápidamente bajo radiación solar, transmitiendo el calor al interior.
- Concreto sin aislamiento: Almacena calor durante el día y lo libera de noche, produciendo temperaturas interiores extremas.
- Techos planos: Carecen de protección frente a radiación solar directa, aumentando la ganancia térmica.

Estas decisiones constructivas reflejan costos bajos o disponibilidad local de materiales, pero agravan los riesgos térmicos (Delgado Ramos, 2013).

D. POBREZA ENERGÉTICA

El acceso limitado a recursos económicos restringe la posibilidad de implementar soluciones de confort térmico. En 2020, más del 30% de los hogares mexicanos reportaron dificultades para mantener su vivienda a temperaturas confortables (SENER, 2020). Las consecuencias incluyen:

- Dependencia de ventiladores y aires acondicionados que aumentan la factura eléctrica.
- Riesgo de exclusión energética, en donde familias de bajos recursos deben priorizar gas-

to en alimentación, salud o educación antes que en confort térmico.

- Aumento de emisiones contaminantes debido al uso de equipos eléctricos sin un sistema sustentable de energía.

E. AUSENCIA DE POLÍTICAS TERRITORIALES CON ENFOQUE CLIMÁTICO

Las políticas de vivienda y desarrollo urbano carecen de un enfoque climático integral (CONAVI, 2021). Esto significa que:

- La planificación urbana no considera microclimas ni la orientación de las viviendas para reducir el calor o frío extremos.
- Los programas de vivienda social aplican modelos estandarizados sin adaptación a las condiciones climáticas locales.
- Las intervenciones de eficiencia energética son esporádicas y no parte de un enfoque territorial coherente.

Los impactos sociales y de salud en donde el problema térmico afecta de manera desproporcionada a poblaciones vulnerables son:

- Adultos mayores y personas con enfermedades crónicas son más susceptibles a golpes de calor o hipotermia.
- Niños y niñas sufren trastornos del sueño y disminución del rendimiento cognitivo.
- Mujeres, que estadísticamente pasan más tiempo en casa, enfrentan exposición prolongada a temperaturas extremas (Cámara de Diputados, 2022).

Los efectos incluyen problemas respiratorios, cardiovasculares, alteraciones del sueño y estrés térmico prolongado, que según la OMS (2018) impide la recuperación física del cuerpo.

Algunos ejemplos de extremos térmicos son los casos de:

- Mexicali, Baja California: Viviendas de autoconstrucción alcanzan 50 °C interiores en verano, obligando al uso de ventiladores y aire acondicionado costoso (SENER, 2020).
- San Cristóbal de las Casas, Chiapas: Casas de bloque sin aislamiento registran 5 °C o me-

nos en invierno, generando riesgos de salud y mayor consumo energético para calefacción.

Existen normas y programas que buscan mitigar estos problemas:

- NOM-020-ENER-2011: Establece límites de ganancias térmicas y promueve eficiencia energética en viviendas nuevas.
- NOM-018-ENER-2018: Define métodos de prueba para evaluar conductividad y resistencia térmica de materiales de envolvente (SENER, 2018).
- Programas del INFONAVIT y Programa Nacional de Vivienda: Incentivan viviendas sustentables, aunque la mayoría carece de visión climáticamente adaptativa.

No obstante, su aplicación es limitada en la autoconstrucción y en contextos de bajos recursos, lo que refuerza la necesidad de políticas integrales, adaptadas al clima y a la capacidad económica de los hogares.

En cuanto a las estrategias técnicas y bioclimáticas para el confort térmico en viviendas mexicanas, podemos mencionar que el confort térmico en las viviendas es un determinante crítico de la salud, la productividad y la calidad de vida. En México, donde predominan climas cálidos, templados y húmedos, el diseño de la vivienda debe integrar estrategias técnicas y bioclimáticas que reduzcan la dependencia de sistemas de climatización mecánica, disminuyan el consumo energético y mejoren la habitabilidad, especialmente en zonas de vulnerabilidad social.

Las soluciones más eficaces combinan aislamiento térmico, ventilación natural, materiales reflectantes y diseño bioclimático, los cuales permiten reducir la temperatura interior en verano hasta en 5 °C y conservar el calor durante el invierno, logrando una eficiencia energética considerable (González, 2018; Sánchez & López, 2021). Estas estrategias pueden aplicarse tanto en la construcción de nuevas viviendas como en la rehabilitación progresiva de viviendas existentes, manteniendo costos accesibles si se incorporan desde el diseño inicial.

El aislamiento térmico y el uso de materiales reflectantes en techos, muros y pisos es una de las medidas más directas y efectivas para controlar la ganancia y pérdida de calor en las viviendas. Por ejemplo, en techos y muros, la instalación de paneles de poliestireno expandido, lana mineral o espuma de poliuretano reduce significativamente la transmisión de calor, mientras que la utilización de materiales reflectantes y recubrimientos claros como pinturas reflectantes, tejas blancas o láminas con recubrimiento aluminizado disminuyen la absorción solar, reduciendo la temperatura interna. Los beneficios que se logran son un confort térmico estable, menor uso de ventiladores o aire acondicionado y ahorro en la factura eléctrica, además de una menor huella de carbono.

La ventilación natural cruzada y la orientación solar de la vivienda permiten renovar el aire, remover el calor interno y mantener la humedad relativa en rangos confortables. Por ejemplo, la ventilación cruzada se consigue mediante la ubicación estratégica de ventanas y aberturas opuestas, creando un flujo de aire constante, mientras que la orientación solar de la vivienda permite aprovechar la radiación para calentamiento pasivo en invierno y minimizarla en verano, mediante aleros, toldos y sombras vegetales. Estas medidas, combinadas con un diseño de planta compacto y techos altos, mejoran el microclima interior sin costos energéticos adicionales.

Los techos verdes y el uso de elementos bioclimáticos, además de mejorar el confort térmico, ofrecen beneficios ambientales:

- Reducen la temperatura de la envolvente del edificio, disminuyendo la transferencia de calor hacia el interior.
- Absorben agua de lluvia, disminuyen la escorrentía y contribuyen a la biodiversidad urbana.
- Los aleros, pérgolas y vegetación exterior generan sombras y protegen ventanas y muros de la radiación directa.

La combinación de estos elementos puede reducir la temperatura interior en 2 a 5 °C, dependiendo

do del tipo de vegetación y el espesor del sustrato (González, 2018).

La rehabilitación térmica de viviendas existentes en contextos urbanos y rurales con alta proporción de autoconstrucción es fundamental. Programas como “Mejoramiento Integral de Barrios” pueden incluir el aislamiento de techos y muros, reemplazo de ventanas y puertas por modelos con doble vidrio o sellado adecuado y pintura reflectante. Además, la rehabilitación progresiva permite que las familias implementen mejoras por etapas, distribuyendo costos y maximizando impacto. Esta estrategia es especialmente relevante para zonas con población vulnerable, donde la vivienda original carece de protección térmica (CONAVI, 2021).

Para lograr un impacto amplio, es necesaria la combinación de normativa y apoyos económicos, entre otras cosas para fortalecer el cumplimiento de NOM-020-ENER-2011 y otras regulaciones relacionadas con la eficiencia energética en vivienda. Además de proporcionar subsidios o créditos blandos a través de organismos como INFONAVIT o FONHAPO, orientados a mejoras de aislamiento, techos verdes y ventilación natural, y por último incentivar la construcción de viviendas bioclimáticas, priorizando criterios de orientación, materiales y diseño pasivo desde el inicio.

En relación a la educación y participación comunitaria, el éxito de las estrategias técnicas depende también de la adopción por parte de la población, y esto se logra a través de programas de capacitación comunitaria que pueden enseñar técnicas simples de ventilación, sombra, uso de cortinas y vegetación estratégica y mediante la participación de las familias en la mejora de su vivienda, ya que esto incrementa el sentido de propiedad, cuidado y mantenimiento de las soluciones implementadas, generando un impacto rápido y económico en el confort térmico, sin necesidad de grandes inversiones o equipamiento tecnológico.

Por último, los beneficios generales de la aplicación integral de las estrategias de la arquitectura bioclimática ofrecen ventajas múltiples, como por ejemplo en cuanto a salud y bienestar,

la reducción de golpes de calor, estrés térmico y problemas respiratorios; eficiencia energética, en el menor consumo de aire acondicionado y calefacción eléctrica; reducción de emisiones contaminantes, contribuye a la mitigación del cambio climático; equidad social, mediante la mejora del confort en viviendas de bajos ingresos, reduciendo desigualdades de exposición térmica.

En síntesis, la arquitectura bioclimática y las soluciones técnicas pasivas representan un camino viable, económico y sostenible para mejorar el confort térmico en las viviendas mexicanas, especialmente en zonas de clima extremo y en comunidades vulnerables (González, 2018; Sánchez & López, 2021; CONAVI, 2021).

RESULTADOS

Los hallazgos del análisis documental permiten identificar cinco resultados principales:

1. Deficiencias térmicas generalizadas
Las viviendas de interés social y autoconstruidas presentan techos y muros sin aislamiento, ventilación insuficiente y ausencia de diseño pasivo. Solo una proporción reducida cuenta con aire acondicionado o aislamiento térmico adecuado.
2. Impactos en salud
El confort térmico inadecuado se asocia con incremento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, estrés térmico, alteraciones del sueño y disminución del bienestar. Los grupos más vulnerables son niños, adultos mayores, personas con enfermedades crónicas y mujeres.
3. Alta demanda energética
El confort térmico representa uno de los principales componentes del consumo eléctrico residencial. La dependencia de sistemas mecánicos de climatización incrementa costos y emisiones de gases de efecto invernadero.
4. Desajuste entre clima y diseño habitacional
La diversidad climática del país no se refleja en los modelos estandarizados de vivienda social, lo que limita el desempeño térmico y aumenta la vulnerabilidad.

5. Potencial de estrategias bioclimáticas
El aislamiento térmico, la ventilación cruzada, los materiales reflectantes y el diseño adaptado al clima pueden reducir significativamente las temperaturas interiores y el consumo energético.

DISCUSIÓN

Los resultados confirman que la problemática térmica en las viviendas mexicanas trasciende el ámbito técnico y se configura como un fenómeno multidimensional que articula factores sociales, económicos, regulatorios y tecnológicos.

La autoconstrucción sin asesoría técnica, combinada con la aplicación limitada de la normativa de eficiencia energética, genera condiciones estructurales que perpetúan desigualdades térmicas. Estos hallazgos coinciden con estudios previos que identifican la vivienda como un determinante social de la salud y un factor clave en la reproducción de desigualdades energéticas.

Asimismo, la estandarización de modelos de vivienda sin adaptación climática contradice los principios del diseño bioclimático y limita la resiliencia ante el cambio climático. En este sentido, el análisis evidencia la necesidad de transitar de un enfoque centrado exclusivamente en la producción cuantitativa de vivienda hacia uno que incorpore calidad térmica, eficiencia energética y equidad territorial.

La incorporación de estrategias pasivas representa una alternativa viable y costoefectiva, especialmente en contextos de vulnerabilidad. Sin embargo, su implementación requiere marcos regulatorios fortalecidos, incentivos económicos y procesos de educación comunitaria que favorezcan la adopción de soluciones adaptativas.

CONCLUSIONES

El estudio demuestra que el confort térmico en las viviendas mexicanas constituye un desafío estructural con implicaciones directas en salud pública, consumo energético y equidad social.

La principal contribución del trabajo radica en la sistematización de evidencia dispersa sobre confort térmico, eficiencia energética y salud, integrándola en un marco interdisciplinario aplicado al contexto mexicano.

Se concluye que la mejora del desempeño térmico de la vivienda requiere:

1. Fortalecimiento del cumplimiento normativo.
2. Integración obligatoria de criterios bioclimáticos en vivienda social.
3. Programas de rehabilitación progresiva con apoyo financiero.
4. Educación comunitaria para la adopción de estrategias pasivas.

Frente al incremento proyectado de temperaturas y eventos extremos, la incorporación temprana de soluciones adaptadas al clima es una condición necesaria para garantizar viviendas resilientes, saludables y energéticamente eficientes.

REFERENCIAS

- ASHRAE (2017). ANSI/ASHRAE Standard 55-2017: Thermal environmental conditions for human occupancy. *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*. https://webstore.ansi.org/preview-pages/ASHRAE/preview_ASHRAE%2B55-2017%2B%28Spanish%29.pdf
- Cámara de Diputados (2022). *Uso del tiempo en México: mujeres y hombres*. Cámara de Diputados. <http://www.diputados.gob.mx>
- Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) (2021). *Informe sobre vivienda y políticas habitacionales en México*. <https://www.gob.mx/conavi>
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) (2020). *Eficiencia energética en el confort térmico en viviendas de clima cálido en México*. <https://www.conuee.gob.mx/transparencia/boletines/Cuadernos/cuaderno5nvo-ciclo.pdf>
- Delgado-Ramos, G. C. (2013). La vivienda de interés social en México: Un análisis desde la sostenibilidad. *Revista de la Facultad de Arquitectura*, 17(1), 1-15. <https://www.redalyc.org/journal/1251/125170180010/>

- García, S., Pérez, L. & Ramírez, J. (2021). Análisis de confort térmico en viviendas de interés social en clima cálido-húmedo. *Revista Mexicana de Ingeniería Climática*, 9(1), 1-15.
- González-Trevizo, M. E. (2018). Estimación del rango de confort higrotérmico para exteriores en dos bioclimas extremos de México. *Revista Mexicana de Ingeniería Climática*, 6(1), 1-10.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2021). *Encuesta Nacional de Vivienda (ENVI) 2020*. <https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/envi/2020/>
- Norma Oficial Mexicana NOM-018-ENER-2018 (2018). *Métodos de prueba para evaluar la conductividad o resistencia térmica de materiales de envolvente*. Secretaría de Energía. <https://www.gob.mx/sener>
- Norma Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011 (2011). *Eficiencia energética en edificaciones. Envolvente de edificios para uso habitacional*. Diario Oficial de la Federación. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4459/sener1.htm>
- Odón de Buen, R. (2018). *Eficiencia energética en el confort térmico en viviendas de clima cálido en México*. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. <https://www.conuee.gob.mx/transparencia/boletines/Cuadernos/cuaderno5nvociclo.pdf>
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2018). *Directrices de la OMS sobre vivienda y salud*. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/56080/9789275325674_spa.pdf
- Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2022). *Vivienda y salud: recomendaciones para ambientes saludables*. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/56080>
- ONU-Hábitat (2020). *La vivienda en el centro de los ODS en México*. <https://onu-habitat.org/index.php/la-vivienda-en-el-centro-de-los-ods-en-Mexico>
- Sánchez, J. & López, R. (2021). Soluciones bioclimáticas para la eficiencia energética en viviendas de interés social. *Revista de Arquitectura Sustentable*, 10(2), 25-40. <https://www.redalyc.org/journal/478/47867389003/>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2019). *Informe nacional de la calidad del aire 2019*. <https://sinaica.inecc.gob.mx/archivo/informes/Informe2019.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2021). *Carpeta técnica: Calor 2025*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/988119/Carpeta_t_cnica_TCalor_2025_final.pdf
- Secretaría de Energía (SENER) (2020). *Eficiencia energética en confort térmico residencial*. <https://www.gob.mx/sener>

Financiamiento.

La presente investigación no recibió financiamiento específico.

Conflicto de interés.

Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación con la investigación, la autoría y/o la publicación del presente artículo.

Uso de inteligencia artificial.

Los autores declaran que no se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa en la elaboración del manuscrito o, en su caso, que su uso se limitó exclusivamente al apoyo lingüístico y de redacción, manteniendo en todo momento la responsabilidad sobre el contenido y las conclusiones del trabajo.

Contribución de autoría.

Los autores participaron en la conceptualización, desarrollo, análisis y redacción del manuscrito, de conformidad con los principios de la taxonomía CRediT (Contributor Roles Taxonomy), y aprobaron la versión final para su publicación.

Análisis de sensibilidad en edificaciones históricas de adobe en Hermosillo utilizando la NOM-020-ENER-2011

Sensitivity analysis in historical adobe buildings in Hermosillo using NOM-020-ENER-2011

<https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i20.349>

ALMA ANGELINA AYALA MORENO

Universidad de Sonora, México. ORCID: 0000-0001-9643-082X
Correo electrónico: alma.ayala@unison.mx

JUAN PEDRO AYALA MORENO

Universidad de Sonora, México. ORCID: 0000-0002-7708-4113
Correo electrónico: juan.ayala@unison.mx

JAVIER ESQUER PERALTA

Universidad de Sonora, México. ORCID: 0000-0002-3031-1104
Correo electrónico: javier.esquer@unison.mx

Recepción: 4 de diciembre de 2025. Aceptación: 6 de mayo de 2025.

RESUMEN

1. **Objetivo:** Analizar el impacto del espesor de los muros y la conductividad térmica del adobe en el consumo energético de edificaciones históricas, utilizando exclusivamente la herramienta de cálculo de la NOM-020-ENER-2011.
2. **Metodología:** Se recopilaron espesores de muros de adobe de edificaciones históricas de Hermosillo y valores de conductividad térmica reportados en la literatura. Con los valores máximo, mínimo y la mediana de cada variable se generaron nueve combinaciones de sistemas constructivos, evaluadas en dos geometrías distintas mediante la herramienta de cálculo de la NOM-020-ENER-2011. Los resultados se analizaron mediante correlaciones y un análisis de sensibilidad para cada variable.
3. **Resultados:** El análisis correlacional indica que la conductividad térmica es más influ-

ABSTRACT

1. **Objective:** To analyze the impact of the thickness of the walls and the thermal conductivity of adobe on the energy consumption of historic buildings, using exclusively the calculation tool from NOM-020-ENER-2011.
2. **Methodology:** Adobe wall thicknesses from historical buildings in Hermosillo and thermal conductivity values reported in the literature were collected. Using the maximum, minimum, and median values of each variable, nine combinations of construction systems were generated and evaluated in two different geometries using the calculation tool from NOM-020-ENER-2011. The results were analyzed through correlations and sensitivity analysis for each variable.
3. **Results:** The correlational analysis indicates that thermal conductivity is more influential in predicting heat gain; however, the sensi-

- yente en la predicción de la ganancia de calor; no obstante, el análisis de sensibilidad muestra que la variación del espesor del muro produce cambios más significativos.
4. Limitaciones/implicaciones: El estudio utiliza solamente la herramienta de cálculo de la NOM-020-ENER-2011, que limita los resultados a la ganancia de calor y al cumplimiento sin considerar efectos como estratificación, inercia térmica, entre otras estrategias pasivas propias de las edificaciones estudiadas.
 5. Originalidad/valor: El estudio aporta evidencia cuantitativa en un contexto de clima extremo, centrada en variables poco exploradas en edificaciones de adobe, y genera criterios para la conservación y mejora térmica del patrimonio sin comprometer su autenticidad.
 6. Hallazgos/conclusiones: La información que se obtiene resulta útil tanto para nuevas edificaciones de adobe como para intervenciones en edificaciones patrimoniales orientadas a mejorar su desempeño térmico.

Palabras clave: Adobe; conductividad térmica; NOM-020-ENER-2011; ganancia de calor; edificaciones históricas.

INTRODUCCIÓN

En el marco de la crisis energética global, las edificaciones juegan un rol importante. El acelerado incremento de la demanda de electricidad para climatización plantea serios retos. Actualmente, las edificaciones, para operar, demandan alrededor del 30% del consumo total de energía (UNEP, 2024), y todavía se espera un incremento en los próximos años (Ouanes y Sriti, 2024). Para abordar esta cuestión, además de la necesaria transición en la producción de energía de combustibles fósiles a fuentes renovables y limpias, la estrategia a más corto plazo es la eficiencia energética. En el ámbito de las edificaciones, esta eficiencia puede lograrse, por un lado, a través de los equipos, es decir, los electrodomésticos, los sistemas de iluminación o los sistemas de climatización, ya sea para calentamiento o para enfriamiento.

- tivity analysis shows that variations in wall thickness produce more significant changes.
4. Limitations/implications: The study uses only the calculation tool from NOM-020-ENER-2011, which limits the results to heat gain and compliance with the standard without considering effects such as stratification, thermal inertia, among other passive strategies of the buildings studied.
 5. Originality/value: The study provides quantitative evidence in an extreme climate context, focusing on variables that are little explored in adobe buildings, and generates criteria for the conservation and thermal improvement of heritage without compromising its authenticity.
 6. Findings/conclusions: The information obtained is useful both for new adobe buildings and for interventions in heritage buildings aimed at improving their thermal performance.

Keywords: adobe; thermal conductivity; NOM-020-ENER-2011; heat gain; historic buildings.

Por otro lado, puede lograrse por la edificación en sí, es decir, por sus sistemas constructivos u otras estrategias pasivas que contribuyan a disminuir la necesidad de climatización artificial.

Gran parte de la investigación sobre edificaciones alrededor del mundo se enfoca en las estrategias pasivas, puesto que ofrecen soluciones prometedoras para mejorar el comportamiento térmico de las edificaciones (Kokatnur et al., 2025) y, por consiguiente, su eficiencia energética. Investigaciones recientes destacan que las estrategias pasivas relacionadas con los sistemas de muros y cubiertas –es decir, la envolvente– son las más frecuentemente estudiadas, puesto que son las más efectivas para aumentar las horas de confort y el ahorro energético (Kokatnur et al., 2025; Al-Assaad et al., 2025; Nie et al., 2025).

El estudio de las estrategias pasivas ha venido desarrollándose a través de modelos reales y

modelos numéricos. Los primeros modelos reales para experimentar estrategias se realizaron mayormente por medio de prototipos (e.g., Niles, 1976; Akbarzadeh et al., 1982; Erell y Etzion, 1996; Givoni, 1998), pero luego surgió otro enfoque que se caracteriza por analizar las estrategias pasivas directamente en edificaciones antiguas, tradicionales o vernáculas (e.g., Kimura y Yamazaki, 1982; Abro, 1994; Bodach et al., 2014; Foruzanmehr, 2015; Soleymanpour et al., 2015; Mohamed et al., 2019; Moscoso-García y Quesada-Molina, 2023). Estas edificaciones antiguas representan una fuente de conocimiento, puesto que tienen acumulados los saberes y técnicas desarrollados por cientos de años para optimizar los ambientes interiores (Izadpanahi et al., 2021), precisamente antes del uso de los sistemas de climatización artificial, y proporcionan muchos ejemplos de soluciones sin tener que recurrir al uso de energía. Sin embargo, las condiciones de vida actuales pueden no ser completamente compatibles con esas soluciones, además, la influencia de los entornos urbanos puede ocasionar efectos contrarios o que disminuyan la efectividad de las estrategias pasivas. Por ello, la necesidad de profundizar su estudio.

Las estrategias pasivas varían según las condiciones climáticas locales y las características del entorno. Una situación climática extrema, como la de la ciudad de Hermosillo, con un clima cálido seco, representa un mayor reto. Las estrategias pasivas, por sí solas, pueden resultar insuficientes para satisfacer las expectativas actuales de acondicionamiento ambiental, sin embargo, pueden contribuir a la reducción del uso de climatización artificial, reduciendo así el gran consumo de electricidad, pues en este sector el consumo anual de electricidad es 4,240 kWh/hab., sobrepasando 67% la media nacional que es 2,536.8 kWh/hab. (SENER, 2022).

En la zona centro-histórica de la ciudad de Hermosillo, existen edificaciones antiguas que, además de tener un valor patrimonial histórico y artístico, poseen características de adaptación al clima local, es decir, que emplean estrategias pasivas tales como las características de su envolvente, su forma, sus aberturas, su orientación,

sus elementos complementarios, etc. Gran parte de estas edificaciones está registrada en el Catálogo de Monumentos Históricos Inmuebles del Estado de Sonora (INAH, 2014). De las edificaciones enlistadas dentro del entorno urbano de Hermosillo, el 63% utiliza el sistema constructivo de muro de adobe.

El adobe es un material ampliamente utilizado en la arquitectura antigua de la región, al igual que es utilizado en otras regiones del mundo con condiciones similares de clima cálido seco. Sin embargo, aunque sea un sistema constructivo común desde la antigüedad hasta inicios del siglo XX, existe gran variabilidad en sus características, pues depende del tipo de suelo que se emplee para formar los adobes; del método o técnica de fabricación, puesto que de ello depende la densidad final que se logre debido a la cantidad de humedad y la compactación que se aplique; y del tipo y cantidad de material lignocelulósico que se agregue, puesto que también puede afectar la densidad y otras propiedades termofísicas y mecánicas. Además, el espesor del muro resultante también es un factor variable que es importante analizar.

Las cualidades del sistema constructivo de muro de adobe han sido destacadas por muchos estudios, pero gran parte de los estudios se enfoca en la optimización del sistema, proponiendo nuevas alternativas. Son pocos los estudios que analizan el patrimonio construido. Si bien es cierto que los estudios para lograr una caracterización completa de los adobes pueden ser invasivos, hay estudios que han aprovechado la deconstrucción o degradación de edificaciones antiguas para coleccionar adobes y analizarlos (e.g., Costa et al., 2019; Polidori et al., 2025).

El objetivo de este estudio es analizar el impacto que tienen el espesor de los muros y la conductividad térmica del adobe en el consumo energético de edificaciones históricas, a fin de generar información aplicable al diseño de nuevas construcciones y a estrategias de conservación del patrimonio. Para ello se propone un análisis de sensibilidad.

Los análisis de sensibilidad en el contexto edificación-energía resultan de gran ayuda porque permiten identificar qué factores o características de la edificación impactan más en el consumo energético. Esto brinda información muy valiosa para la toma de decisiones para futuros diseños de nuevas edificaciones o de rehabilitación o rescate de edificaciones existentes. Por ejemplo, Ouanes y Sriti (2024) realizan una investigación en la que evalúan distintos parámetros que potencialmente influyen en el consumo de energía de las edificaciones en un contexto urbano de clima cálido árido. Encuentran diversos parámetros que influyen, ya sea en la demanda de energía para climatizar o en el confort térmico de los usuarios, y uno de los parámetros que se repite, es decir, que influye tanto en la demanda de energía como en el confort térmico, es el espesor de los muros.

Por otra parte, la normatividad a nivel global, alineada además con los objetivos de la Agenda 2030, promueve la eficiencia energética no solamente de los equipos diversos, sino también de las edificaciones. En México, las normas oficiales mexicanas NOM-008-ENER-2001 y NOM-020-ENER-2011, correspondientes a eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales y habitacionales, respectivamente, tienen como objetivo limitar “la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente, con objeto de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento” (DOF, 2011). Esta normativa proporciona una herramienta de cálculo que permite evaluar el ahorro energético que puede lograrse a través de la envolvente de una edificación dada en relación con una edificación de referencia, además de arrojar como resultado el cumplimiento o incumplimiento de la norma.

METODOLOGÍA

Como se mencionó anteriormente, existe un registro de las edificaciones consideradas monumentos históricos inmuebles construidas antes

o durante los primeros años del siglo XX, documentadas en el Catálogo de Monumentos Históricos Inmuebles del Estado de Sonora (INAH, 2014). A partir de los datos del catálogo, se seleccionaron las edificaciones ubicadas en el entorno urbano de la ciudad de Hermosillo, resultando un total de 109 edificaciones. De esas 109 edificaciones se capturaron en una hoja de cálculo de Excel los datos más relevantes para este estudio, incluyendo los datos de material principal del sistema constructivo de muro y de cubierta, el espesor de los muros, la forma de la cubierta y datos adicionales como la orientación de la fachada principal y el año de construcción, siempre que el dato estuviera disponible.

El 53% de las edificaciones seleccionadas utiliza el sistema constructivo de muro de adobe, el 35% de ladrillo, el 2% de piedra y el 10% restante está especificado como sistema constructivo de adobe combinado con ladrillo, que probablemente se deba a que las reparaciones del sistema de adobe se realizaron con ladrillo o que algunos de los muros son de adobe y otros de ladrillo.

Para el análisis de datos se tomó el 53% de las edificaciones cuyo sistema constructivo de muro es completamente de adobe. De los espesores de muro (L) se obtuvieron el mínimo y máximo observado y la mediana, que resultó igual a la moda y representa el espesor del 55% de las edificaciones de adobe (ver Tabla 1).

Tabla 1

Parámetros de espesor de las edificaciones con sistema constructivo de muro de adobe

Parámetro	Valor
Mínimo espesor observado	0.40 m
Máximo espesor observado	1.14 m
Mediana	0.60 m
Moda	0.60 m

Fuente: Elaboración propia con datos de INAH (2014).

Para obtener datos de las propiedades térmicas del adobe, se realizó una revisión del estado del arte con énfasis en el estudio de adobes de edificaciones antiguas. Tal como ya se comentó, se encontró una amplia variabilidad en las pro-

iedades de los adobes, principalmente en la conductividad térmica. En la Tabla 2 se enlistan los parámetros obtenidos del estado del arte, resaltando en negritas los datos mínimos y máximos observados y la mediana del total de datos, tanto de la conductividad térmica como de la densidad, de los adobes analizados en los diversos estudios seleccionados.

Posteriormente, se seleccionaron a conveniencia dos edificaciones de las cuales se pudieran obtener todos los datos necesarios y que tuvieran geometrías distintas para probar cómo funciona el mismo sistema constructivo en dos escenarios distintos. La Figura 1 muestra la planta y fachada de las dos edificaciones seleccionadas, donde puede observarse claramente la diferencia entre

Tabla 2
Parámetros de propiedades termofísicas y composición de adobes

Fuente	País	Conductividad térmica (W/m·K)	Densidad (kg/m ³)	Tipo de suelo	Paja
Chávez Galán (2009)	México	0.57	1307	----	----
Pérez-Sánchez et al. (2022)	México	0.21	----	Arcilla inorgánica de plasticidad alta	10% Pasto
Charai et al. (2022)	Marruecos	0.77	1985	6.5 % arena, 45 % limo y 48.5 % arcilla	0%
		0.46	1787	6.5 % arena, 45 % limo y 48.5 % arcilla	4% Pennisetum setaceum
		0.33	1303	6.5 % arena, 45 % limo y 48.5 % arcilla	8% Pennisetum setaceum
Alioui et al. (2024)	Marruecos	0.57	1936	Arcilla de alta plasticidad	0%
		0.41	1701	Arcilla de alta plasticidad	1% paja de trigo
		0.36	1587	Arcilla de alta plasticidad	2% paja de trigo
		0.35	1438	Arcilla de alta plasticidad	3% paja de trigo
		0.29	1393	Arcilla de alta plasticidad	3% paja de trigo
Cabrera et al. (2023)	Chile	0.43	1352	Arcilla de baja plasticidad (CL) 96.5%	3.5% paja de trigo
Costi del Castillo et al. (2021)	Chipre	0.42	1479	Arcilla de media plasticidad	1% paja de trigo
		0.30	1189	Arcilla de media plasticidad	2% paja de trigo
Zra Mha et al. (2025)	Camerún	1.23	----	Arcilla limosa de plasticidad media	0%
		1.05	----	Arcilla limosa de plasticidad media	0.2% Hyperhénia hirta
		0.73	----	Arcilla limosa de plasticidad media	1% Stipa offneri
Polidori et al. (2025)	Francia	0.70	1679	Suelos a base de silicato o piedra caliza	----

Fuente: Elaboración propia.

las geometrías: la edificación E1 con una planta rectangular con fachada principal al norte (ver Figura 1a) y la edificación E2 en forma de U con patio central y fachada principal al sur (ver Figura 1b). Obtenidos todos los datos necesarios de la geometría de cada una de las edificaciones seleccionadas, se procedió a vaciarlos en una hoja de cálculo de Excel para calcular las áreas de todos los elementos de la envolvente, es decir, muros, cubiertas, puertas y ventanas, que son necesarios como variables de entrada en la herramienta de cálculo a utilizar.

Por otra parte, con los datos de las tablas 1 y 2 se definieron las combinaciones de variables de espesor de muro y conductividad térmica para conformar los sistemas constructivos de muro de adobe a analizar. La Tabla 3 muestra las 9 combinaciones resultantes. Se considera el muro con aplanados de mortero de cal al exterior de 0.02 m de espesor y conductividad térmica de 0.872 W/m·K y de mortero de cal al interior de 0.02 m de espesor y conductividad térmica de 0.698 W/m·K, datos tomados del apéndice D informativo que proporciona la norma (DOF, 2011). El espesor de la capa de adobe (L_{adobe}) es $L_{\text{adobe}} = L - 0.04$ m, donde L es el espesor del muro.

Tabla 3

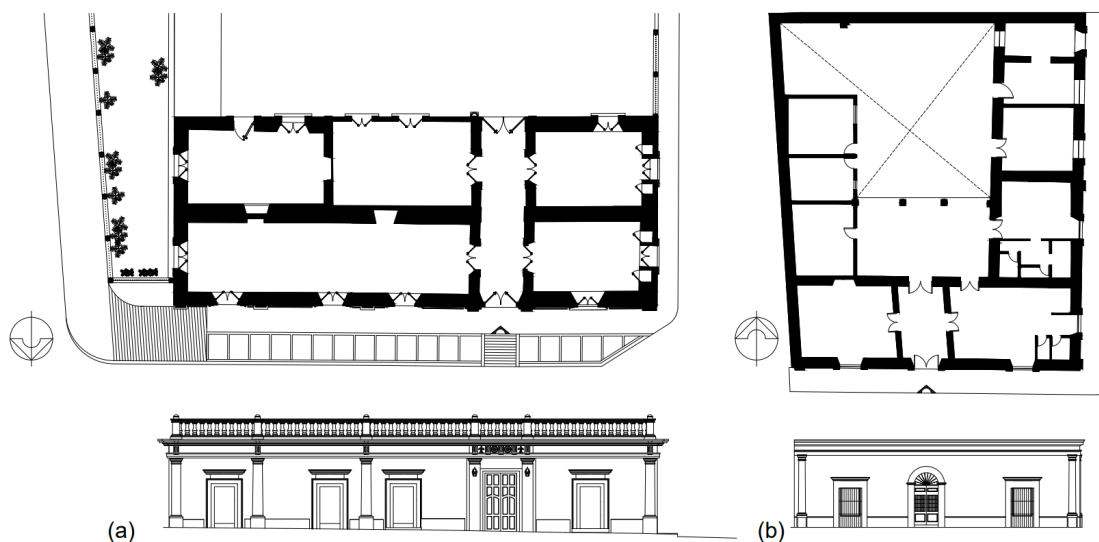
Sistemas constructivos de muro de adobe a analizar

Sistema	Espesor del muro L [m]	Conductividad térmica del adobe [W/m·K]
D1-K-1	0.40	0.21
D1-K-2	0.40	0.43
D1-K-3	0.40	1.23
D2-K-1	0.60	0.21
D2-K-2	0.60	0.43
D2-K-3	0.60	1.23
D3-K-1	1.14	0.21
D3-K-2	1.14	0.43
D3-K-3	1.14	1.23

Fuente: Elaboración propia con datos de INAH (2014), Pérez-Sánchez et al. (2022), Cabrera et al. (2023) y Zra Mha et al. (2025).

Los sistemas constructivos de cubierta se definieron con base en el sistema más frecuentemente utilizado en las edificaciones seleccionadas del catálogo. Este sistema está conformado por vigería de madera, entablado y terrado. Alrededor del 40% de las edificaciones seleccionadas tiene ese sistema. También son frecuentes otros dos sistemas muy similares, que en lugar del entablado tienen enladrillado o carrizo, en el 27% y 10% de las edificaciones, respectivamen-

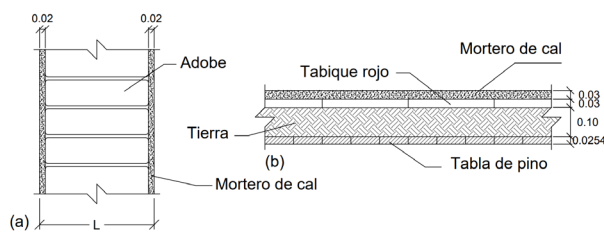
Figura 1
Edificaciones seleccionadas: E1 (a) y E2 (b)



Fuente: Elaboración propia con datos de INAH (2014) y Centro INAH Sonora (2025).

te. Además de los datos del catálogo, se realizó observación in situ de algunas edificaciones, sobre todo de algunas que se encuentran en estado de degradación y quedan expuestos los sistemas constructivos. Esto último para definir con mayor precisión los componentes de los sistemas constructivos y los espesores de cada capa. En la Figura 2 se presenta el corte genérico del sistema constructivo de muro de adobe (ver Figura 2a) y el corte del único sistema constructivo de la cubierta de entablado y terrado (Figura 2b) utilizado en todas las configuraciones. De exterior a interior, el sistema de cubierta está compuesto por mortero de cal al exterior con conductividad térmica de 0.872 W/m·K, tabique rojo cocido común con conductividad térmica de 0.872 W/m·K, tierra con conductividad térmica de 0.51 W/m·K y tabla de pino con conductividad térmica de 0.162 W/m·K (DOF, 2011; Nikiforova et al., 2013).

Figura 2
Cortes de los sistemas constructivos de muro (a) y cubierta (b)



Finalmente, teniendo definidas todas las variables de entrada, tanto de la geometría como de los sistemas constructivos, se procedió a ingresarlas a la herramienta de cálculo de la NOM-020-ENER-2011. Se realizó un total de 18 corridas de cálculo, 9 para cada edificación seleccionada.

Tabla 4
Resultados de las 9 corridas de cálculo de la edificación E1

L	K_{adobe}	U_{sc}	Ganancia total - edificación de referencia	Ganancia total - edificación evaluada	Ahorro de energía
[m]	[W/m·K]	[W/m ² ·K]	[W]	[W]	[%]
0.40	0.21	0.51	10414.57	13851.75	-33.00
0.40	0.43	0.92	10414.57	14915.99	-43.00
0.40	1.23	1.84	10414.57	17278.17	-66.00
0.60	0.21	0.34	10414.57	13434.99	-29.00
0.60	0.43	0.64	10414.57	14208.96	-36.00
0.60	1.23	1.41	10414.57	16191.89	-55.00
1.14	0.21	0.18	10414.57	13021.89	-25.00
1.14	0.43	0.36	10414.57	13469.04	-29.00
1.14	1.23	0.87	10414.57	14798.30	-42.00

Nota: L = espesor del muro, K_{adobe} = conductividad térmica del adobe, U_{sc} = coeficiente global de transferencia de calor del sistema constructivo.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5
Resultados de las 9 corridas de cálculo de la edificación E2

L	K_{adobe}	U_{sc}	Ganancia total - edificación de referencia	Ganancia total - edificación evaluada	Ahorro de energía
[m]	[W/m·K]	[W/m ² ·K]	[W]	[W]	[%]
0.40	0.21	0.51	11718.53	13401.82	-14.00
0.40	0.43	0.92	11718.53	14920.96	-27.00
0.40	1.23	1.84	11718.53	18326.04	-56.00
0.60	0.21	0.34	11718.53	12786.44	-9.00
0.60	0.43	0.64	11718.53	13902.04	-19.00
0.60	1.23	1.41	11718.53	16760.26	-43.00
1.14	0.21	0.18	11718.53	12191.17	-4.00
1.14	0.43	0.36	11718.53	12835.53	-10.00
1.14	1.23	0.87	11718.53	14751.53	-26.00

Nota: L = espesor del muro, K_{adobe} = conductividad térmica del adobe, U_{sc} = coeficiente global de transferencia de calor del sistema constructivo.

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

Para este estudio, la herramienta de cálculo utilizada proporciona 4 variables de salida por corrida de cálculo, que son el coeficiente global de transferencia de calor del sistema constructivo (U_{sc}) ingresado, como se definió en la Tabla 3, la ganancia total de la edificación de referencia, la ganancia total de la edificación evaluada y el porcentaje de ahorro de energía que la edificación evaluada logra con las variables de entrada ingresadas. En las tablas 4 y 5 se presentan las variables de salida para las edificaciones E1 y E2, respectivamente.

REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE

Se llevó a cabo una regresión lineal múltiple para evaluar el efecto simultáneo de las variables de conductividad térmica del adobe (K_{adobe}) y espesor del muro (L) sobre la variable de ganancia térmica. Se obtuvo para los dos casos de las edificaciones evaluadas un coeficiente de correlación lineal ajustado (R^2 ajustado) de 0.92, lo que refleja una fuerte capacidad de predicción de las dos variables en conjunto. Así mismo, se realizó un gráfico de dispersión en 3D (Figuras 3 y 4) que permite ver cómo interactúan las tres variables de estudio y el plano de tendencia derivado de la

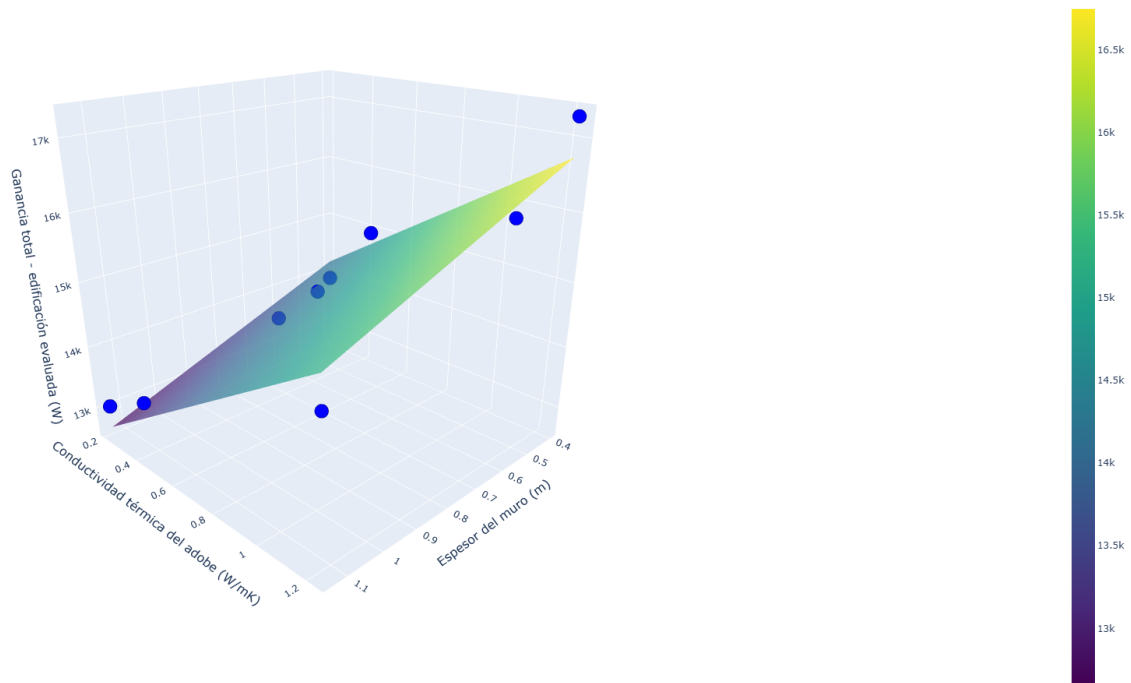
regresión lineal múltiple. Las fórmulas obtenidas de este análisis son las siguientes:

- Ganancia total $E_1 = -2023.48 \cdot L + 2537.64 \cdot K_{\text{adobe}} + 14436.17$
- Ganancia total $E_2 = -2921.72 \cdot L + 3654.25 \cdot K_{\text{adobe}} + 14236.99$

Aunque los coeficientes sugieren magnitudes de efecto comparables entre las dos variables independientes, sus unidades de medida son distintas; por ello, para evaluar su influencia relativa sin la interferencia de sus escalas, se calcularon coeficientes estandarizados (β estandarizados). Para ello, las tres variables fueron transformadas a puntuaciones Z y posteriormente se ajustó el modelo de regresión con los datos estandarizados. Los coeficientes obtenidos corresponden a los valores β estandarizados (β_{est}). Para ambas edificaciones, los coeficientes estandarizados fueron: $\beta_L = -0.48$, $\beta_{K_{\text{adobe}}} = 0.84$. Finalmente, con los valores absolutos de estos coeficientes se estimó la contribución relativa de cada variable independiente al modelo: 36% para el espesor del muro (L) y 64% para la conductividad térmica del adobe (K_{adobe}). Estos resultados indican que la conductividad térmica del material tiene un mayor peso en la predicción de la ganancia térmica en comparación con el espesor del muro.

Figura 3

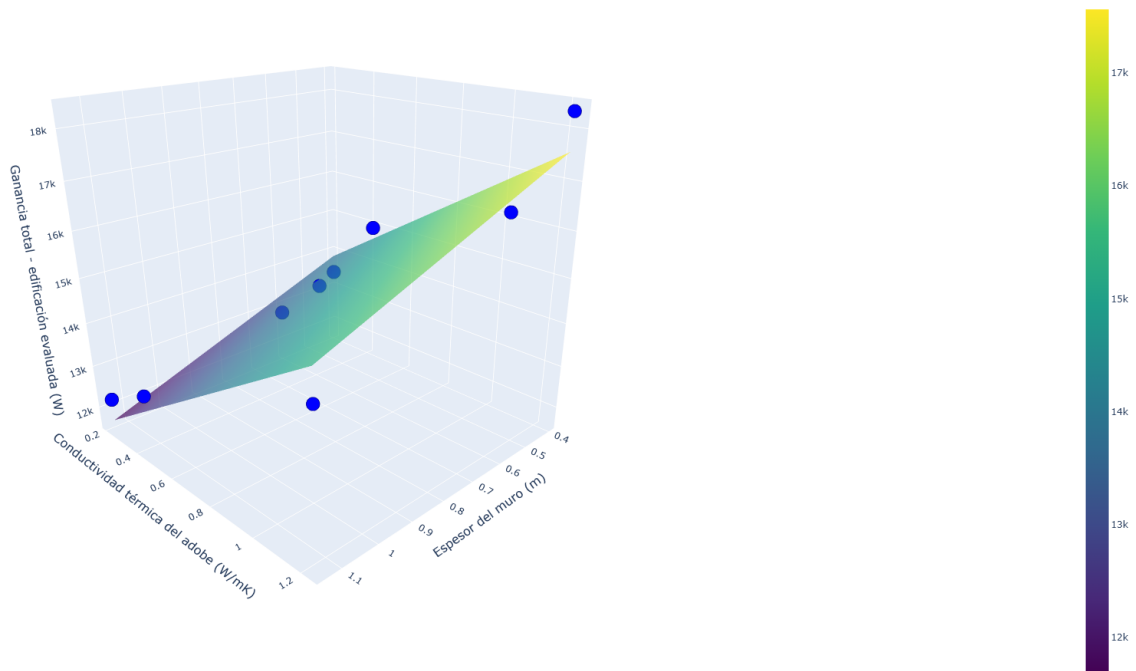
Gráfico de dispersión 3D para E1. Variables independientes: L y K_{adobe} , variable dependiente: ganancia total E_1



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4

Gráfico de dispersión 3D para E2. Variables independientes: L y K_{adobe} , variable dependiente: ganancia total E_2



Fuente: Elaboración propia.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Se llevó a cabo un análisis de sensibilidad para cuantificar la influencia relativa de los parámetros K_{adobe} y L sobre la ganancia térmica de la edificación. Para el análisis de sensibilidad de la conductividad térmica del adobe, se formaron grupos de tres escenarios que compartían el mismo valor de L , tomando como escenario base para cada grupo el que contenía una K_{adobe} de 0.43 W/m·K. Así mismo, para el análisis de sensibilidad del espesor del muro, se formaron grupos de tres escenarios que compartían la misma K_{adobe} ,

tomando como escenario base para cada grupo el que contenía una L de 0.60 m.

Para calcular la variación porcentual de cada variable $-L$, K_{adobe} y ganancia total de la edificación evaluada- (%fj), se utilizó la fórmula $\%fj = ((X_i - X_{\text{base}}) / X_{\text{base}}) \cdot 100$. Posteriormente, la sensibilidad se obtuvo dividiendo la variación porcentual de la ganancia térmica total entre la variación porcentual de la variable analizada $-L$ o K_{adobe} -: Sensibilidad = $\%fj_{\text{Ganancia}} / \%fj_{\text{Variable}}$. Dichos resultados se muestran en las Tablas 6, 7, 8 y 9.

Tabla 6
Resultados del análisis de sensibilidad de conductividad térmica del adobe para E1

L	K_{adobe}	Ganancia total - edificación evaluada	% Δ conductividad	% Δ ganancia	Sensibilidad _{conductividad}
[m]	[W/m·K]	[W]			
0.4	0.21	13851.75	-51%	-7%	14%
0.4	0.43	14915.99	0%	0%	----
0.4	1.23	17278.17	186%	16%	9%
0.6	0.21	13434.99	-51%	-5%	11%
0.6	0.43	14208.96	0%	0%	----
0.6	1.23	16191.89	186%	14%	8%
1.14	0.21	13021.89	-51%	-3%	6%
1.14	0.43	13469.04	0%	0%	----
1.14	1.23	14798.3	186%	10%	5%
				Promedio	9%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7
Resultados del análisis de sensibilidad de espesor de muro para E1

L	K_{adobe}	Ganancia total - edificación evaluada	% Δ espesor	% Δ ganancia	Sensibilidad _{espesor}
[m]	[W/m·K]	[W]			
0.4	0.21	13851.75	-33%	3%	-9%
0.6	0.21	13434.99	0%	0%	----
1.14	0.21	13021.89	90%	-3%	-3%
0.4	0.43	14915.99	-33%	5%	-15%
0.6	0.43	14208.96	0%	0%	----
1.14	0.43	13469.04	90%	-5%	-6%
0.4	1.23	17278.17	-33%	7%	-20%
0.6	1.23	16191.89	0%	0%	----
1.14	1.23	14798.3	90%	-9%	-10%
				Promedio	-11%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8
Resultados del análisis de sensibilidad de conductividad térmica del adobe para E2

L	K _{adobe}	Ganancia total - edificación evaluada	%Δconductividad	%Δganancia	Sensibilidad _{conductividad}
[m]	[W/m·K]	[W]			
0.4	0.21	13401.82	-51%	-10%	20%
0.4	0.43	14920.96	0%	0%	----
0.4	1.23	18326.04	186%	23%	12%
0.6	0.21	12786.44	-51%	-8%	16%
0.6	0.43	13902.04	0%	0%	----
0.6	1.23	16760.26	186%	21%	11%
1.14	0.21	12191.17	-51%	-5%	10%
1.14	0.43	12835.53	0%	0%	----
1.14	1.23	14751.53	186%	15%	8%
				Promedio	13%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9
Resultados del análisis de sensibilidad de espesor de muro para E2

L	K _{adobe}	Ganancia total - edificación evaluada	%Δespesor	%Δganancia	Sensibilidad _{espesor}
[m]	[W/m·K]	[W]			
0.4	0.21	13401.82	-33%	5%	-14%
0.6	0.21	12786.44	0%	0%	----
1.14	0.21	12191.17	90%	-5%	-5%
0.4	0.43	14920.96	-33%	7%	-22%
0.6	0.43	13902.04	0%	0%	----
1.14	0.43	12835.53	90%	-8%	-9%
0.4	1.23	18326.04	-33%	9%	-28%
0.6	1.23	16760.26	0%	0%	----
1.14	1.23	14751.53	90%	-12%	-13%
				Promedio	-15%

Fuente: Elaboración propia.

De manera similar, para el análisis derivado de la regresión lineal múltiple, los valores positivos de sensibilidad respecto a la conductividad térmica indican que, a mayor conductividad térmica, mayor ganancia de calor. En cambio, los valores positivos de sensibilidad respecto al espesor del muro indican que, a mayor espesor del muro, menor ganancia de calor. Los promedios de la sensibilidad respecto a la conductividad térmica son de 9% para E1 y de 13% para E2, lo que refleja una influencia significativa de dicha variable en la ganancia de calor. Los promedios de la sensibilidad respecto al espesor del muro son de -11%

para E1 y de -15% para E2, siendo estos valores también significativos. Se puede observar que los valores absolutos de los promedios de la sensibilidad son similares, pero la sensibilidad respecto al espesor del muro es ligeramente mayor. Esto significa, dentro de los rangos analizados de las dos variables, que variar el espesor del muro tiene mayor influencia en la ganancia térmica que variar la conductividad. Pensando en nuevas edificaciones, ya que la diferencia en sensibilidad entre las dos variables no es grande, se deberán considerar otros factores como la resistencia de los materiales, las implicaciones para el diseño de

la estructura de utilizar muros más gruesos y/o pesados, los costos, etc., para definir si priorizar un muro de adobe con más espesor o adobes con menor coeficiente de conductividad térmica.

CUMPLIMIENTO DE LA NOM-020-ENER-2011

Los resultados expuestos en las tablas 4 y 5 muestran claramente que las dos combinaciones de máximos y mínimos observados de espesor y conductividad térmica resultan en el mayor y menor valor U_{sc} y, por consiguiente, en el mayor y menor ahorro de energía, como era lo esperado. Por otra parte, la combinación de los dos valores de medianas resulta en un valor $U_{sc} = 0.64 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, que se asemeja al coeficiente global de transferencia de calor del sistema constructivo de muro de la edificación de referencia que arroja la herramienta de cálculo con un valor $U_{sc} = 0.625 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, cuyos detalles de sistema constructivo no se especifican. Sin embargo, la ganancia total de la edificación analizada sigue estando por encima de la edificación de referencia. Esto sucede debido a que el sistema constructivo de la cubierta ingresado tiene un valor $U_{sc} = 1.54 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ 146.4% más alto que el $U_{sc} = 0.625 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ de la edificación de referencia.

Esta situación hace que las edificaciones históricas analizadas utilizando las 9 combinaciones de espesor y conductividad no logren el cumplimiento de la NOM-020-ENER-2011. Sin embargo, identificada la variable que está incrementando la ganancia, en este estudio se propone una mejora al sistema constructivo de cubierta para analizar la posibilidad de cumplimiento de la norma.

Con la intención de evitar los sistemas aislantes comunes, como el EPS o XPS, se buscó una alternativa más sustentable y acorde al tipo de edificaciones analizadas. Se encontró la propuesta de Jové-Sandoval et al. (2024) de unos paneles ligeros fabricados con paja de trigo y tierra que tienen la intención de optimizar el comportamiento térmico de un sistema constructivo base tierra. Para este estudio, los paneles se aplican para optimizar el sistema constructivo de cubierta, es decir, se adicionan al sistema ya existente, además de una capa de concreto celular como

acabado exterior para proteger los paneles, quedando como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10

Características del sistema constructivo de cubierta optimizado con dos capas adicionales exteriores

Material	Espesor [m]	Conductividad térmica [W/m·K]
Concreto celular	0.0300	0.2517
Panel de paja con tierra	0.0700	0.0500
Mortero de cal al exterior	0.0300	0.8720
Tabique rojo cocido común al exterior	0.0300	0.8720
Suelo franco y arcillas (10% de humedad)	0.1000	0.5100
Madera de Pino (12% de humedad)	0.0254	0.1620

Fuente: Elaboración propia con datos de DOF (2011), Nikiforova et al. (2013), Jové-Sandoval et al. (2024) y Borbón-Almada et al. (2020).

El sistema constructivo de cubierta optimizado logra un valor $U_{sc} = 0.4615 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, quedando por debajo del de la edificación de referencia. Aplicado a las edificaciones analizadas, esto se refleja no sólo en el cumplimiento de la norma, sino en el ahorro energético que se logra, variando según la configuración de los muros (ver Tabla 11).

Tabla 11

Ahorro energético de E1 y E2 sin y con optimización del sistema constructivo de cubierta

Sistema	Ahorro de energía sin optimización [%]		Ahorro de energía con optimización [%]	
	E1	E2	E1	E2
D1-K-1	-33.00	-14.00	35.00	29.00
D1-K-2	-43.00	-27.00	25.00	16.00
D1-K-3	-66.00	-56.00	3.00	-13.00
D2-K-1	-29.00	-9.00	39.00	34.00
D2-K-2	-36.00	-19.00	32.00	25.00
D2-K-3	-55.00	-43.00	13.00	0.00
D3-K-1	-25.00	-4.00	43.00	39.00
D3-K-2	-29.00	-10.00	39.00	34.00
D3-K-3	-42.00	-26.00	26.00	17.00

Fuente: Elaboración propia.

Para E1, la optimización funciona para que la edificación logre cumplir la norma y obtener un ahorro energético adicional. Sin embargo, para E2 el ahorro energético que se obtiene es menor y, para la combinación menos favorable de espesor y conductividad térmica de muro, la optimización resulta insuficiente para lograr el cumplimiento de la norma. Esto se debe a la diferencia de la geometría entre las dos edificaciones. E1 tiene una mayor relación entre la superficie de cubierta respecto a la superficie de muro con una proporción de 0.92, lo que significa que la superficie de cubierta es muy similar a la de muros, por lo que la optimización del sistema constructivo de la cubierta tiene un mayor impacto en el comportamiento térmico con respecto a E2, cuya proporción es de 0.54, lo que significa que la superficie de muros casi duplica la de la cubierta, por lo que la optimización no resulta tan significativa como la que se obtiene para E1.

Esta posibilidad representa una ventaja para las intervenciones de rehabilitación o rescate de edificaciones existentes, como las históricas y artísticas, puesto que se puede intervenir sin modificar el sistema constructivo de muro, es decir, sin tener que recurrir a la modificación de la fachada para mejorar el desempeño térmico de la edificación y cumplir con la normativa.

CONCLUSIONES

Con el fin de profundizar en la influencia de las variables de espesor de muro y conductividad térmica del adobe sobre la ganancia de calor de edificaciones históricas en clima extremo, se abordó este estudio mediante dos enfoques: un análisis correlacional y un análisis de sensibilidad.

Para correlacionar las variables, se realizó una regresión lineal múltiple que arrojó que, dentro del rango de datos estudiados y considerando la correlación entre las variables, la conductividad térmica del adobe sobresale como un factor con mayor peso estadístico en la predicción de la ganancia de calor. Por otra parte, el análisis de sensibilidad arrojó que el espesor del muro es

el parámetro que provoca mayor variación en la ganancia total de calor cuando se perturba de manera independiente, incluso por encima de la influencia de la conductividad térmica. Esto sugiere que el sistema constructivo de muro de adobe es sensible a cambios geométricos, puesto que al aumentar o reducir el espesor se altera la resistencia térmica y el tiempo de retardo del flujo de calor a través del muro. Es decir, esta característica geométrica está directamente relacionada con la inercia térmica del sistema constructivo de muro de adobe, propiedad importante en el contexto, pues permite mantener la temperatura interior estable durante el día, a pesar de las amplias fluctuaciones exteriores. Entonces, las modificaciones en el espesor del muro, aunque puedan ser pequeñas, resultarán en cambios más significativos en la ganancia de calor que modificaciones equivalentes en la conductividad térmica del adobe.

En conclusión, los dos enfoques de análisis ofrecen perspectivas distintas pero complementarias para explicar mejor el comportamiento térmico del sistema constructivo de muro de adobe. Por un lado, el análisis correlacional identifica a la conductividad térmica del adobe como el factor preponderante por ser más coherente estadísticamente para explicar la ganancia de calor con los valores estudiados. Mientras que el análisis de sensibilidad demuestra que el espesor del muro, como parámetro físico/geométrico, tiene mayor capacidad para modificar la ganancia de calor resultante, independientemente de la conductividad térmica del adobe.

Adicionalmente al comportamiento térmico del sistema constructivo de muro de adobe, dado que una de las variables de salida que arroja la herramienta de cálculo es el porcentaje de ahorro de energía, que es un indicador del cumplimiento de la norma, se analizó la situación debido a que con ninguna de las configuraciones de muro se lograba dicho cumplimiento. Se concluyó al respecto que el sistema constructivo de la cubierta, que también es un sistema base tierra como el de los muros, probablemente por limitaciones estructurales, no logra el espesor suficiente para

resistir adecuadamente –de manera similar a los muros– la ganancia de calor. Esta situación pone en desventaja al sistema tradicional de cubierta ante la norma, por lo que se propuso una optimización acorde a dicho sistema y se obtuvieron resultados favorables, no sólo de cumplimiento, sino logrando adicionalmente un ahorro energético. Estos resultados ofrecen una solución viable para las intervenciones en edificaciones patrimoniales con una alternativa sustentable y en cumplimiento de la normativa.

REFERENCIAS

- Abro, R. S. (1994). Low energy architecture: Recognition of passive cooling techniques. *Renewable Energy*, 5(5-8), 1143-1146. [https://doi.org/10.1016/0960-1481\(94\)90142-2](https://doi.org/10.1016/0960-1481(94)90142-2)
- Akbarzadeh, A., Charters, W. W. S. y Lesslie, D. A. (1982). Thermocirculation characteristics of a Trombe wall passive test cell. *Solar Energy*, 28(6), 461-468. [https://doi.org/10.1016/0038-092X\(82\)90317-6](https://doi.org/10.1016/0038-092X(82)90317-6)
- Al-Assaad, D., Sengupta, A., An, P., Breesch, H., Afshari, A., Amaripadath, D., Attia, S., Baba, F., Corrado, V., Eli, L., Krelling, A. F., Lee, S. H., Levinson, R., Olinger, M., Tootkaboni, M. P., Wang, L., Zhang, C. y Zinzi, M. (2025). Resilient passive cooling strategies during heat waves: A quantitative assessment in different climates. *Building and Environment*, 274, 112698. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2025.112698>
- Alioui, A., Kaitouni, S. I., Azalam, Y., Al armouzi, N., Bendada, E. M. y Mabrouki, M. (2024). Effect of straw fibers addition on hygrothermal and mechanical properties of carbon-free adobe bricks: From material to building scale in a semi-arid climate. *Building and Environment*, 255, 111380, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111380>
- Bodach, S., Lang, W. y Hamhaber, J. (2014). Climate responsive building design strategies of vernacular architecture in Nepal. *Energy and Buildings*, 81, 227-242. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.06.022>
- Borbon-Almada, A. C., Lucero-Alvarez, J., Rodriguez-Muñoz, N. A., Ramirez-Celaya, M., Castro-Brockman, S., Sau-Soto, N. y Najera-Trejo, M. (2020). Design and Application of Cellular Concrete on a Mexican Residential Building and Its Influence on Energy Savings in Hot Climates: Projections to 2050. *Applied Sciences*, 10(22), 8225. <https://doi.org/10.3390/app10228225>
- Cabrera, S., Guillarducci, A., González, D. y Suárez, M. (2023). Evaluation of the thermal conductivity and transmittance coefficient of earthen constructive elements. *Revista Hábitat Sustentable*, 13(1), 8-19. <https://doi.org/10.22320/07190700.2023.13.01.01>
- Centro INAH Sonora (2025). *Planos de plantas, fachadas y detalles* [Archivo DWG]. Hermosillo, México.
- Charai, M., Salhi, M., Horma, O., Mezrhab, A., Karri, M. y Amraoui, S. (2022). Thermal and mechanical characterization of adobes bio-sourced with Pennisetum setaceum fibers and an application for modern buildings. *Construction and Building Materials*, 326, 1268091, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126809>
- Chávez Galán, J. (2009). *Evaluación experimental de propiedades térmicas de materiales de construcción nacionales y desarrollo de ventanas ahorradoras de energía*. Tesis de Doctorado, UNAM.
- Costa, C., Arduin, D., Rocha, F. y Velosa, A. (2019). Adobe Blocks in the Center of Portugal: Main Characteristics. *International Journal of Architectural Heritage*, 15(3), 467-478. <https://doi.org/10.1080/15583058.2019.1627442>
- Costi del Castrillo, M., Ioannou, I. y Philokyrou, M. (2021). Reproduction of traditional adobes using varying percentage contents of straw and sawdust. *Construction and Building Materials*, 294, 123516, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123516>
- Diario Oficial de la Federación (2011). NORMA Oficial Mexicana NOM-020-ENER-2011, Eficiencia energética en edificaciones. *Envolvente de edificios para uso habitacional*. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4459/sener1.htm>
- Foruzanmehr, A. (2015). People's perception of the loggia: A vernacular passive cooling system in Iranian architecture. *Sustainable Cities and Society*, 19, 61-67. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.07.002>
- Erell, E. y Etzion, Y. (1996). Heating experiments with a radiative cooling system. *Building and Environment*, 31(6), 509-517. [https://doi.org/10.1016/0360-1323\(96\)00030-3](https://doi.org/10.1016/0360-1323(96)00030-3)

- Givoni, B. (1998). Effectiveness of mass and night ventilation in lowering the indoor daytime temperatures. *Energy and Buildings*, 28(1), 25-32. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(97\)00056-X](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(97)00056-X)
- Instituto Nacional de Antropología e Historia (2014). *Catálogo de monumentos históricos inmuebles: Estado de Sonora*. México: INAH.
- Izadpanahi, P., Mahmoudi Farahani, L. y Nikpey, R. (2021). Lessons from Sustainable and Vernacular Passive Cooling Strategies Used in Traditional Iranian Houses. *Journal of Sustainability Research*, 3(3). <https://doi.org/10.20900/jsr20210014>
- Jové-Sandoval, F., García-Baños, E. M. y Barbero-Barrera, M. M. (2024). Characterisation and thermal improvement of adobe walls from earth-straw lightweight panels. *MRS Advances*, 9(2), 71-77. <https://doi.org/10.1557/s43580-023-00630-1>
- Kimura, K. y Yamazaki, K. (1982). Passive cooling performance of thatched roofs in traditional Japanese vernacular houses. In A. Bowen y R. Wagner, *Passive and Low Energy Alternatives I: Proceedings of the First International PLEA Conference*. Bermuda: Pergamon Press, 3-1-3-7. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-029405-6.50015-5>
- Kokatnur, T., Ferreira, S., Akkoç, B. K., Markarian, E., Nojedehi, P., Qiblawi, S., Sewraj, K., Gunay, B., O'Brien, W., Papineau, M., Schweiker, M., Ulukavak Harputlugil, G. y Azar, E. (2025). A review of passive design strategies and their effect on thermal resilience in low-income households. *Energy and Buildings*, 348, 116508. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.116508>
- Mohamed, M., Klingmann, A. y Samir, H. (2019). Examining the Thermal Performance of Vernacular Houses in Asir Region of Saudi Arabia. *Alexandria Engineering Journal*, 58(2), 419-428. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2019.03.004>
- Moscoso-García, P. y Quesada-Molina, F. (2023). Analysis of Passive Strategies in Traditional Vernacular Architecture. *Buildings*, 13(8), 1984. <https://doi.org/10.3390/buildings13081984>
- Nie, Y., Luo, M., Liu, J. y Wu, Z. (2025). Assessment of passive climate-responsive strategies in vernacular Yinzi building: A case study in China's hot-summer and cold-winter climate. *Energy and Buildings*, 347(A), 116274. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.116274>
- Nikiforova, T., Savytskyi, M., Limam, K., Bosschaerts, W. y Belarbi, R. (2013). Methods and results of experimental researches of thermal conductivity of soils. *Energy Procedia*, 42, 775-783. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2013.12.034>
- Niles, P. W. B. (1976). Thermal evaluation of a house using a movable-insulation heating and cooling system. *Solar Energy*, 18(5), 413-419. [https://doi.org/10.1016/0038-092X\(76\)90007-4](https://doi.org/10.1016/0038-092X(76)90007-4)
- Ouanes, S. y Sriti, L. (2024). Regression-based sensitivity analysis and multi-objective optimisation of energy performance and thermal comfort: Building envelope design in hot arid urban context. *Building and Environment*, 248, 111099. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.111099>
- Pérez-Sánchez, J. F., Chavez-Vega, F. R., Calvillo-Villicaña, M. E., Suárez Domínguez, K., Estrada Castro, K. E., Luna-Domínguez, J. H. y Gallejos-Villela, R. (2022). Thermal conductivity prediction and comfort in adobe housing in Tamaulipas. *Cogent Engineering*, 9(1), 1-8. <https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2109321>
- Polidori, G., Aras-Gaudry, A., Rousse, C., Beaumont, F., Bogard, F., Murer, S., Moussa, T., Bliard, C., Fronteau, G. y Hamard, E. (2025). Analysis of adobes from vernacular raw earth buildings in Campagne region (France). *Construction and Building Materials*, 470, 140582, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2025.140582>
- Secretaría de Energía (2022). *Programa para el Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2022-2036*. México: SENER. <https://www.gob.mx/cenace/documentos/programa-para-el-desarrollo-del-sistema-electrico-nacional-2022-2036>
- Soleymanpour, R., Parsaee, N. y Banaei, M. (2015). Climate Comfort Comparison of Vernacular and Contemporary Houses of Iran. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 201, 49-61. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.08.118>
- United Nations Environment Programme UNEP (2024). *Global Status Report for Buildings and Construction: Beyond foundations: Mainstreaming sustainable solutions to cut emissions from the buildings sector*. Nairobi: UNEP. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/45095>
- Zra Mha, B., Dawoua Kaoutoung, M., Moubeké, C. A., Lemanle Sanga, R. P., Doko, V. y Ntamack, G. E. (2025). Thermophysical characterization of adobes stabilized with natural fibers. *Construc-*

tion and building materials, 502, 144439. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2025.144439>

Financiamiento.

La presente investigación no recibió financiamiento específico.

Conflicto de interés.

Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación con la investigación, la autoría y/o la publicación del presente artículo.

Uso de inteligencia artificial.

Los autores declaran que no se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa en la elaboración del manuscrito o, en su caso, que su uso se limitó exclusivamente al apoyo lingüístico y de redacción, manteniendo en todo momento la responsabilidad sobre el contenido y las conclusiones del trabajo.

Contribución de autoría.

Los autores participaron en la conceptualización, desarrollo, análisis y redacción del manuscrito, de conformidad con los principios de la taxonomía CRediT (Contributor Roles Taxonomy), y aprobaron la versión final para su publicación.

Estudio del impacto del uso del PET-reciclado en concreto modificado sobre la resistencia a la flexión

Study of the impact of using recycled PET in modified concrete on flexural strength

DOI: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i20.342>

ANA CECILIA ESPINDOLA FLORES

Instituto Politécnico Nacional, México. ORCID: 0000-0001-5525-3927

Correo electrónico: aespindolaf@ipn.mx

EDGAR ONOFRE BUSTAMANTE

Instituto Politécnico Nacional, México. ORCID: 0000-0002-5706-887X

Correo electrónico: eonofre@ipn.mx

Recepción: 13 de octubre de 2025. Aceptación: 5 de marzo de 2026.

RESUMEN

El incremento de población trae retos importantes como modernización en la infraestructura y mayor número de viviendas, entre otros. En este sentido, el material más utilizado para solucionar algunas de estas problemáticas es el concreto. Debido a que presenta excelentes propiedades: durabilidad, trabajabilidad, excelente resistencia a la compresión y a la flexión. Sin embargo, este material presenta grandes problemáticas ambientales; por ejemplo, la obtención del Clinker, es responsable del 8% de las emisiones de CO₂ a nivel mundial. La extracción de los agregados fino (arena) y grueso (grava) provoca la sobreexplotación de los recursos naturales, entre otros. Derivado de las problemáticas ambientales y mecánicas que presenta dicho material, es necesaria la búsqueda de materiales alternativos que ayuden a mitigar dichas problemáticas. Por lo tanto, se propone el uso del PET-reciclado como sustituyente parcial del agregado fino para la fabricación de concreto sustentable con mejores propiedades de resistencia a la flexión. Los resultados de resistencia a la flexión indican un incremento mayor al 30% del módulo de ruptura.

ABSTRACT

Population growth brings significant challenges, such as infrastructure modernization and a greater number of homes, among others. In this regard, concrete is the most widely used material to address some of these problems, due to its excellent properties: durability, workability, and excellent compressive and flexural strength. However, this material presents significant environmental problems. For example, clinker production is responsible for 8% of global CO₂ emissions. The extraction of fine (sand) and coarse (gravel) aggregates leads to the overexploitation of natural resources, among other issues. Due to the environmental and mechanical problems associated with concrete, it is necessary to find alternative materials that help mitigate these problems. Therefore, the use of recycled PET is proposed as a partial substitute for fine aggregate in the production of sustainable concrete with improved flexural strength. Flexural strength results indicate an increase of more than 30% in the rupture modulus. Finally, it was determined that the use of recycled PET contributes to reducing

Finalmente, se determinó que el uso de PET reciclado contribuye a la reducción de la explotación de los bancos de arena, así como a la disminución del impacto de la huella de carbono.

Palabras clave: concreto sustentable; módulo de ruptura; Polietilentereftalato, módulo de finura.

INTRODUCCIÓN

El ser humano siempre ha buscado su confort; en este sentido, los materiales poliméricos llegaron a facilitar muchas actividades como los embalajes, pero principalmente el embotellado de líquidos. Existen estadísticas que indican que se generan cerca de 722 mil toneladas de residuo sólido urbano (RSU) en el año 2017 en México, destacando entre uno de los residuos polímeros el PET, que representó casi la tercera parte del total de residuos, un equivalente a casi 9 mil millones de botellas de bebidas, y solo cerca del 20% de estos son reciclados (Legislatura, 2025) (Gobierno de México, SEMARNAT) (Ruiz, 2020). Sin embargo, no todo es negativo; México lidera en Latinoamérica la recolección y reciclaje de PET, ya que de las botellas producidas se logra recuperar de 54 a 56% (Legislatura, 2025). Otra problemática ambiental importante es la que genera la industria de la construcción, entre las que destaca la sobreexplotación de materiales como la arena y la grava, representando un problema de dimensiones incalculables. Estos materiales representan entre el 70% y el 80% de los materiales de extracción; el único recurso más explotado que la arena y la grava es el agua (Mo, 2020); (Alqahtani, 2021). La sobreexplotación de los bancos de arena es un problema tan grave que algunos ecosistemas fluviales están desapareciendo. Sin embargo, no podemos dejar de utilizar el concreto, debido a que es un material muy versátil, con excelentes propiedades a la compresión, pero deficiente resistencia a la flexión, consecuencia de ser un material cerámico. En este sentido, se convergen distintas problemáticas, pero a la vez se abre la oportunidad de utilizar materiales de desecho, como son las botellas de PET, para po-

the exploitation of sandbanks, as well as decreasing the impact of the carbon footprint.

Keywords: sustainable concrete; rupture modulus; Polyethyleneterephthalate, fineness modulus.

der impactar positivamente en reducir la extracción de arena, sustituyendo parcialmente por el PET. El PET, por ser un polímero termoplástico, tiene buenas propiedades mecánicas que ayudan a mejorar o incrementar las propiedades mecánicas del concreto, como la resistencia a la flexión. Debido a que el PET podría disipar la energía aplicada durante el ensayo, distribuyéndola de forma homogénea en la matriz del concreto, incrementando su resistencia a la flexión. Al incrementar la resistencia a la flexión, permitirá que las construcciones, en especial las carreteras, prolonguen su vida útil, retardando la aparición de patologías prematuras debido a los esfuerzos a los que son sometidas. En este sentido, se propone el uso del PET como sustitución parcial del agregado fino (arena) para mejorar la resistencia a la flexión y poder obtener un material que permita construir viviendas sostenibles, disminuir la huella de carbono y la sobreexplotación de los bancos de arena.

METODOLOGÍA

CLASIFICACIÓN DE POLIETILENTEREFTALATO (PET)

Se recolectaron botellas de PET de distintas marcas, tamaños, que se encontraban en las calles, basureros, casas habitación y principalmente de la campaña de separación de residuos que se encuentra implementada en CICATA-IPN, Unidad Altamira.

Posteriormente, se procedió a retirar la etiqueta, taparroasca y todo material que no pertenezca al PET y, con agua, se retiró el excedente interior de las botellas (figura 1). Después de tener las botellas limpias, se realizó una primera molienda,

utilizando un molino de cuchillas, marca Nelmor, modelo G810, fabricado por USA. Posteriormente, se realizó una segunda molienda en un molino tipo corte cizalla, marca Retsch, modelo SM2000, que se ubica en la empresa M&G Polímeros, Altamira, para obtener un tamaño de partícula homogéneo similar al del agregado fino (arena).

(PET-r) en proporciones de 2,5, 5 y 10% en peso por agregado fino (arena). El diseño contempla una relación a/c (agua/cemento) de 0.45 y una resistencia mecánica ($f'c$) de 40 MPa.

Tabla 1
Diseño de mezcla

Muestra	Componente de la mezcla Kg/m ³				
	Cemento	Agua	Grava	Área	PET-r
Testigo	395	180	952.8	861.3	0
PET-r2.5	395	180	952.8	839.76	21.53
PET-r5	395	180	952.8	818.23	43.06
PET-r10	395	180	952.8	775.17	86.13

Figura 1

a) Recolección, b) limpieza y c) corte de botellas de PET.



DISEÑO DE MEZCLA

Para la elaboración de las probetas se requirió del diseño de una mezcla como se muestra en la Tabla 1 y se siguió de acuerdo como lo describe el método del American Concrete Institute (ACI) (INTERNATIONAL, 2018). Se realizó la modificación del concreto sustituyendo PET reciclado

CARACTERIZACIÓN MECÁNICA

REVENIMIENTO

La prueba de revenimiento es el primer ensayo del concreto en la mezcla fresca, la cual indica la trabajabilidad, la fluidez y/o consistencia de la mezcla de acuerdo con las especificaciones técnicas que requiera el proyecto. La caracterización se realizó como lo marca la norma NMX-C-156-ONNCCE-2010 ([ONNCCE], 2010), “Determinación del revenimiento en el concreto fresco”. El resultado se expresa en centímetros (cm) y se debe aplicar a cada una de las diferentes mezclas utilizadas.

El revenimiento adecuado de la mezcla de concreto dependerá del tipo de aplicación; en la Tabla 2 se muestra la clasificación de acuerdo con la consistencia de la mezcla. En este caso es necesario contar con un revenimiento líquido que pueda ser suministrado por bombas de concreto a las estructuras.

Tabla 2
Clasificación del revenimiento

Consistencia	Revenimiento (cm)	Tolerancia (cm)
Seca (S)	0 – 2	0
Plástica (P)	3 – 5	±1
Blanda (B)	6 – 9	±1
Fluida (F)	10 – 15	±2
Líquida (L)	16 – 20	±2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Para la prueba de resistencia a la flexión, se utilizó como base la norma NMX-C-303-ONNCCE-2010 “Industria de la construcción-concreto-determinación de la resistencia a la flexión usando una viga simple con carga en el centro del claro” ([ONNCCE], 2010); se empleó una máquina universal (Figura 2) de acuerdo con la norma NMX-C-083-ONNCCE-2014 ([ONNCCE], 2014). La carga sobre las vigas se aplicó hasta la falla o ruptura. Los resultados de las vigas se reportarán en módulo de ruptura y se analizaron para determinar el efecto de la adición del PET-r sobre la resistencia a la flexión de las probetas.

Figura 2

Máquina universal sujeta a la norma NMX-C-083-ONNCCE-2014 ([ONNCCE], 2014).



RESULTADOS

MÓDULO DE FINURA (MF)

Para realizar el diseño de mezcla es necesario un análisis de granulometría que permitirá calcular el módulo de finura de los agregados (grueso y fino). En este sentido, se realizó el cálculo para el PET-r, para ser sustituido parcialmente por el agregado fino (arena); se muestran los resultados en la Tabla 3. La metodología se basó en la norma NMX-C-077-ONNCCE-2004, “Industria de la construcción-agregados para concreto-análisis granulométrico-método de ensayo” ([ONNCCE], 2019).

Tabla 3
Granulometría del PET-r triturado

Módulo de finura PET-r				
Malla mm (designación)	Peso retenido (gr)	% retenido	% acumulado	% que pasa
4	0.0	0	0	100
8	0.1	0.02	0.02	99.98
16	56.9	11.38	11.40	88.60
30	125.4	25.08	36.48	63.52
50	268.3	53.66	90.14	9.86
100	42.8	8.56	98.7	1.3
Charola	6.5	1.3	100	0
TOTAL	500	100	-	-

De acuerdo con los datos obtenidos, el módulo de finura para el PET-r triturado es:

$$MF = \frac{0.02+11.40+36.48+90.14+98.70}{100} = 2.3 \quad (\text{Ec. 1})$$

De acuerdo con lo descrito en la norma ASTM C33/C33M-18 (INTERNATIONAL, 2018), indica que un valor aceptado o recomendado debe estar entre 2.3 y 3.1. Por lo tanto, el módulo de finura determinado del PET-r (2.36) cumple con las características para poder ser sustituido parcialmente por el agregado fino, favoreciendo la distribución homogénea del PET-r en la matriz del concreto.

DISEÑO DE MEZCLA

En base al diseño de mezcla del testigo, se realizaron los diseños para el concreto modificado, sustituyendo en porcentaje peso de agregado fino (arena) por PET-r en 2,5, 5 y 10% en peso; se muestran las dosificaciones en la Tabla 4. Los diseños se etiquetaron de la siguiente forma: PET-r2,5, PET-r5 y PET-r10.

Tabla 4
Dosificación de los agregados

Muestra	Componente de la mezcla, peso en (kg) para un volumen de 35 litros, f'c 40 MPa				
	Cemento	Agua	Grava	Arena	PET
Testigo	14.18	6.4	33.81	29.90	0
PET-r2.5	14.18	6.4	33.81	29.15	0.747
PET-r5	14.18	6.4	33.81	28.40	1.495
PET-r10	14.18	6.4	33.81	26.91	2.99

A continuación se describe fotográficamente el procedimiento de la elaboración del concreto modificado (ver Figura 3).

Como se puede observar en la Figura 3, la integración del PET-r en el concreto fue homogénea (Figura 3f), donde no se observa aglomeración o una distribución heterogénea del PET-r. Este resultado podría tener una influencia positiva sobre las propiedades mecánicas del concreto modificado con la presencia del PET, ya que si no se hubiera distribuido de forma homogénea, la segregación del PET-r en un punto específico de la matriz del concreto, una vez que fragua,

Figura 3
Proceso de elaboración de concreto modificado para el diseño PET-r triturado



podría representar un defecto en la matriz del concreto que favorezca el crecimiento de una fractura prematura, disminuyendo la resistencia mecánica del mismo.

CARACTERIZACIÓN MECÁNICA

REVENIMIENTO

Los resultados obtenidos para cada diseño de mezcla se muestran en la Tabla 5. Donde se puede observar que los valores de revenimiento se encuentran entre 16 y 20 cm. Por lo tanto, basados en la Tabla 2 y de acuerdo con la norma NMX-C-156-ONNCCE-2010 ([ONNCCE], 2010), las mezclas pueden clasificarse como líquidas y de trabajabilidad aceptable para la aplicación de diseño. Es importante mencionar que, debido a la densidad del PET-r, se esperaba que el revenimiento fuera menor; sin embargo, se determinó que las partículas de PET-r no absorben agua o, por lo menos, no en grandes cantidades.

Tabla 5
Resultados de las pruebas de revenimiento

Muestra	Revenimiento (cm)	Clasificación
Testigo	19	Líquida (L)
PET-r2.5	18	Líquida (L)
PET-r5	17	Líquida (L)
PET-r10	16	Líquida (L)

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXIÓN

Las vigas se elaboraron en moldes rectangulares con una dimensión de 500x150x150 mm; posteriormente se colocaron en una máquina universal de ensayos y se aplicó el método marcado en la norma NMX-C-303-ONNCCE-2004 ([ONNCCE], 2010). Los resultados se expresan como módulo de ruptura y se calculan a partir de la siguiente ecuación:

$$R = \frac{3PxL}{2bd^2} \quad (Ec 2.)$$

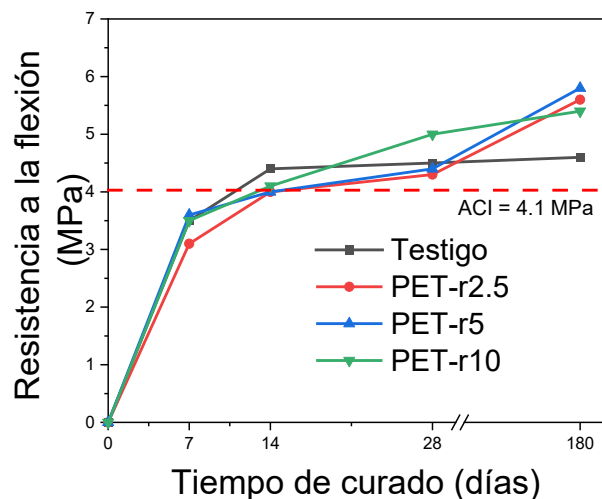
Donde:

- R, es el módulo de ruptura,
- P, es la carga máxima aplicada,
- L, la distancia entre apoyos,

- b, el ancho promedio del espécimen y
- d, es el peralte promedio del espécimen.

Los resultados de las pruebas de resistencia a la flexión fueron obtenidos en dos periodos de tiempo: el primer periodo de 7, 14 y 28 días y posteriormente 18 meses; los resultados obtenidos de la prueba a la flexión se muestran en la Figura 4.

Figura 4
Módulo de ruptura de las probetas modificadas PET-r a 7, 14, 28 y 180 días de curado.



De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que durante los primeros 28 días de curado la resistencia a la flexión no presenta un incremento tangible en el módulo de ruptura, excepto para la muestra PET-r10. Sin embargo, después de 180 días de curado, todas las muestras de concreto modificadas con PET-r, independientemente de la cantidad de PET-r utilizado, presentan un incremento tangible en el módulo de ruptura, mejorando la resistencia a la flexión comparada con la muestra referencia. No obstante, la muestra con resultados más prometedores es la muestra PET-r5, la cual presentó un incremento de $\times 30\%$ mayor en comparación con la muestra de referencia.

Tabla 6
Tabla comparativa de resultados de resistencia a la flexión

Muestra	Geometría	Resistencia a la flexión (MPa)	% de incremento	Referencia
PET 5%	Partículas	5.7	30	Estudio actual
PET 5%	Partículas	4.7		(Nabajyoti Saikia, 2014)
PET 15%	Mezcla de partículas		14	(Mohammed, 2017)
PET 0.1%	Fibras 40 mm		48.53	(Qahar Mustafa Abdullah, 2022)
PET 1.5 %	Fibras 40 mm	7.37	24.7	(Azad A. Mohammed, 2023)

Los resultados obtenidos presentan un comportamiento de resistencia a la flexión superior al promedio de los reportados en la literatura, como se puede observar en la Tabla 6, donde se reportó un incremento superior del 48% y un mínimo del 14%, demostrando que los resultados reportados en este trabajo de investigación, que alcanzó el 30%, están por encima del promedio.

Es importante remarcar que, hasta los 180 días de curado de las muestras, se obtienen los mejores resultados. Esto se debe a que el PET no es un material absorbente de agua; sin embargo, podría impedir que las reacciones álcali-hidrólisis no se lleven a cabo a la velocidad normal y, por tanto, el proceso de fraguado disminuye, causando que la resistencia mecánica máxima se alcance después de 180 días de curado.

CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación se substituyó parcialmente el agregado fino en una mezcla de concreto por PET-r en diferentes proporciones con el objetivo principal de obtener un concreto verde con propiedades de resistencia a la flexión iguales o superiores al concreto estructural comercial. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- A partir de una molienda en dos pasos se obtuvo un tamaño de partícula de PET-r homogéneo y con un módulo de finura aceptable para ser substituido por el agregado fino (2,36),

lo que favoreció la distribución homogénea del PET-r en la matriz del concreto.

- Las muestras de concreto modificadas con PET-r en cualquiera de las proporciones utilizadas incrementaron la resistencia a la flexión después de 180 días de curado. Sin embargo, la muestra PET-r5 mostró un módulo de ruptura mayor, incrementando la resistencia a la flexión un 30% superior a la muestra de referencia (4,6 MPa) y un 41,5% superior al valor mínimo nominal de acuerdo con la normatividad aplicable para este tipo de concreto (4,1 MPa).
- La presencia del PET-r en la matriz de concreto facilitó la disipación de la energía aplicada durante el ensayo de resistencia a la flexión, provocando un incremento del módulo de ruptura de las muestras modificadas.

Finalmente, estos resultados confirman que el reciclaje de PET-r es una alternativa prometedora para producir concreto verde con excelentes propiedades mecánicas para ser aplicado en la industria de la construcción, reduciendo los costos de extracción, el uso de recursos naturales no renovables y contribuyendo en la disminución de la huella de carbono.

REFERENCIAS

- Alqahtani, F.K., Zafar, I., 2021. Plastic-based sustainable synthetic aggregate in Green Ligh-

- weight concrete – a review. *Construct. Build. Mater.* 292, 123321 <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123321>.
- ASTM INTERNATIONAL. ASTM C33/C33M-18 Standard Specification for Concrete Aggregates, 2018.
- Azad A. Mohammed, Sarkawt H. Karim. Impact strength and mechanical properties of high strength concrete containing PET waste fiber. *Journal of Building Engineering.* Volume 68, 2023, 106195. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.106195>
- Azad A. Mohammed. Flexural behavior and analysis of reinforced concrete beams made of recycled PET waste concrete. *Construction and Building Materials.* Volume 155, 2017, p. 593-604. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.08.096>
- De Medio Ambiente y Recursos Naturales, S. (n.d.). *Residuos sólidos urbanos (RSU)*, gob.mx. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/residuos-solidos-urbanos-rsu>
- En México, 90 millones de botellas de plástico de refrescos y agua son lanzadas a la vía pública, ríos y mares (13 de abril de 2017). *Cámara de Diputados, H. Congreso de la Unión*. <http://www5.diputados.gob.mx/index.php/esl/Comunicacion/Boletines/2017/Abril/13/3469-En-Mexico-90-millones-de-botellas-de-plastico-de-refrescos-y-agua-son-lanzados-a-la-via-publica-rios-y-mares>
- Mo, K.H., Thomas, B.S., Yap, S.P., Abutaha, F., Tan, C.G., 2020. *Viability of agricultural wastes as substitute of natural aggregate in concrete: A review on the durability related properties*. *J. Clean. Prod.* 275, 123062 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123062>
- Nabajyoti Saikia, Jorge de Brito. Mechanical properties and abrasion behaviour of concrete containing shredded PET bottle waste as a partial substitution of natural aggregate. *Construction and Building Materials.* Volume 52, 2014, p. 236-244. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.11.049>
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación [ONNCCE]. NMX-C-156-ONNCCE-2010. Industria de la construcción - Concreto hidráulico - Determinación del revenimiento en el concreto fresco.
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación [ONNCCE]. NMX-C-303-ONNCCE-2010. Industria de la Construcción - Concreto Hidráulico - Determinación de la Resistencia a la Flexión Usando una Viga Simple con Carga en el Centro del Claro.
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación [ONNCCE]. NMX-C-083-ONNCCE-2014. Industria de la construcción - Concreto - Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto.
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación [ONNCCE]. NMX-C-077-ONNCCE-2019. Industria de la construcción - agregados para concreto - análisis granulométrico - método de prueba.
- Qahar Mustafa Abdullah, James H. Haido. Response of hybrid concrete incorporating eco-friendly waste PET fiber: Experimental and analytical investigations. *Construction and Building Materials.* Volume 354, 2022, 129071. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129071>
- Ruiz, J. L. R., Hernández, C. G. C., López, R. C. & Hernández, R. N. (2020). Diseño de un sistema autoconstructivo a base de tapial y bahareque de bajo costo e impacto ambiental para una vivienda. *Tópicos de Investigación en Ciencias de la Tierra Y Materiales*, 7(7), p. 68-78. <https://doi.org/10.29057/aactm.v7i7.6207>

Financiamiento.

La presente investigación no recibió financiamiento específico.

Conflicto de interés.

Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación con la investigación, la autoría y/o la publicación del presente artículo.

Uso de inteligencia artificial.

Los autores declaran que no se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa en la elaboración del manuscrito o, en su caso, que su uso se limitó exclusivamente al apoyo lingüístico y de redacción, manteniendo en todo momento la responsabilidad sobre el contenido y las conclusiones del trabajo.

Contribución de autoría.

Los autores participaron en la conceptualización, desarrollo, análisis y redacción del manuscrito, de conformidad con los principios de la taxonomía CRediT (Contributor Roles Taxonomy), y aprobaron la versión final para su publicación.

Laboratorios vivientes escolares ecotecnológicos para la gestión sustentable del agua en comunidades rurales de México

*School living labs and ecotechnologies for sustainable
water management in rural communities of Mexico*

DOI: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i20.339>

ARMANDO RANGEL ARCEO

Universidad de Guadalajara, México. ORCID: 0009-0003-5503-0821
Correo electrónico: <mailto:armando.rangel8281@alumnos.udg.mx>

MARIANA VILLADA CANELA

Universidad Autónoma de Baja California, México. ORCID: 0000-0003-1282-3250
Correo electrónico: mwilladac@uabc.edu.mx

JAIME FRANCISCO GÓMEZ GÓMEZ

Universidad de Guadalajara, México. ORCID: 0000-0002-8515-6738
Correo electrónico: jaime.gomez@academicos.udg.mx

Recepción: 29 de septiembre de 2025. Aceptación: 13 de abril de 2026

RESUMEN

El acceso al agua en comunidades rurales de México constituye un desafío estructural que impacta en la salud, la educación y la equidad social, por lo que este artículo presenta los resultados del Proyecto Piloto de Investigación e Incidencia en la Escuela Primaria Rural Multigrado “Cuauhtémoc”, en El Chivatillo, Cocula, Jalisco, donde se diseñó e implementó un Sistema Comunitario de Captación de Agua de Lluvia (SCCALL), bajo el enfoque de un Laboratorio Viviente orientado al agua. A través de un enfoque mixto que integró balances hídricos, eficiencia de almacenamiento y análisis de turbidez con Investigación-Acción Participativa y etnografía crítica, se evaluaron tanto el desempeño técnico como los procesos de gobernanza comunitaria. Los resultados muestran un potencial anual de captación de 91,738 litros (equivalente al 59.4% de la demanda escolar), aunque limitado por una capacidad de alma-

ABSTRACT

Access to water in rural communities in Mexico remains a structural challenge with direct implications for health, education, and social equity. This article presents the outcomes of a Pilot Research and Incidence Project at the “Cuauhtémoc” Rural Multigrade School in El Chivatillo, Cocula, Jalisco, where a Community Rainwater Harvesting System (SCCALL) was co-designed and implemented within a Water-Oriented Living Lab framework. Using a mixed-methods approach that combined hydrological assessments (water balance, storage efficiency, turbidity analysis) with participatory action research and critical ethnography, the study evaluated both technical performance and community governance processes. Results show an annual harvesting potential of 91,738 liters-covering 59.4% of school demand-but also highlight storage limitations (1,300 L) as a tech-



cenamiento de 1,300 L identificada como “cuello de botella técnico”. Más allá de lo hidráulico, el SCCALL se consolidó como un bien común gestionado colectivamente mediante la creación de un Comité Comunitario Escolar del Agua, estrategias de autofinanciamiento y su integración pedagógica en actividades escolares, por lo que la experiencia demuestra que las ecotecnologías modestas pueden transformarse en artefactos sociotécnicos que articulan tecnología, comunidad y territorio, y cuyos hallazgos posicionan a los laboratorios vivientes escolares como modelos replicables para fortalecer la resiliencia hídrica, la participación social y la gestión sustentable en contextos rurales.

Palabras clave: ecotecnología; participación comunitaria; laboratorios vivientes; gobernanza del agua; escuelas rurales.

INTRODUCCIÓN

El acceso al agua en contextos rurales de México constituye uno de los desafíos estructurales para garantizar derechos fundamentales como salud y educación. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (2020), más de un tercio de las localidades rurales presenta dificultades en la provisión de agua entubada, situación que impacta directamente en las escuelas: condiciona la continuidad educativa, incrementa la carga doméstica para mujeres y niñas, y limita el desarrollo comunitario. Esta realidad demanda enfoques innovadores que combinen soluciones técnicas con procesos de gobernanza participativa capaces de fortalecer la resiliencia local. En este marco, las ecotecnologías orientadas a la gestión sustentable del agua, como los sistemas de captación pluvial, se consolidan como alternativas viables y replicables en entornos vulnerables (Jalife Acosta et al., 2018). Su efectividad, sin embargo, no depende únicamente del desempeño hidráulico, sino también de su apropiación comunitaria y de su inserción en dinámicas locales de organización y aprendizaje. Autores como Fals-Borda (1987) destacan la importancia de la investigación-acción participativa para construir soluciones socialmente

relevantes. Más allá de lo hidráulico, el SCCALL se consolidó como un bien común gestionado colectivamente mediante la creación de un Comité Comunitario Escolar del Agua, estrategias de autofinanciamiento y su integración pedagógica en actividades escolares, por lo que la experiencia demuestra que las ecotecnologías modestas pueden transformarse en artefactos sociotécnicos que articulan tecnología, comunidad y territorio, y cuyos hallazgos posicionan a los laboratorios vivientes escolares como modelos replicables para fortalecer la resiliencia hídrica, la participación social y la gestión sustentable en contextos rurales.

Keywords: ecotecnología; participación comunitaria; laboratorios vivientes; gobernanza del agua; escuelas rurales.

pertinentes, mientras que Corona Berkin (2020) plantea la producción horizontal del conocimiento como estrategia para transformar realidades con arraigo cultural.

El estudio de caso desarrollado en la escuela de la comunidad de El Chivatillo, se inscribe en esta lógica. Bajo el marco de los Laboratorios Vivientes orientados al agua (European Network of Living Labs, 2023), la escuela se configuró como un nodo articulador entre comunidad, territorio y conocimiento situado. La instalación y evaluación del Sistema Comunitario de Captación de Agua de Lluvia (SCCALL) permitió analizar tanto el desempeño técnico (volúmenes captados, cobertura de la demanda y calidad del agua medida en turbidez), como los procesos sociales de participación, gobernanza y la apropiación.

Este artículo aporta evidencia sobre cómo una solución técnicamente modesta puede transformarse en un artefacto con significado comunitario (Nelson & Stolterman, 2024), trascendiendo su carácter de infraestructura física para constituirse en tecnología con alma. A partir de esta experiencia, se discute la articulación de las dimensiones técnica y social en el fortalecimiento de la gobernanza hídrica, y se plantea el potencial

de los laboratorios vivientes escolares como modelos replicables de resiliencia y sustentabilidad en comunidades rurales.

MARCO TEÓRICO Y REFERENTES CONCEPTUALES

Las problemáticas asociadas al acceso y gestión sustentable del agua en contextos rurales requieren marcos analíticos que permitan comprender la interacción entre dimensiones técnicas, sociales y territoriales. En este sentido, el presente estudio se sustenta en la articulación de tres enfoques complementarios: las transiciones sociotécnicas, la gobernanza de los bienes comunes y los laboratorios vivientes como espacios de cocreación en entornos reales, los cuales, en conjunto, permiten interpretar el caso de estudio como un proceso de cambio territorial situado y no únicamente como una intervención técnica.

Desde la perspectiva de las transiciones sociotécnicas, los procesos de cambio en sistemas como el hídrico no pueden explicarse únicamente a partir de innovaciones tecnológicas aisladas, sino como configuraciones dinámicas donde interactúan distintos niveles: nichos de innovación, regímenes sociotécnicos y contextos estructurales más amplios (Geels, 2002, 2006). Tradicionalmente, estos procesos han sido analizados en entornos urbanos o industriales; sin embargo, los contextos rurales también pueden constituirse como nichos estratégicos de innovación, donde soluciones técnicamente modestas adquieren relevancia al articularse con prácticas sociales y saberes locales. En este sentido, el SC-CALL puede interpretarse como un nicho sociotécnico emergente, cuya viabilidad no depende exclusivamente de su eficiencia técnica, sino de su capacidad de anclaje en el tejido comunitario.

En este marco, la implementación de ecotecnologías para la gestión sustentable del agua, como los sistemas de captación de agua de lluvia, no puede evaluarse únicamente en términos de eficiencia hidráulica, sino en función de su capacidad para integrarse en dinámicas comu-

nitarias y generar procesos de apropiación social. Esta perspectiva permite comprender que las limitaciones técnicas, como la capacidad de almacenamiento, forman parte de sistemas más amplios donde intervienen factores organizativos, culturales y educativos, los cuales condicionan tanto su desempeño como su sustentabilidad en el tiempo.

Por su parte, la teoría de la gobernanza de los bienes comunes aporta elementos fundamentales para analizar la gestión sustentable del agua de manera colectiva en contextos comunitarios. De acuerdo con Ostrom (2000), los recursos compartidos pueden ser gestionados de manera sustentable cuando los usuarios participan en la definición de reglas, el monitoreo y la toma de decisiones. En contextos rurales, donde las capacidades institucionales suelen ser limitadas, la construcción de arreglos locales de gobernanza resulta clave para la sustentabilidad de las intervenciones, particularmente cuando estas se sostienen en procesos de participación activa y corresponsabilidad comunitaria.

En el caso de las ecotecnologías hídricas, la conformación de estructuras organizativas como el Comité Comunitario Escolar del Agua permite establecer mecanismos de corresponsabilidad, regulación y mantenimiento que trascienden la lógica de uso individual, consolidando al sistema como un bien común gestionado colectivamente y articulando a prácticas sociales concretas.

Así mismo, el enfoque de los laboratorios vivientes permite integrar estas dimensiones en un mismo marco operativo, definidos como entornos de innovación abierta en los que las soluciones se diseñan, implementan y evalúan en escenarios reales, con la participación activa de múltiples actores (European Network of Living Labs, 2023; Ståhlbröst & Holst, 2012). Este enfoque rompe con los modelos tradicionales de transferencia tecnológica, al reconocer a la comunidad como coproductora del conocimiento y de las soluciones, y al situar la experimentación en contextos reales como condición para la pertinencia de las innovaciones.

En el ámbito de la gestión sustentable del agua, los laboratorios vivientes posibilitan la convergencia entre tecnología, gobernanza y aprendizaje, generando procesos de co-creación que fortalecen la pertinencia y sustentabilidad de las intervenciones. En este sentido, la escuela rural multigrado puede entenderse como un nodo estratégico donde se articulan prácticas educativas, organización comunitaria y experimentación tecnológica, operando simultáneamente como espacio de aprendizaje, laboratorio sociotécnico y plataforma de gobernanza local.

A partir de la articulación de estos enfoques, el presente estudio plantea como contribución teórica que la sustentabilidad de las transiciones sociotécnicas en contextos rurales no depende exclusivamente del desempeño técnico de las soluciones ni de la existencia de estructuras de gobernanza, sino de la integración de la dimensión pedagógica como motor que sostiene los aprendizajes situados y permite su reproducción en el tiempo.

En el caso analizado, la escuela no solo funciona como espacio de implementación tecnológica, sino como un entorno de producción de conocimiento situado, donde estudiantes, docentes y comunidad participan activamente en procesos de aprendizaje, apropiación y reproducción de prácticas relacionadas con la gestión sustentable del agua. Esta condición transforma la ecotecnología en un artefacto sociotécnico-pedagógico, capaz de sostenerse en el tiempo a partir de su internalización en la cultura comunitaria y de su transferencia hacia el ámbito doméstico y comunitario.

De esta manera, los laboratorios vivientes escolares en contextos rurales se configuran como nichos de innovación donde la educación opera como eje articulador de la sustentabilidad, ampliando los enfoques tradicionales de las transiciones sociotécnicas y de la gobernanza de los bienes comunes, al incorporar la dimensión pedagógica como elemento central en la consolidación de procesos de cambio territorial y en la construcción de resiliencia hídrica local.

METODOLOGÍA

ENFOQUE GENERAL

La investigación se estructuró bajo un diseño mixto (Creswell & Plano Clark, 2018), combinando herramientas cuantitativas y cualitativas para analizar la interdependencia entre lo técnico y lo social en las transiciones sociotécnicas (Geels, 2002). Se adoptó la Investigación-Acción Participativa (Fals-Borda, 1987), reconociendo a los actores comunitarios como coinvestigadores (Corona Berkin, 2020), e integró la etnografía crítica (Guber, 2011) para interpretar prácticas y significados locales.

LABORATORIO VIVIENTE

El proyecto se enmarca en la lógica de los laboratorios vivientes orientados al agua (European Network of Living Labs, 2023), entendidos como entornos colaborativos donde se diseñan, prueban y evalúan soluciones en escenarios reales. En este caso, la escuela operó simultáneamente como espacio de experimentación tecnológica, aula pedagógica y plataforma de gobernanza, lo que permitió diseñar, implementar y evaluar el Sistema Comunitario de Captación de Agua de Lluvia (SCCALL) con participación activa de estudiantes, docentes y familias.

ÁREA Y POBLACIÓN DE ESTUDIO

El estudio de caso se realizó en la escuela, ubicada en El Chivatillo, que atiende a 20 estudiantes con dos docentes, en una comunidad de 291 habitantes (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2020). La escuela constituye el nodo de articulación entre aprendizajes educativos y vida comunitaria, y fue el punto de partida para la implementación de la ecotecnología.

La carencia crónica de agua en la escuela y en la comunidad funcionó como detonante para la movilización comunitaria y la búsqueda de soluciones innovadoras, condición ampliamente documentada en comunidades rurales de México (Comisión Nacional del Agua, 2020; Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2024). Bajo este contexto, actores escolares y comunitarios

co-diseñaron estrategias de mitigación que convergieron para la implementación de un Sistema Comunitario de Captación de Agua de Lluvia (SCCALL), concebido como la ecotecnología central del proceso (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua et al., 2022). Su carácter participativo y autofinanciado fortaleció la apropiación comunitaria, en concordancia con la lógica de la Investigación-Acción Participativa (Fals-Borda, 1987) y la producción horizontal del conocimiento (Corona Berkin, 2020), constituyendo la base metodológica y práctica del proyecto piloto de investigación e incidencia.

Figura 1.

Ubicación de la Escuela Primaria “Cuauhtémoc” en El Chivatillo, Cocula, Jalisco (20.296368° N, 103.789248° O). La delimitación en color muestra el área de influencia del plantel en la gestión sustentable del agua de manera comunitaria



Fuente: Elaboración propia con base en Google Earth (2025).

DIMENSIONES DE ANÁLISIS

Se definieron dos dimensiones principales:

- a. Técnica, con indicadores de volumen captado, continuidad del servicio, utilización del almacenamiento y calidad del agua (turbidez, en concordancia con la NOM-127-SSA1-2021).

- b. Institucional-comunitaria, con indicadores de participación en el Comité Escolar del Agua, acuerdos registrados en actas, mecanismos de autofinanciamiento y actividades pedagógicas relacionadas con el uso y cuidado del recurso.

Tabla 1
Ficha técnica de la escuela primaria rural multigrado “Cuauhtémoc”

Dimensión	Indicadores	Fuente de datos
Técnica	Volumen captado anual y mensual, Continuidad del servicio (días de autonomía), Utilización del almacenamiento- Calidad del agua (turbidez, comparación con NOM-127)	Balances hídricos, mediciones técnicas, bitácoras de operación, registros escolares
Institucional-comunitaria	Participación comunitaria total (% de hogares), Reuniones del CCEA y asistencia media, Cumplimiento de acuerdos comunitarios- Autogestión financiera (ingresos/egresos del SCCALL), Acciones pedagógicas vinculadas al agua	Minutas etnográficas, actas del CCEA, listas de asistencia, registros de rifas/colectas, programación escolar

Fuente: Elaboración propia.

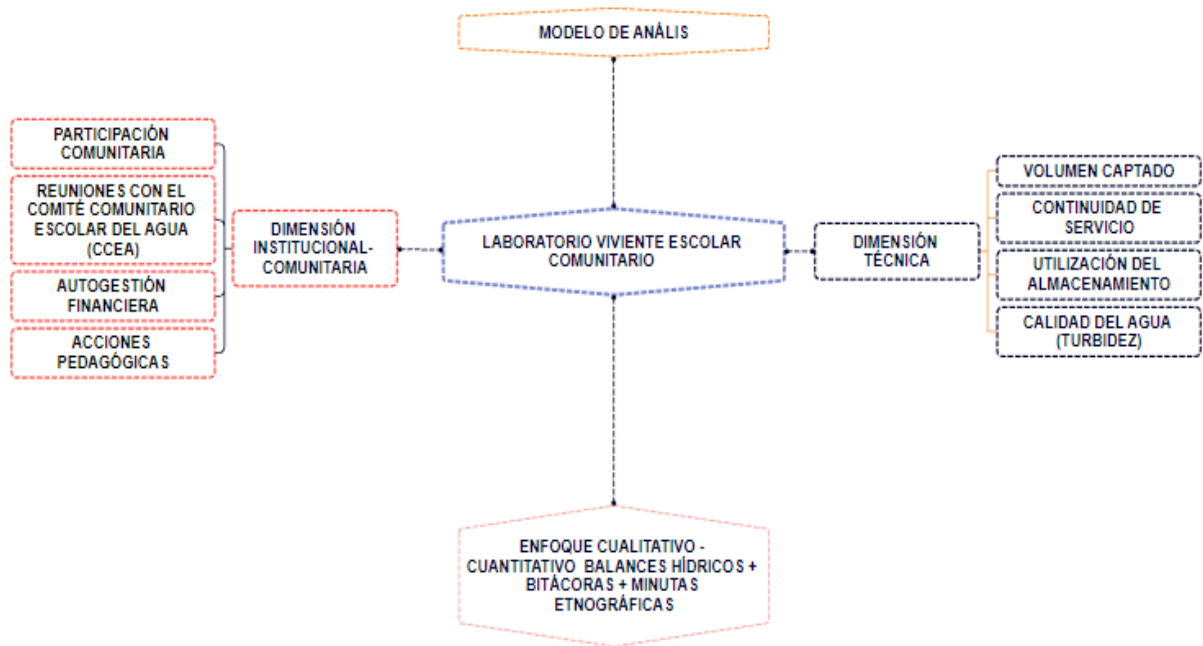
FUENTES DE INFORMACIÓN Y PROCEDIMIENTOS

En lo técnico, se emplearon balances hídricos, estimaciones de volúmenes de captación (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua et al., 2022) y mediciones de turbidez con equipo portátil. En lo social, se sistematizaron bitácoras de campo, minutas etnográficas y registros comunitarios generados durante la instalación y uso del sistema. Se elaboraron representaciones gráficas y tabulares que facilitaron la discusión colectiva con la comunidad escolar, en congruencia con el carácter participativo del proyecto.

SÍNTESIS DEL MODELO

El modelo de análisis integró observación directa, medición técnica y sistematización etnográfica, con el fin de comprender los procesos socio-técnicos en su complejidad. De esta manera, el SCCALL se evaluó no sólo como infraestructura hidráulica, sino como un dispositivo comunitario enraizado en la escuela, capaz de articular tecnología, gobernanza y pedagogía.

Figura 2
Modelo de análisis del Laboratorio Viviente Escolar-Comunitario (SCCALL)



Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

RETOS HÍDRICOS EN ESCUELAS RURALES

En el contexto de las comunidades rurales de México, el acceso al agua constituye un problema estructural con repercusiones directas en la salud, la educación y la equidad social. Datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2024) indican que solo el 60.5% de las localidades rurales cuenta con agua entubada, lo que limita de manera significativa el funcionamiento de los planteles escolares y refuerza la necesidad de soluciones adaptadas al territorio.

DESEMPEÑO TÉCNICO DEL SCCALL

El Sistema Comunitario de Captación de Agua de Lluvia (SCCALL) instalado en la escuela presentó un potencial anual de captación de 91,738 litros, equivalente al 59.4% de la demanda escolar (54,482 litros). Sin embargo, la capacidad de almacenamiento disponible (1,300 L) se identificó como un “cuello de botella técnico”, ya que el

volumen de captación impidió aprovechar los excedentes en temporada de lluvias y provocó déficits durante el estiaje.

Los balances hídricos mensuales muestran que entre junio y septiembre se generan excedentes que superan los 20,000 litros por mes, mientras que en los meses de estiaje (enero–mayo y noviembre–diciembre) se registran déficits que reducen la autonomía hídrica del plantel. En asambleas participativas, el Comité Escolar del Agua discutió dos escenarios de mejora: incrementar la capacidad de captación y almacenaje a 5,000 litros. En términos de calidad, la turbidez del agua captada osciló entre 0.45 y 2.53 NTU, valores dentro de la NOM-127-SSA1-2021 para usos no potables. En comparación, los arroyos locales presentaron niveles mucho más elevados (18–22 NTU en El Peñón y 159–190 NTU en Las Goteiras), lo que refuerza la pertinencia del sistema como fuente segura para usos escolares.

PROCESOS COMUNITARIOS Y DE GOBERNANZA

Más allá de su desempeño hidráulico, el SCCALL se consolidó como un bien común gestionado colectivamente. La comunidad conformó el Comité Comunitario Escolar del Agua (CCEA), que asumió responsabilidades de operación, mantenimiento y regulación mediante reglas locales validadas en asamblea. Se documentaron 10 jornadas comunitarias de trabajo, 5 asambleas formales, y la recaudación de aproximadamente \$9,500 MXN a través de rifas y ventas solidarias para financiar materiales y mantenimiento.

El sistema también se integró como recurso pedagógico en clases de ciencias naturales, matemáticas y civismo, además de talleres extracurriculares que involucraron a estudiantes en prácticas de monitoreo (p. ej., mediciones de turbidez). Niñas y niños se convirtieron en agentes multiplicadores de conciencia hídrica, explicando el funcionamiento del SCCALL a sus pares y familiares, lo que fortaleció el aprendizaje intergeneracional.

SÍNTESIS

La experiencia evidenció que, si bien el SCCALL no cubre la totalidad de la demanda hídrica escolar, su valor estratégico radica en la articulación entre desempeño técnico, organizativo comunitario y procesos pedagógicos. Esta integración permitió que la ecotecnología se incorporara de manera efectiva en la dinámica escolar y comunitaria, consolidando a la escuela como un espacio de gestión hídrica situada en un contexto de escasez estructural.

El volumen captado y la cobertura de demanda permiten valorar la eficiencia técnica del SCCALL. Con 136,52 m² de captación, 830 mm de precipitación media anual y un Kc de 0.90 (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua et al., 2022), se estima un potencial anual de 91,738 litros, equivalente a un promedio mensual de 7,645 litros, condicionados por la estacionalidad de las lluvias (véase Tabla 2).

La demanda proyectada para cubrir los usos prioritarios escolares, uso en sanitarios y lim-

pieza de aulas, considerados servicios básicos, asciende a 54,482 litros anuales, lo que representa una media de 4,540 litros mensuales. Bajo estas condiciones, el SCCALL ofrece una cobertura potencial del 59.4% de la demanda anual, porcentaje significativo en un contexto caracterizado por la discontinuidad del servicio hídrico.

No obstante, los balances mensuales muestran que, durante la temporada de lluvias, el sistema genera excedentes que no pueden aprovecharse debido a la limitada capacidad de almacenamiento instalada (1,300 L: 1,100 L de tanque principal + 200 L del dispositivo de primeras lluvias DPLL) (véase Figura 3). Esta limitación responde a que el SCCALL fue autofinanciado por la comunidad, lo que restringe la posibilidad de instalar un sistema de mayor volumen. En contraparte, durante los meses de estiaje se evidencian déficits estructurales que obligan a complementar con otras fuentes de abastecimiento (véase Figura 4).

Figura 3

Capacidad de almacenamiento instalada del SCCALL (1,300 L en total: 1,100 L del tanque principal y 200 L del dispositivo de primeras lluvias)



Fuente: Imagen compartida por el CCEA (2025).

En contraparte, durante los meses de estiaje se evidencian déficits estructurales que obligan

Tabla 2
 Balance hídrico mensual del SCCALL en la Escuela Primaria Rural
 Multigrado “Cuauhtémoc”, El Chivatillo, Cocula, Jalisco (2025)

DEMANDA													
NDD		23 personas											
Demanda per cápita		12 lt/hab/día		Notas:									
CAPTACIÓN				Actual									
Área de Captación		136.52		Precipitación media acumulada (litros)					830				
Coeficiente de escurrimiento		0.9		Potencial de Captación Acumulada (litros)					91,738				
Coeficiente de seguridad		0.9		Demanda Media Acumulada (litros)					54,482				
Almacenamiento				Excedencias Mensuales Acumuladas (litros)					59,834				
Máxima capacidad (=g+20%)		1,560 litros		Demanda Cubierta Acumulada (litros & (%))					54,482				
Capacidad de Diseño		1,300 litros							100%				
Mes	Precipitación Media Mensual	Precipitación Media Acumulada	Volumen de captación media mensual	Potencial de Captación Acumulado	Demanda Media Mensual	Demanda Media Acumulada	Almacenamiento al inicio del Periodo	Balance Mensual	Excedencias Mensuales	Excedencias Mensuales Acumuladas	Almacenamiento al final del Periodo	Demanda Cubierta	Demanda Acumulada
	mm	mm	(B*c*d*e)	litros	(a*b*#días)	litros	(= L)	(D+H-F)	(I-g)	litros	(g or min I)	(= F)	litros
Enero	12	12	1,305	1,305	4,637	4,637	1,300	- 2,032	0	0	0	4,637	4,637
Febrero	8	20	863	2,167	5,216	9,853	0	- 4,354	0	-	0	5,216	9,853
Marzo	4	24	442	2,610	5,216	15,070	0	- 4,774	0	-	0	5,216	15,070
Abril	5	28	531	3,141	3,478	18,547	0	- 2,947	0	-	0	3,478	18,547
Mayo	29	57	3,196	6,336	5,216	23,764	0	- 2,021	0	-	0	5,216	23,764
Junio	131	188	14,497	20,833	5,796	29,560	0	8,701	7,401	7,401	1,300	5,796	29,560
Julio	227	416	25,124	45,958	3,188	32,747	1,300	23,236	21,936	29,337	1,300	3,188	32,747
Agosto	179	595	19,827	65,785	580	33,327	1,300	20,548	19,248	48,585	1,300	580	33,327
Septiembre	149	744	16,466	82,250	5,216	38,543	1,300	12,549	11,249	59,834	1,300	5,216	38,543
Octubre	50	794	5,529	87,779	6,376	44,919	1,300	453	0	59,834	453	6,376	44,919
Noviembre	14	808	1,592	89,372	5,216	50,135	453	- 3,171	0	59,834	0	5,216	50,135
Diciembre	21	830	2,366	91,738	4,347	54,482	0	- 1,981	0	59,834	0	4,347	54,482

Fuente: Elaboración propia, con base en metodología (American Rainwater Catchment Systems Association, 2015; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua et al., 2022).

a complementar con otras fuentes de abastecimiento (véase Figura 4).

Con base en los resultados, se confirma que la ineficiencia no radica en el potencial de captación, sino en la capacidad de almacenamiento instalada. El Comité Comunitario Escolar del Agua (CCEA) reconoció esta limitante en los ejercicios de co-diseño y planeación participativa, y exploró dos escenarios como alternativas: a) la incorporación de un módulo adicional de captación en el aula contigua, y b) la instalación de un tanque con mayor capacidad de aproximadamente 5,000 litros. Ambos escenarios fueron discutidos en asamblea, entendidos no como compromisos inmediatos, sino como proyecciones plausibles de mejora para incrementar la cobertura y fortalecer la autonomía hídrica escolar.

El SCCALL constituye una respuesta técnicamente pertinente, aunque parcial, frente a la problemática hídrica local. Su desempeño permite ampliar el acceso al agua en condiciones de limitación estructural, al tiempo que evidencia la necesidad de fortalecer la infraestructura de almacenamiento para mejorar su eficiencia operativa.

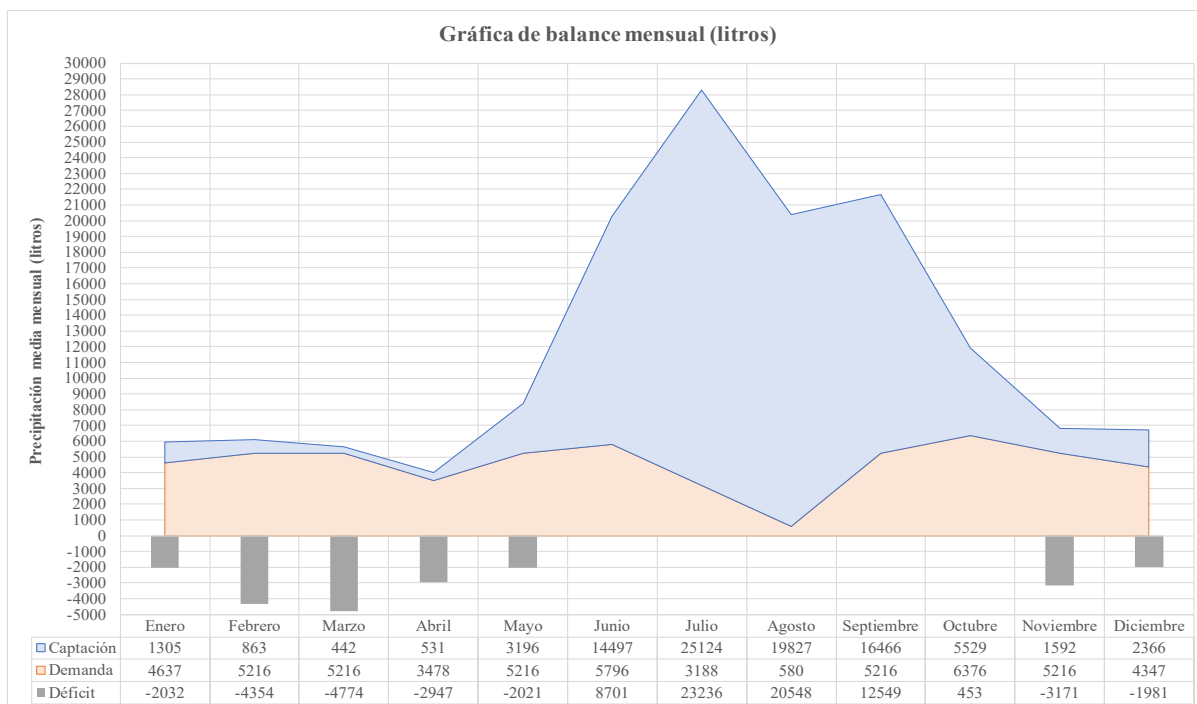
La continuidad del SCCALL depende de la estacionalidad. En las lluvias cubre con amplitud la demanda, pero pierde excedentes por falta de volumen de captación; en estiaje surgen déficits que obligan a usar fuentes externas, reduciendo la autonomía (véase Figura 4).

El análisis del desempeño del SCCALL evidenció que la principal limitante técnica no se encuentra en el potencial de captación de lluvia, sino en la capacidad reducida de almacenamiento instalada en el plantel. Actualmente, el sistema cuenta con un tanque principal de 1,100 litros y un dispositivo de primeras lluvias de 200 litros, sumando apenas 1,300 litros. No obstante, pese a este volumen limitado, el sistema permite atender parcialmente la demanda mediante un uso eficiente del agua, particularmente para servicios específicos durante el ciclo escolar.

La Tabla 3 muestra el balance mensual de captación, demanda y almacenamiento. Durante junio-septiembre, cuando la precipitación acumulada permitió captar hasta 25,124 litros en un solo mes (julio), el sistema alcanzó rápidamente su límite de almacenamiento, generando excedencias superiores a los 20,000 litros que no pu-

Figura 4

Balance hídrico mensual del SCCALL en la Escuela “Cuauhtémoc”, El Chivatillo (2025). La gráfica evidencia excedentes en lluvias y déficits en estiaje, condicionados por la limitada capacidad de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia con base en balances hídricos.

dieron aprovecharse debido a la insuficiencia de infraestructura para su resguardo. En contraste, durante los meses de enero a mayo, así como en noviembre y diciembre, el volumen captado se

agotó por completo, registrándose déficits mensuales que oscilaron entre -2,000 y -4,700 litros, situación que obliga a complementar el abasto con fuentes externas.

Tabla 3

Balance de almacenamiento del SCCALL en la Escuela “Cuauhtémoc”, El Chivatillo (2025). La tabla evidencia cómo la capacidad instalada (1,300 L) condiciona la captación, demanda y continuidad del servicio hídrico escolar

Mes	Precipitación Media Mensual (mm)	Volumen de captación media mensual (L)	Demanda Media Mensual (L)	Almacenamiento al inicio (L)	Balance Mensual (L)	Excedente mensual (L)	Almacenamiento final (L)	Déficit (L)	Déficit (L)
Enero	12	1,305	4,637	-	-3331.94	0	0	3331.942	-3331.94
Febrero	8	863	5,216	0	-4353.87	0	0	4353.867	-4353.87
Marzo	4	442	5,216	0	-4774.08	0	0	4774.075	-4774.08
Abril	5	531	3,478	0	-2946.81	0	0	2946.81	-2946.81
Mayo	29	3,196	5,216	0	-2020.60	0	0	2020.603	-2020.6
Junio	131	14,497	5,796	0	8701.20	7401.19532	1300	0	0
Julio	227	25,124	3,188	1,300	23236.25	21936.24864	1300	0	0
Agosto	179	19,827	580	1,300	20547.61	19247.60916	1300	0	0
Septiembre	149	16,466	5,216	1,300	12549.14	11249.14068	1300	0	0
Octubre	50	5,529	6,376	1,300	453.46	0	453.46	0	0
Noviembre	14	1,592	5,216	453	-3170.57	0	0	3170.571	-3170.57
Diciembre	21	2,366	4,347	0	-1980.56	0	0	1980.562	-1980.56

Fuente: Elaboración propia con base en balances mensuales.

Para la representación sintética de los datos de la Tabla 3, se integró la Figura 5, donde se aprecia que:

- a. La línea verde del almacenamiento final se mantiene cercana a la línea de capacidad (1,300 L) en temporada de lluvias, sin posibilidad de aprovechar los volúmenes excedentes.
- b. Durante los meses de estiaje, las columnas rojas muestran déficits persistentes que afectan directamente la operación y usabilidad escolar.

En los espacios de planeación participativa, el Comité Comunitario Escolar del Agua (CCEA) identificó esta limitante y la discutió en asamblea, reconociendo que, sin ampliar la infraestructura de almacenamiento, cualquier incremento en la captación seguiría resultando insuficiente. Como escenarios de mejora, se plantearon dos alternativas: a) la incorporación de un módulo adicional de captación en el aula contigua, y b) la instalación de un tanque con capacidad aproximada de 5,000 litros. Ambas propuestas fueron valoradas

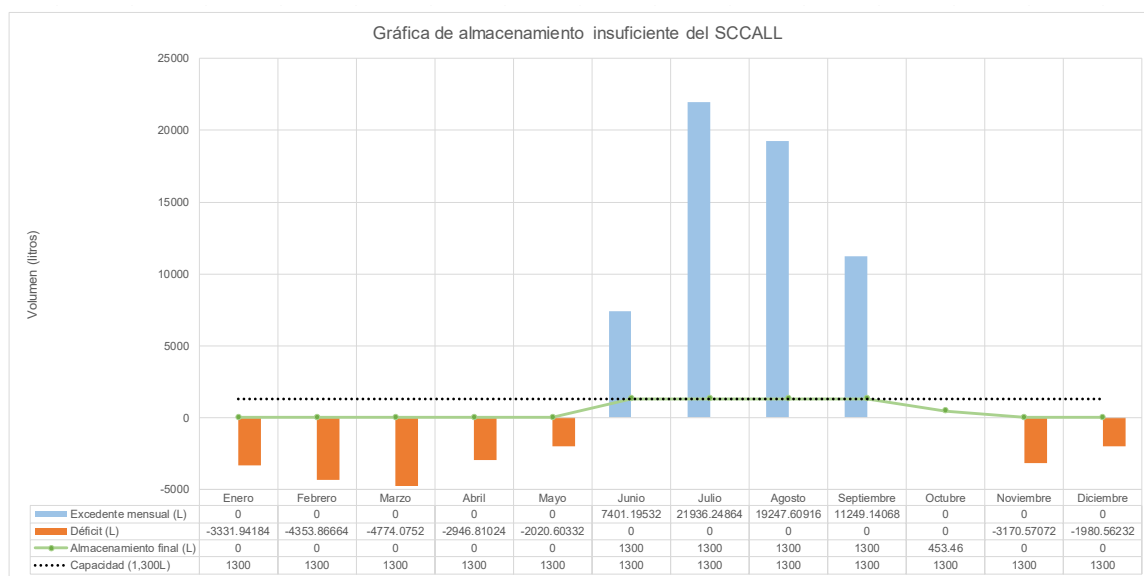
no como compromisos inmediatos, sino como proyecciones plausibles que permitan elevar la cobertura, reducir la dependencia de fuentes externas y fortalecer la autonomía hídrica escolar.

En este contexto, el almacenamiento condiciona directamente el aprovechamiento de los volúmenes captados durante el temporal de lluvias y la continuidad del servicio en periodos de estiaje, por lo que su fortalecimiento constituye una línea estratégica para mejorar el desempeño operativo del sistema.

La calidad del agua es un componente clave para la sustentabilidad del SCCALL. Los valores de turbidez (0.45–2.53 NTU) se mantuvieron dentro de los parámetros establecidos por la NOM-127-SSA1-2021 (Diario Oficial de la Federación, 2022), a diferencia de los arroyos locales, que presentan niveles significativamente superiores (véase Tabla 4). Esta diferencia refuerza su legitimidad como solución comunitaria y pedagógica.

Para la representación sintética de los datos de la Tabla 4, se desarrolló la Figura 6, donde se aprecian los valores comparativos de manera gráfica, en donde se destacan valores por debajo

Figura 5
Esquema de almacenamiento del SCCALL. La gráfica muestra la capacidad límite (1,300 L) y sus efectos: excedentes por derrame y déficits de demanda



Fuente: Elaboración propia con base en balances mensuales (2025).

Tabla 4
Comparación de turbidez del SCCALL y arroyos locales de El Chivatillo (2025). La tabla contrasta los rangos registrados con la norma y observaciones comunitarias

Fuente de agua	Rango de turbidez (NTU)	Condición de aptitud según NOM-127-SSA1-2021 (≤ 5 NTU)	Observación comunitaria
SCCALL	0.45 - 2.53	Adecuada para usos escolares no potables	Agua clara, monitoreo participativo de estudiantes y docentes.
Arroyo El Peñón	18-22	Inadecuada sin tratamiento (moderada turbidez)	Fuente cercana, usada para recreación, regadíos y ocasionalmente para consumo de animales
Arroyo Las Goteras	159-190	Crítica, inadecuada para cualquier uso escolar	Se identificó riesgo sanitario, se recomendó evitar contacto de niños.

Fuente: Elaboración propia con registros comunitarios (2025).

de la norma y aquellos que están sobre los parámetros adecuados de turbidez.

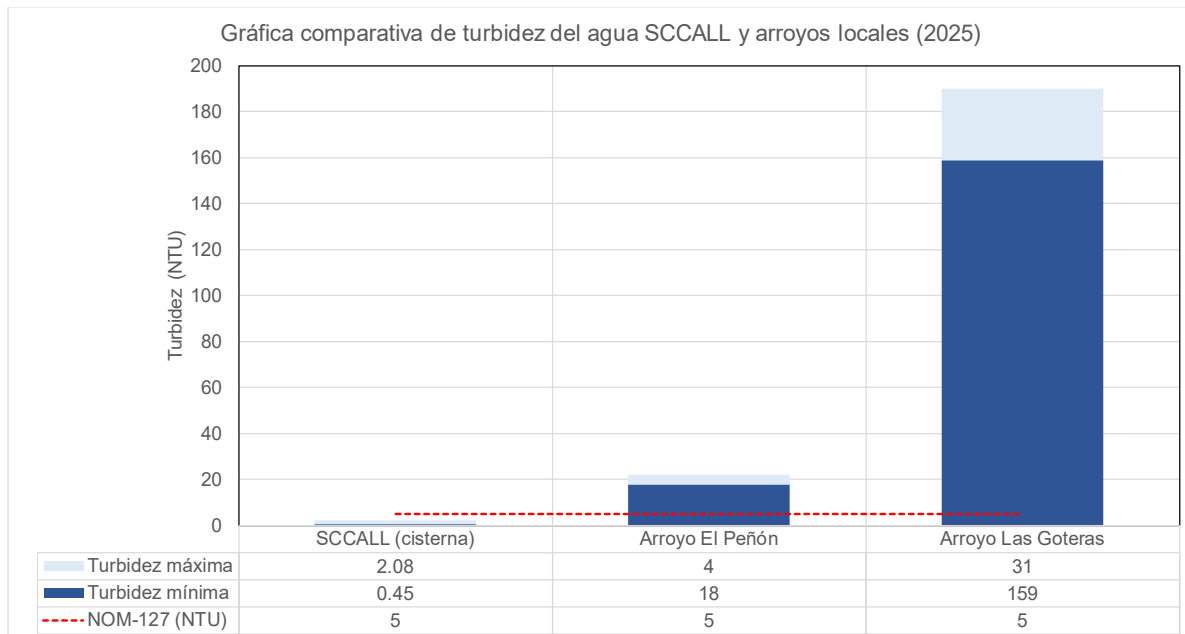
Las mediciones de turbidez con kits portátiles fueron un ejercicio de apropiación social del conocimiento. Estudiantes y docentes comprendieron la importancia de la calidad del agua, consolidando al SCCALL como recurso pedagógico vivo, además de infraestructura técnica.

En suma, los resultados de turbidez muestran que el SCCALL proporciona agua de lluvia con

parámetros adecuados para sus usos proyectados, evitando la exposición a fuentes contaminadas y fortaleciendo la seguridad hídrica escolar. Al mismo tiempo, este indicador se convierte en un instrumento de educación ambiental y de validación comunitaria, integrando ciencia ciudadana y gestión local en la operación cotidiana del sistema.

Más allá de lo técnico, la viabilidad del SCCALL se basó en la organización comunitaria.

Figura 6
Comparación de turbidez en el SCCALL y arroyos de El Chivatillo (2025). El SCCALL mantiene valores dentro de norma, mientras las fuentes superficiales superan ampliamente los límites, confirmando su pertinencia escolar



Fuente: Elaboración propia con registros comunitarios.

Participación, CCEA, autogestión y pedagogía transformaron la ecotecnología en un bien común regulado por reglas colectivas y prácticas intergeneracionales.

Los resultados se expresan en cuatro ejes principales: participación comunitaria, consolidación del Comité Comunitario Escolar del Agua (CCEA) como instancia local de gestión, autogestión financiera mediante mecanismos de recaudación, y la transformación pedagógica de la escuela como laboratorio viviente. Cada uno de estos componentes refleja el modo en que el proyecto trascendió la instalación de una ecotecnología para convertirse en un proceso de corresponsabilidad colectiva, donde docentes, estudiantes, madres y padres asumieron roles diferenciados pero complementarios.

La evidencia obtenida en bitácoras de campo, minutas etnográficas (Bitácora y minuta etnográfica DIHS-0020-2025) y observaciones participativas permite documentar que la apropiación del SCCALL no fue únicamente funcional, sino que generó nuevas formas de aprendizaje intergeneracional, liderazgo comunitario y protocolos locales de uso y mantenimiento, consolidando al sistema como un bien común regulado por reglas colectivas (véase Figura 7).

La participación comunitaria fue el pilar central en la apropiación del SCCALL. Durante las jornadas de instalación, que incluyeron la colocación de canaletas, bajantes y tanques de almacenamiento, madres, padres, docentes y estudiantes se organizaron en distintos frentes de trabajo a lo largo de varias jornadas, aportando mano de obra y saberes locales que permitieron reducir costos de implementación. Para la adquisición de equipos y materiales se recurrió a mecanismos de autofinanciamiento comunitario, como la venta de rifas y productos gestionados mediante donaciones de instituciones solidarias, entre ellas el CRIT de Occidente, conformando células de trabajo colaborativas que aseguren la sustentabilidad financiera del proceso y fortalecieron el sentido de corresponsabilidad (véase Figura 8).

Figura 7

Jornada comunitaria de instalación del SCCALL. La imagen muestra la corresponsabilidad intergeneracional y la apropiación de la infraestructura desde su construcción

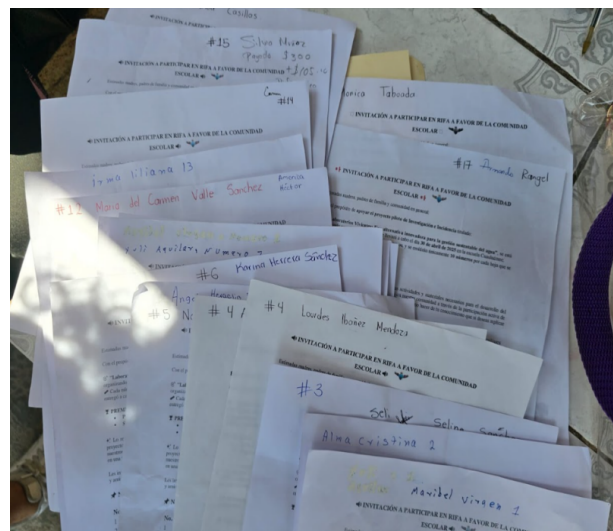


Fuente: Elaboración propia con registros etnográficos.

Nota. Archivo etnográfico (minuta DIHS-0020-2025) del Proyecto Piloto de Investigación e Incidencia.

Figura 8

Estrategias comunitarias de autofinanciamiento. Familias organizadas en rifas y ventas solidarias, apoyadas por donaciones, redujeron costos y fortalecieron la pertenencia





Fuente: Elaboración propia con registros comunitarios.

Nota. Archivo etnográfico (minuta DIHS-0010-2025) del Proyecto Piloto de Investigación e Incidencia.

El sistema dejó así de ser únicamente una infraestructura ecotecnológica para convertirse en un dispositivo comunitario y pedagógico, consolidado a través de acuerdos interinstitucionales y prácticas cotidianas que se extendieron hasta los hogares. En este proceso, niñas y niños no solo hicieron uso del agua almacenada, sino que también participaron en el monitoreo de la infraestructura, colaborando en tareas rutinarias de cuidado, usabilidad y aprendieron a explicar su funcionamiento tanto a sus pares como a sus familiares, convirtiéndose en agentes multiplicadores de conciencia hídrica.

La implementación trascendió la fase constructiva: las familias asumieron compromisos permanentes en la operación cotidiana, como la limpieza del área de captación, el manejo del dispositivo de primeras lluvias y la vigilancia del almacenamiento. Esta corresponsabilidad permitió que el SCCALL se integrara como parte del tejido comunitario, consolidándose como un bien común reconocido, regulado y cuidado colectivamente (véase Figura 9).

Figura 9

Estudiantes en la co-construcción del SCCALL, aportando saberes locales y habilidades técnicas en la instalación de canaletas



Fuente: Elaboración propia con registros etnográficos.

Nota. Archivo etnográfico (minuta DIHS-0016-2025) del Proyecto Piloto de Investigación e Incidencia.

El Comité Comunitario Escolar del Agua (CCEA) emergió como el principal órgano de gobernanza local. Validado en asamblea comunitaria y registrado en minutas, el CCEA definió protocolos para garantizar el uso, la operación y

el mantenimiento del SCCALL. Entre sus funciones destacan la calendarización de actividades para la limpieza, el levantamiento de actas de acuerdos, y la comunicación continua a través de un grupo de WhatsApp, donde se comparten incidencias, acuerdos y recordatorios.

Este comité no solo asumió tareas técnicas, sino que se convirtió en un espacio de formación y organización ciudadana, en el que la comunidad escolar practicó reglas colectivas de manejo de un bien común, alineadas con los principios de gobernanza (Ostrom, 2000). La apropiación del SCCALL como patrimonio colectivo reforzó el sentido de pertenencia y responsabilidad compartida, evitando que el sistema quedara sujeto únicamente a la voluntad de unos pocos actores (véase Figura 10).

Figura 10

Reunión del CCEA en la escuela “Cuauhtémoc”. La imagen evidencia participación e inclusión en la toma de decisiones sobre el SCCALL



Fuente: Elaboración propia con registros etnográficos (2025).

Nota. Archivo etnográfico (minuta DIHS-0020-2025) del Proyecto Piloto de Investigación e Incidencia.

El SCCALL no solo resolvió una carencia material, sino que transformó la escuela en un laboratorio viviente, donde el agua se convirtió en eje pedagógico. Los docentes incorporaron el sistema en clases de ciencias naturales (medición de turbidez, ciclos del agua), matemáticas (cálculos de volúmenes y balances hídricos) y civismo (responsabilidad compartida en el cuidado de los recursos).

Además, se desarrollaron talleres extracurriculares que involucraron a estudiantes en actividades prácticas, como abrir y cerrar válvulas, registrar valores de turbidez empírica y técnica y participar en sesiones de reflexión sobre el derecho humano al agua. Estos procesos consolidaron aprendizajes intergeneracionales y visibilizaron a los niños y niñas como actores centrales de la gestión hídrica comunitaria (véase Figura 11).

Figura 11

Práctica pedagógica con alumnas y alumnos de escuela “Cuauhtémoc”, “determinación empírica de turbidez”, con base en (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua *et al.*, 2022)





Fuente: Elaboración propia con registros etnográficos.

Nota. Archivo etnográfico (minuta DIHS-0025-2025) del Proyecto Piloto de Investigación e Incidencia.

En conjunto, los resultados evidencian que la implementación del SCCALL generó efectos diferenciados en dimensiones técnicas y comunitarias. Mientras que los indicadores hidráulicos permiten valorar su eficiencia operativa, los procesos de participación, organización y uso pedagógico reflejan la apropiación social del sistema, configurando una base sólida para su sustentabilidad en el contexto local (véase Tabla 5).

Los resultados observados en la Tabla 5 se graficaron en la Figura 12, que permite visualizar de manera comparativa la magnitud alcanzada en

cada dimensión institucional-comunitaria. Esta representación gráfica sintetiza los indicadores clave y facilita la lectura integrada de los procesos de participación, gobernanza, autogestión y pedagogía que acompañaron la implementación del SCCALL.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en El Chivatillo confirman que la evaluación de un sistema comunitario de captación de agua de lluvia en contextos rurales no puede reducirse a indicadores hidráulicos, sino que debe comprenderse como un proceso sociotécnico en el que interactúan dimensiones tecnológicas, organizativas y pedagógicas. Si bien el SCCALL presentó una limitación estructural, en su capacidad de almacenamiento, su mayor fortaleza radica en la apropiación comunitaria, la autogestión y su integración en prácticas educativas, lo que permitió su consolidación como un artefacto sociotécnico-pedagógico.

Desde la perspectiva de las transiciones sociotécnicas, el caso de El Chivatillo permite identificar a la escuela rural como un nicho de innovación (Geels, 2002, 2006), en el que una solución técnicamente modesta detona procesos de cambio más amplios al articular actores, conocimientos y prácticas en el territorio. A diferencia de los enfoques tradicionales centrados en in-

Tabla 5
Dimensiones institucional-comunitarias del SCCALL en la Escuela Primaria Rural Multigrado “Cuauhtémoc”, El Chivatillo (2025)

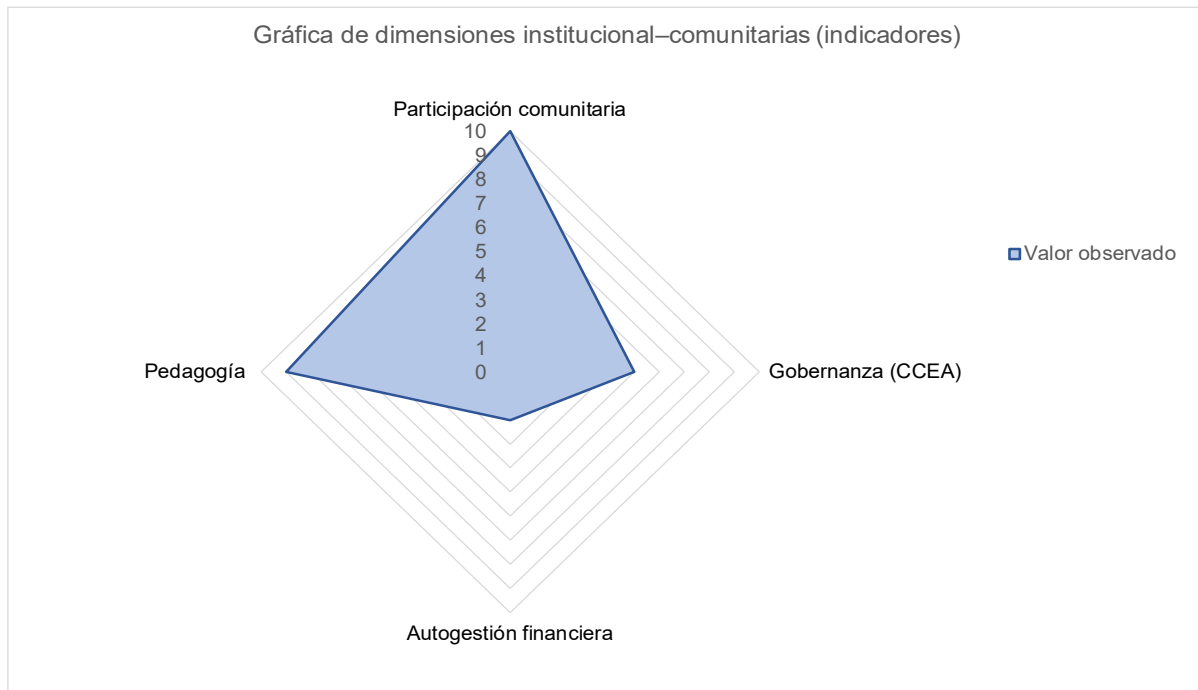
Dimensión	Indicador	Evidencia/documento base	Resultado observado
Participación comunitaria	Número de jornadas de instalación (10)	Bitácoras y minutas 0009, 0011, 0012, 0014, 0015, 0016, 0017, 0018, 0019, 0020.	10 jornadas colectivas con asistencia de ≥ 20 familias
Gobernanza (CCEA)	Número de asambleas validadas	Bitácoras y minutas 0003, 0004, 0005, 0020, 0030	5 asambleas con acuerdos formales y reglas de uso
Autogestión financiera	Recursos recaudados (MXN)	Registros comunitarios, Bitácoras y minutas 0010, 0020	\approx \$9,500 obtenidos en rifas y ventas solidarias
Pedagogía	Actividades pedagógicas vinculadas, Niños/as como multiplicadores	Bitácoras y minutas 0005, 0011, 0012, 0019, 0020, 0023, 0025, 0026, 0027.	9 sesiones integradas a ciencias, matemáticas y civismo, 20 estudiantes documentados explicando el sistema a pares y familias

Fuente: Elaboración propia con registros etnográficos.

Nota. Elaboración propia con base en evidencias etnográficas y registros comunitarios del Proyecto Piloto de Investigación e Incidencia (PPII), bitácoras y minutas etnográficas del ciclo enero-julio 2025.

Figura 12

Dimensiones institucional-comunitarias del SCCALL en la escuela “Cuauhtémoc” (2025). La gráfica resume participación, gobernanza, autogestión y pedagogía, consolidando al sistema como bien común



Fuente: Elaboración propia con registros etnográficos.

Nota. Elaboración propia con base en evidencias etnográficas y registros comunitarios del Proyecto Piloto de Investigación e Incidencia (PPII), bitácoras y minutas etnográficas del ciclo enero-julio 2025.

novaciones de gran escala, este estudio evidencia que las microinnovaciones situadas pueden generar transformaciones significativas cuando se sostienen en procesos de cocreación y apropiación social.

En términos de gobernanza, la conformación del Comité Comunitario Escolar del Agua (CCEA) materializa los principios de gestión de bienes comunes propuestos por Ostrom (2000), particularmente en lo referente a la construcción de reglas colectivas, el monitoreo social y la corresponsabilidad en el mantenimiento del sistema. Sin embargo, el caso analizado amplía este marco al evidenciar que la sustentabilidad no depende únicamente de la organización comunitaria, sino de su articulación con procesos pedagógicos que fortalecen la internalización del cuidado del recurso.

Así mismo, el enfoque del laboratorio viviente permitió que la innovación se configurara como un proceso dinámico de experimentación en contexto real, donde la comunidad no solo participa, sino que co-diseña, implementa y evalúa la solución. En concordancia con la perspectiva de la cuarta hélice (Ståhlbröst & Holst, 2012), el conocimiento se produce de manera horizontal, integrando saberes técnicos y locales en un mismo proceso.

El principal aporte del estudio radica en evidenciar que la dimensión pedagógica opera como un motor de sustentabilidad en las transiciones sociotécnicas rurales. La incorporación del SCCALL en el currículo escolar, junto con las prácticas como la medición de la turbidez en el agua, se constituyó en un proceso de aprendizaje intergeneracional que transformó la tecnología en un dispositivo de formación, en el cual niñas y niños

se configuran como agentes de cambio activos en la gestión sustentable del agua. Este hallazgo amplía los enfoques tradicionales al posicionar la educación no solo como un componente complementario, sino como eje estructurante de la sustentabilidad.

En este sentido, el caso de El Chivatillo demuestra que los laboratorios vivientes escolares pueden configurarse como plataformas estratégicas de innovación territorial, capaces de articular infraestructura, gobernanza y pedagogía en contextos de alta vulnerabilidad hídrica.

CONCLUSIONES

La implementación del Sistema Comunitario de Captación de Agua de Lluvia (SCCALL) en la Escuela Primaria Rural Multigrado “Cuauh-témoc” demuestra que las ecotecnologías, aun siendo técnicamente modestas, pueden detonar procesos de transformación estructural cuando se integran en dinámicas de corresponsabilidad comunitaria y aprendizaje situado.

En términos técnicos, el sistema evidenció un potencial significativo de captación capaz de cubrir más de la mitad de la demanda escolar, así como una calidad de agua superior a las fuentes superficiales locales; no obstante, su desempeño se encuentra condicionado por la limitada capacidad de almacenamiento, lo que representa el principal desafío para su optimización.

En el ámbito comunitario, la conformación del Comité Comunitario Escolar del Agua consolidó mecanismos locales de gobernanza, autogestión y regulación colectiva, dotando al sistema de legitimidad social y viabilidad operativa. De manera complementaria, la integración del SCCALL en el ámbito pedagógico transformó a la escuela en un laboratorio viviente, donde el conocimiento se construye de manera situada y se reproduce en la comunidad, fortaleciendo procesos intergeneracionales de aprendizaje.

El principal aporte del estudio radica en demostrar que la sustentabilidad de las transiciones sociotécnicas en contextos rurales no depende

exclusivamente de la eficiencia tecnológica ni de la organización comunitaria, sino de la articulación de ambas con la dimensión pedagógica como eje estructurante. En este sentido, los laboratorios vivientes escolares emergen como modelos replicables de innovación territorial, con potencial para fortalecer la resiliencia hídrica, la participación social y la gestión sustentable del agua en contextos del Sur global.

REFERENCIAS

- American Rainwater Catchment Systems Association (2015). Rainwater harvesting manual (1st edition). <https://arcsainternational.org/>
- Comisión Nacional del Agua (2020, diciembre 20). Programa Nacional Hídrico PNH 2020-2024, gob.mx: <http://www.gob.mx/conagua/documentos/programa-nacional-hidrico-pnh-2020-2024>
- Corona Berkin, S. (2020). Producción horizontal del conocimiento (1.ª ed., Vol. 7). transcript Verlag / Bielefeld University Press. <https://doi.org/10.14361/9783839449745>
- Creswell, J. W. & Plano Clark, V. L. (2018). Designing and conducting mixed methods research (Third Edition). SAGE.
- Diario Oficial de la Federación (2022, mayo 2). NORMA Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. *Límites permisibles de la calidad del agua*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5650705&fecha=02/05/2022#gsc.tab=0
- European Network of Living Labs (2023). Annual Report 2023. European Network of Living Labs (ENoLL). <https://enoll.org/publication/2023-activity-report/>
- Fals-Borda, O. (1987). The Application of Participatory Action-Research in Latin America. *International Sociology*, 2(4), 329-347. <https://doi.org/10.1177/026858098700200401>
- Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31(8-9), 1257-1274. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
- Geels, F. W. (2006). Multi-Level Perspective on System Innovation: Relevance for Industrial Trans-

- formation. En X. Olsthoorn & A. J. Wiczorek (Eds.), *Understanding Industrial Transformation* (Vol. 44, pp. 163-186). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/1-4020-4418-6_9
- Guber, R. (2011). *La Etnografía: Método, Campo y Reflexividad*. Siglo XXI Editores.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Téllez Quintanar, C., Mocva Kurek, R. K., González Correa, C. & Centeno Álvarez, J. C. (2022). ¿Cómo hacer un Sistema de Captación de Agua de Lluvia (SCALL) en mi escuela? (2022.^a ed.). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. <https://doi.org/10.24850/b-imta-2022-06>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2024). ¿Qué hay en las localidades rurales de México? (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/889463915119.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2020). Censo de Población y Vivienda (CPV) 2020. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Jalife Acosta, S., Quiroa Herrera, J., Villanueva Solís, J., Universidad Autónoma de Coahuila & Universidad Autónoma de Coahuila (2018). Captación de agua de lluvia: Tipos, componentes y antecedentes en zonas áridas de México, como estrategia de uso sustentable del agua. *Vivienda y Comunidades Sustentables*, (3), 63-85. <https://doi.org/10.32870/rvcs.voi3.32>
- Nelson, H. G. & Stolterman, E. (2024). *El camino del diseño: Cambio intencional en un mundo invisible* (L. Lecuona, Trad.; Primera edición en libro electrónico). Fondo de Cultura Económica: Conahcyt. <https://www.fondodeculturaeconomica.com/Ficha/9786071685728/F>
- Ostrom, E. (2000). *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press.
- Ståhlbröst, A. & Holst, M. (2012). *The Living Lab Methodology Handbook*. Luleå University of Technology. https://www.nmi.is/static/files/Vefverslun/Stjornun_og_rekstur/livinglabs-methodologybook_web.pdf

Financiamiento.

La presente investigación no recibió financiamiento específico.

Conflicto de interés.

Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación con la investigación, la autoría y/o la publicación del presente artículo.

Uso de inteligencia artificial.

Los autores declaran que no se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa en la elaboración del manuscrito o, en su caso, que su uso se limitó exclusivamente al apoyo lingüístico y de redacción, manteniendo en todo momento la responsabilidad sobre el contenido y las conclusiones del trabajo.

Contribución de autoría.

Los autores participaron en la conceptualización, desarrollo, análisis y redacción del manuscrito, de conformidad con los principios de la taxonomía CRediT (Contributor Roles Taxonomy), y aprobaron la versión final para su publicación.

Análisis y optimización del uso del recurso hídrico en edificios escolares de San Juan, Argentina

Analysis and optimization of water resource use in school buildings in San Juan, Argentina

DOI: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i20.343>

MARÍA CELINA MICHAUX

IRPHa-CONICET, Argentina. ORCID: 0000-0003-0347-6402
Correo electrónico: celinamichaux@faud.unsj.edu.ar

MARÍA GUILLERMINA RE

IRPHa-CONICET, Argentina. ORCID: 0000-0002-3109-7138
Correo electrónico: guillerminare@faud.unsj.edu.ar

Recepción: 24 de octubre de 2025. Aceptación: 13 de mayo de 2026.

RESUMEN

El estudio analiza el uso del recurso hídrico en dos escuelas del Área Metropolitana de San Juan y propone estrategias de mejora para reducir el consumo en un contexto árido, contribuyendo a la eficiencia hídrica. Se aplicó un enfoque mixto (cuali-cuantitativo) basado en la Metodología de Evaluación y Calificación Ambiental, estructurado en tres etapas: análisis documental de modelos de certificación de sustentabilidad para escuelas, auditorías técnicas in situ en los edificios seleccionados y formulación de propuestas de optimización, complementadas con un análisis costo-beneficio simplificado para evaluar su viabilidad económica. Los resultados evidencian un desempeño hídrico deficiente en ambas escuelas, con ausencia de monitoreo, reutilización de agua y riego eficiente, aunque se identificó un potencial de ahorro anual significativo de 4,1 millones de litros en el Colegio Central Universitario y 11,8 millones en el Colegio N.º 1 de Rawson. Asimismo, el análisis económico permitió identificar que las medidas de bajo costo y rápida implementación presentan los mejores niveles de costo-efectividad, mientras que aquellas de mayor inversión

ABSTRACT

This study analyzes water resource use in two schools in the San Juan Metropolitan Area and proposes improvement strategies to reduce consumption in an arid context, contributing to water efficiency. A mixed-methods (qualitative and quantitative) approach was applied, based on the Environmental Assessment and Rating Methodology, structured in three stages: documentary analysis of sustainability certification models for schools, on-site technical audits of the selected buildings, and formulation of optimization proposals, complemented by a simplified cost-benefit analysis to assess their economic viability. The results show poor water management performance in both schools, with a lack of monitoring, water reuse, and efficient irrigation, although significant potential for annual savings of 4.1 million liters was identified at the Central University School and 11.8 million liters at School No. 1 in Rawson. Furthermore, the economic analysis identified that low-cost, rapidly implementable measures offer the best cost-effectiveness, while those requiring greater investment acquire strategic importance due to their significant impact

adquieren un carácter estratégico por su alto impacto en el ahorro hídrico. El trabajo aporta valor al validar la Metodología de Evaluación y Calificación Ambiental como herramienta de diagnóstico, planificación y priorización de intervenciones en contextos áridos, cubriendo un vacío de estudios sobre eficiencia hídrica en escuelas. En conclusión, se demuestra que la implementación de medidas simples y económicamente viables puede generar un alto impacto en la reducción del consumo, fortaleciendo la gestión sostenible del agua y la educación ambiental escolar.

Palabras clave: edificio educativo, recurso hídrico, auditoría escolar, gestión sostenible del agua, eficiencia hídrica.

INTRODUCCIÓN

Las problemáticas vinculadas al agua constituyen uno de los principales desafíos del siglo XXI, en tanto su disponibilidad y distribución desigual afectan de manera creciente a los sistemas naturales y antrópicos (Khilchevskyi, 2020). Esta situación responde a la convergencia de factores climáticos, hidrológicos, socioeconómicos y territoriales, como el crecimiento demográfico, los cambios en los patrones de consumo y las limitaciones en la infraestructura de abastecimiento, en un contexto donde el cambio climático intensifica la variabilidad del ciclo hidrológico y la frecuencia de eventos extremos como sequías e inundaciones (UNESCO, 2024; Lai, 2020; IPCC, 2022; Naciones Unidas, 2021). En este marco, la escasez hídrica no debe entenderse únicamente como un déficit físico del recurso, sino como una condición de vulnerabilidad socioambiental resultante de la interacción entre disponibilidad, demanda y capacidad de gestión, reforzada por un sistema de retroalimentación entre agua y clima que amplifica los impactos del cambio climático y compromete tanto la cantidad como la calidad del recurso, afectando funciones ecosistémicas, productivas y de habitabilidad (Mahato et al., 2022).

En regiones áridas, como San Juan, esta situación adquiere mayor complejidad debido a

on water conservation. This work adds value by validating the Environmental Assessment and Qualification Methodology as a diagnostic, planning, and prioritization tool for interventions in arid contexts, filling a gap in studies on water efficiency in schools. In conclusion, it is demonstrated that the implementation of simple and economically viable measures can generate a significant impact on reducing consumption, strengthening sustainable water management and environmental education in schools.

Keywords: educational building, water resources, school audit, sustainable water management, water efficiency.

la dependencia del deshielo cordillerano, lo que introduce una alta variabilidad interanual y una creciente incertidumbre, requiriendo enfoques de gestión integrales que articulen dimensiones técnicas, sociales y de gobernanza para garantizar un uso eficiente y equitativo del recurso (Secretaría de Agua y Energía, 2023; Schmidt, 2022; Ballari y Cortizas, 2023).

Los edificios representan una fracción significativa del consumo de agua a nivel global, con valores entre el 25% y el 33% del total extraído, dependiendo del contexto (Flores y Ghisi, 2022). Dentro de este sector, los establecimientos educativos constituyen espacios estratégicos, no solo por su demanda hídrica asociada al uso intensivo de sus instalaciones, sino también por su rol en la formación de hábitos y prácticas sostenibles. Sin embargo, diversos estudios evidencian que muchas escuelas carecen de infraestructura adecuada para el uso eficiente del agua y presentan limitaciones en términos de monitoreo, reutilización y gestión del recurso (Antunes y Ghisi, 2020; UNICEF, 2018).

En este sentido, los edificios escolares ubicados en contextos áridos pueden ser considerados como sistemas particularmente vulnerables, debido a la combinación de condiciones climáticas restrictivas, elevada demanda y limitaciones operativas (IPCC, 2022). Esta situación los posiciona como casos relevantes para el análisis y la imple-

mentación de estrategias de eficiencia hídrica, capaces de reducir el consumo y aumentar la resiliencia frente a escenarios de escasez. Como complemento, se observa una creciente tendencia hacia la optimización del uso de los recursos hídricos en edificios educativos, impulsada tanto por la necesidad de reducir la demanda de agua potable como por el rol estratégico de las escuelas en la formación de hábitos sostenibles.

En respuesta a esto, diversas metodologías de evaluación ambiental han incorporado criterios específicos orientados al uso eficiente del agua, promoviendo la adopción de tecnologías, sistemas de reutilización y prácticas de gestión sostenible (Masía et al., 2020). En esta línea, la Metodología de Evaluación y Calificación Ambiental (MECSA), desarrollada en el ámbito de la investigación aplicada, propone un conjunto de indicadores que permiten diagnosticar el desempeño hídrico de los edificios y orientar la toma de decisiones.

Asimismo, la vulnerabilidad hídrica en regiones áridas no responde únicamente a la escasez física del recurso, sino a la interacción entre condiciones climáticas, presión sobre la demanda y limitaciones en los sistemas de gestión. Estos territorios presentan balances hídricos deficitarios, alta variabilidad interanual y una fuerte dependencia de fuentes externas como el deshielo, lo que incrementa su exposición frente al cambio climático (IPCC, 2022).

La implementación de ecotecnias, como la reutilización de aguas grises (AG) y la captación de agua de lluvia, constituye una alternativa relevante para reducir la dependencia del suministro central y mejorar la seguridad hídrica urbana, aunque su efectividad depende de su escala de aplicación, su impacto en el ciclo hidrológico local y su viabilidad económica, especialmente en edificios públicos con restricciones presupuestarias (Rodrigues et al., 2023; Ghisi y Freitas, 2024). En particular, la captación de agua pluvial (AP), si bien contribuye a disminuir la demanda de red, puede modificar los flujos de escorrentía, por lo que requiere evaluaciones contextualizadas y condiciones adecuadas de financiamiento, man-

tenimiento y respaldo institucional (Teston et al., 2024; Ogunnaike et al., 2025).

En el caso de San Juan, estas estrategias presentan un desarrollo incipiente en el sector educativo, limitándose a experiencias puntuales, aunque antecedentes nacionales e internacionales evidencian su potencial en contextos áridos, especialmente cuando se integran con políticas de gestión y monitoreo del recurso, lo que refuerza la necesidad de estudios aplicados que aborden simultáneamente su desempeño técnico, viabilidad económica e implementación institucional (Antunes y Ghisi, 2020; Campisano et al., 2017).

El presente trabajo tiene como objetivo analizar el uso del recurso hídrico en dos escuelas del Área Metropolitana de San Juan (AMSJ), de distinta tipología y año de construcción, a partir de la aplicación de la categoría Agua de la metodología MECSA. En particular, se busca identificar las principales características del consumo hídrico y evaluar estrategias de mejora, rehabilitación y optimización en un contexto de aridez. El estudio busca responder: ¿cuáles son las características del consumo hídrico en las escuelas del AMSJ? y ¿qué acciones de mejora, rehabilitación y optimización pueden aplicarse en un contexto de aridez?

METODOLOGÍA

Para cumplir el objetivo, se adoptó una metodología mixta, cuali-cuantitativa, propia de una investigación aplicada y basada en el estudio de caso. Se seleccionaron dos escuelas representativas por su organización funcional y tecnología constructiva, indagando en el uso del agua en cada una. La metodología se organizó en tres etapas secuenciales y complementarias.

En la primera etapa, analítica-descriptiva, se analizaron los Modelos de Certificación de Sustentabilidad para Escuelas (MCS-E) con el objetivo de identificar las principales variables e indicadores asociados al uso eficiente del agua. Se relevaron un total de 10 modelos internacionales, a partir de los cuales se sistematizaron 51 créditos vinculados a la categoría agua. Estas va-

riables fueron agrupadas en criterios comunes que posteriormente fueron comparados con los indicadores de la metodología MECSA. Este análisis permitió establecer correspondencias conceptuales y operativas, definiendo los criterios adoptados en la evaluación de los casos de estudio. Para la sistematización se aplicaron técnicas de análisis documental y fichaje, procesando los datos en planillas de Excel.

En la segunda etapa, de auditoría, se aplicaron los criterios de la categoría Agua de MECSA a los dos casos seleccionados, con el fin de caracterizar el uso hídrico y establecer comparaciones. Las auditorías se realizaron entre 2022 y 2023, en diferentes temporadas del ciclo lectivo.

En la tercera etapa, a partir de los resultados, se propusieron líneas de acción para optimizar el recurso en edificios educativos y, como complemento, se incorpora un análisis económico simplificado con el objetivo de evaluar la viabilidad de las estrategias planteadas. Este enfoque permite establecer una herramienta comparativa para la toma de decisiones en contextos escolares públicos, caracterizados por restricciones presupuestarias y la necesidad de intervenciones de rápida implementación.

Finalmente, en el apartado de discusión y conclusiones, se integraron los aspectos conceptuales predominantes para generar una síntesis conclusiva.

CARACTERIZACIÓN HÍDRICA Y CLIMÁTICA

El AMSJ se ubica a 640 msnm, en un entorno árido con clima desértico y escasez de agua superficial (Gobierno de San Juan, 2021). Según la Norma IRAM 11603 (2012), corresponde a la Zona Bioambiental III-a, templada cálida, con amplitudes térmicas superiores a 14 °C. En verano, las temperaturas medias rondan los 26 °C y en invierno los 11 °C, con precipitaciones anuales reducidas (×95 mm), concentradas en verano. La radiación solar alcanza valores elevados, con un promedio de 7,33 kWh/m² entre octubre y marzo. El recurso hídrico proviene principalmente del deshielo de nieves y glaciares de la Cordillera de

los Andes, que alimentan las cuencas de los ríos San Juan, Jáchal y Valle Fértil.

Esta limitación hídrica condiciona el desarrollo de los asentamientos, generando economías de oasis en las áreas irrigadas. Considerando este concepto como un modelo de ocupación territorial y desarrollo productivo característico de regiones áridas, donde la disponibilidad de agua condiciona fuertemente la localización de los asentamientos y las actividades económicas. En estas áreas, el recurso hídrico es gestionado mediante sistemas de irrigación que permiten sostener la producción agrícola y el abastecimiento urbano en sectores acotados del territorio, generando una fuerte dependencia del agua proveniente de fuentes externas, como el deshielo cordillerano (Miranda, 2015).

En este esquema, el uso del agua para riego agrícola puede entrar en tensión con el uso público-urbano, especialmente en contextos de escasez hídrica prolongada. Si bien ambos usos suelen gestionarse mediante sistemas diferenciados, la disminución en la disponibilidad total del recurso impacta sobre el conjunto del sistema, evidenciando la necesidad de optimizar el consumo en todos los sectores, incluyendo el edilicio. Desde inicios del siglo XXI, la provincia atraviesa un ciclo seco que afecta la disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas. La temporada 2021–2022 registró los menores escurrimientos desde 1909, configurando una tendencia crítica frente al cambio climático (Secretaría de Agua y Energía, 2023). Esta situación plantea la necesidad de replantear el esquema de uso del recurso en todos los ámbitos.

CASOS DE ESTUDIO

El Colegio Central Universitario Mariano Moreno (CCU) es un establecimiento de educación pública de nivel secundario, construido en 1965 y emplazado en el departamento de Capital, dentro del AMSJ (Figura 1). Dicha institución responde a un prototipo nacional diseñado en el marco del Plan Quinquenal, llevado a cabo en el Gobierno de J. D. Perón. La tipología edilicia de la escuela es la Lineal en Peine, característica de la época

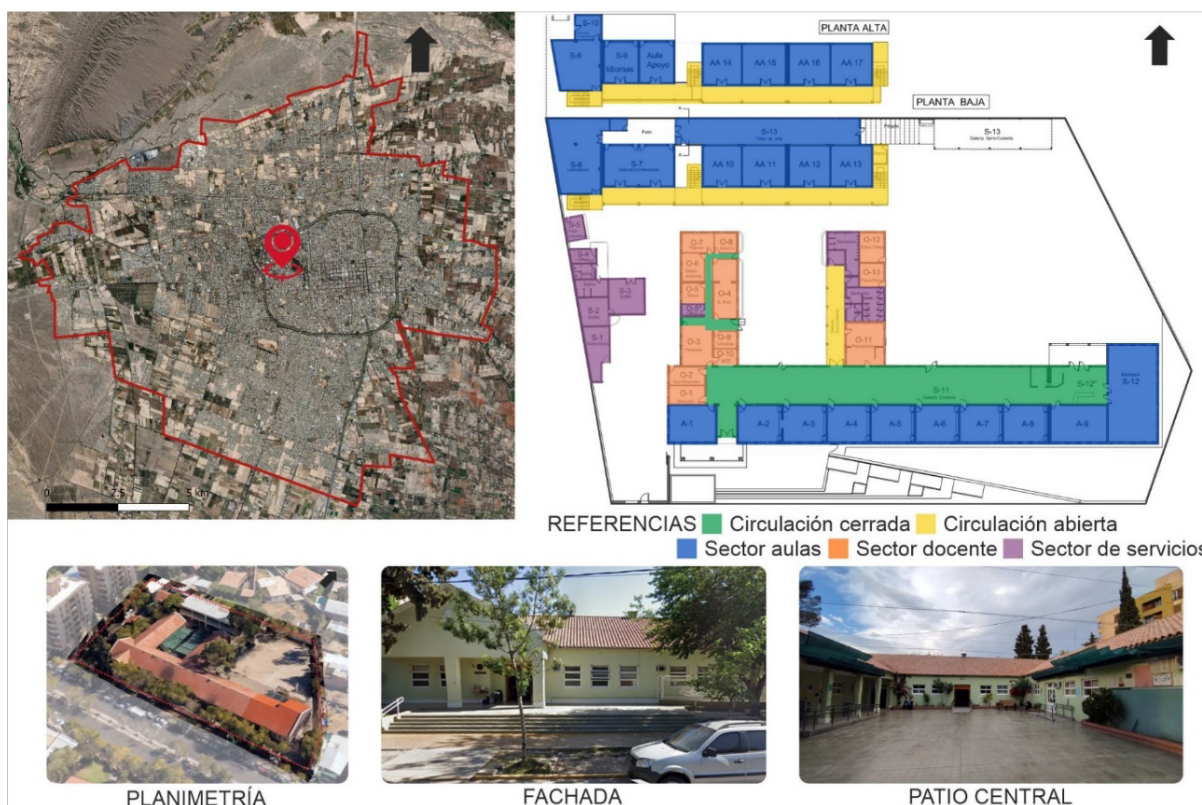
y utilizada en gran parte de las escuelas del país (Ré y Michaux, 2023).

El edificio se desarrolla en planta baja y planta alta y posee una superficie útil de 857 m². El prototipo original cuenta con una circulación cubierta que comunica las aulas orientadas al Sur y el sector docente. Además, dispone de una galería semicubierta que conecta el sector de servicios orientado al Este. La tecnología constructiva es de muros de mampostería de ladrillo macizo de 34 cm de espesor y terminación exterior de revoque, enlucido y pintura. El cerramiento superior es un techo a dos aguas con estructura de madera, cubierta de tejas y cielorraso suspendido. Respecto a las carpinterías, las mismas son de madera con vidrio simple repartido. El sector ampliado vincula las aulas distribuidas en planta baja y primer piso mediante una circulación semicubierta (Ré y Michaux, 2023).

El Colegio Superior N.º 1 de Rawson (CSiR) es un establecimiento de educación pública de nivel secundario, construido en 2005 y emplazado en el departamento de Rawson, dentro del AMSJ (Figura 2). Dicha institución responde a un prototipo nacional diseñado en el marco del Programa Nacional 700 Escuelas, el cual se ejecutó entre 2004 y 2008 en todo el país. En San Juan se edificaron 25 edificios con esta tipología, de los cuales 9 se encuentran ubicados en el AMSJ (Ré, 2017).

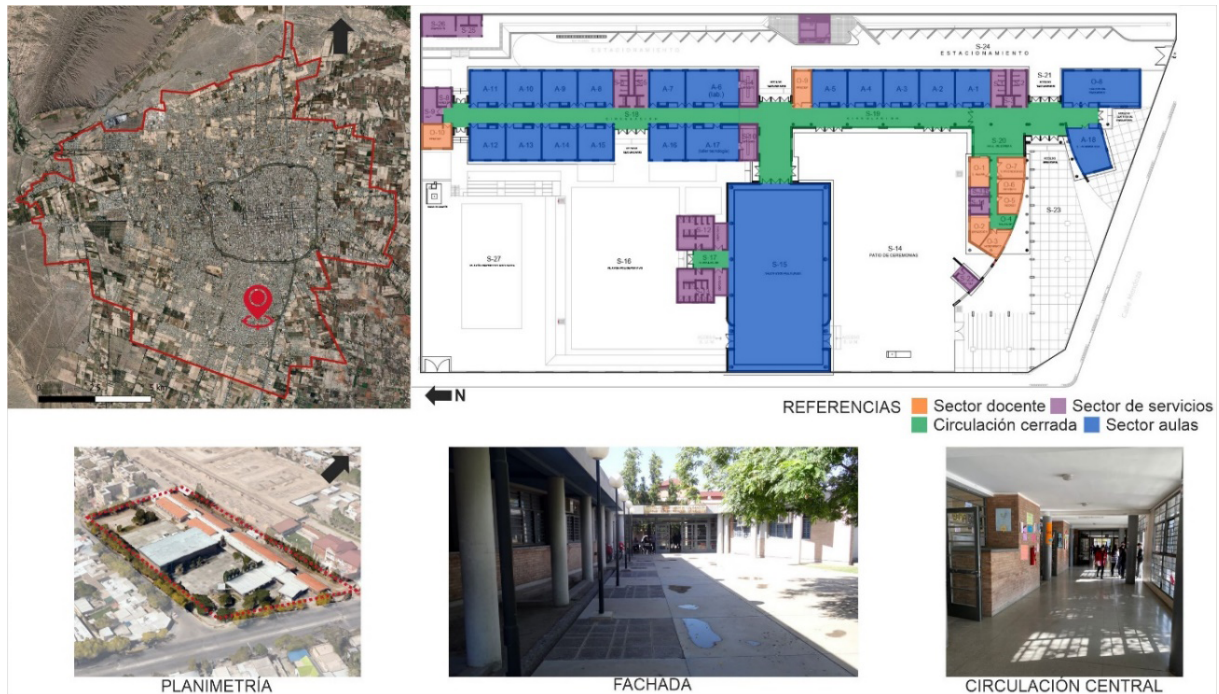
El edificio se desarrolla en planta baja y posee una superficie útil de 3018 m². Respecto a su organización funcional, el mismo se estructura en base a una circulación central que divide el sector de aulas. Además, dicha circulación conecta el SUM y el sector docente orientados al Sur. La envolvente vertical es de mampostería de ladrillón de 30 cm con revoque grueso y fino, mientras que las particiones internas son de mampostería de ladrillón de 20 cm. Para los sectores docentes

Figura 1
CCU, localización en el AMSJ (izq.), organización funcional (der.) e imágenes (abajo)



Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth (2024).

Figura 2
CSiR, localización en el AMSJ (izq.), organización funcional (der.) e imágenes (abajo)



Fuente: Elaboración propia en base a Google Earth (2024a).

se utilizan paneles de yeso. Los techos de las aulas son de losa inclinada; para el SUM se utiliza una estructura metálica con cubierta de chapa y las circulaciones cerradas son de losa plana. Por otra parte, la carpintería de todo el edificio es metálica y los pisos interiores son de granito pulido (Ré, 2017).

RESULTADOS

ETAPA 1. LOS MCS-E Y LA METODOLOGÍA MECSA

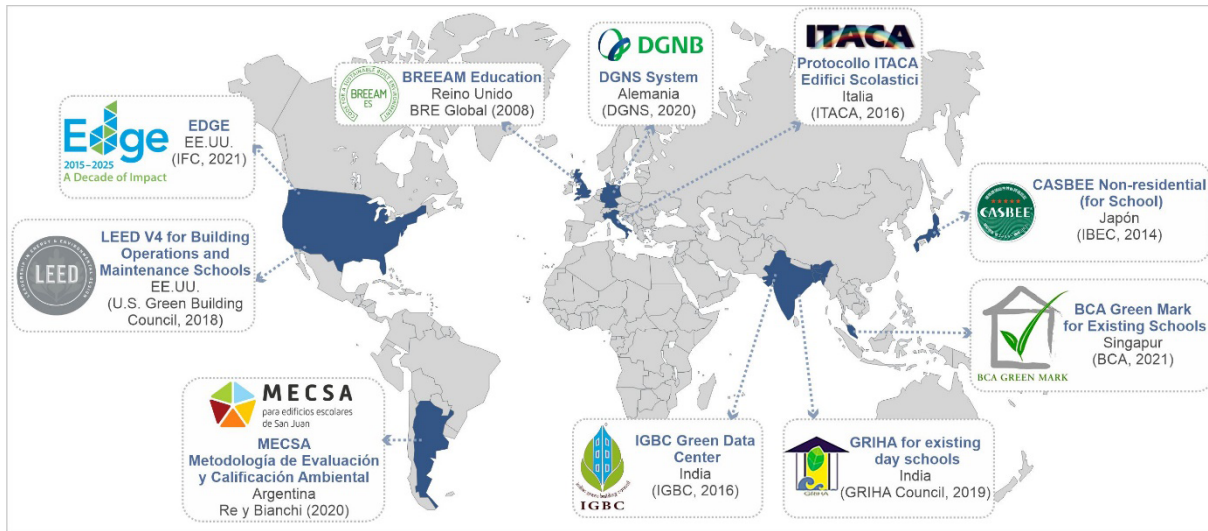
A escala global, los MCS-E incluyen categorías específicas relacionadas con el agua, y otorgan puntos por la aplicación de estrategias que promuevan su conservación y consideren el uso eficiente de la misma como un aspecto clave para evaluar la sustentabilidad de los edificios escolares. En este contexto se realiza un análisis teórico-descriptivo de 10 modelos de certificación y calificación de edificios escolares y se estudian los criterios que componen la categoría Agua en

cada uno de ellos. En todos los casos se utiliza la última versión disponible (ver Figura 3).

La cantidad de MCS-E en el ámbito internacional es sustancial, amplia y en constante crecimiento durante las últimas décadas, variando según el sector y la región. En esta línea, la diversidad de sistemas refleja las distintas necesidades y enfoques hacia la sustentabilidad en los diferentes sectores del ámbito construido; no obstante, son exiguos los modelos con un enfoque específico para escuelas. En cuanto a la cantidad de créditos que integran la categoría Agua, estos representan entre el 5,3% y el 27,3% del total, siendo EDGE (IFC, 2021) quien más créditos posee en la temática (18 de 66) y DGNB (DGNS, 2020) el sistema con menos (2 de 32) (Figura 4).

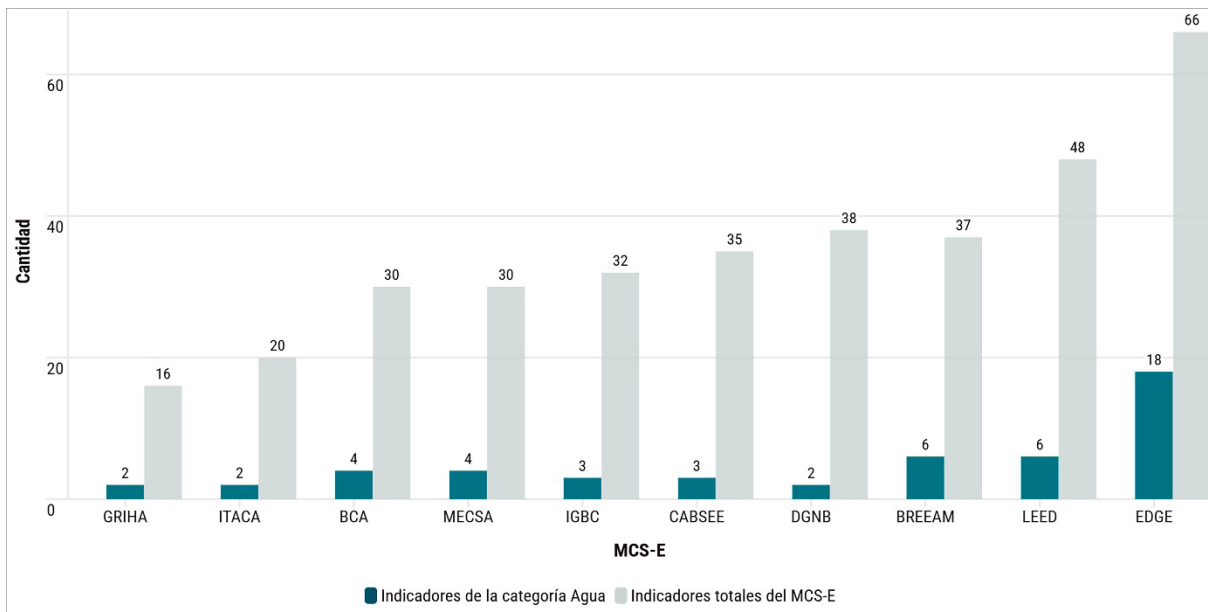
Sin embargo, si se considera la participación relativa de la categoría de agua en comparación con el resto, es decir, el grado de importancia asignado respecto a todo el instrumento de evaluación, se observa que posee un peso entre el 2% y el 33% de acuerdo con el sistema, siendo el valor promedio de 12,5%. En EDGE es donde la

Figura 3
MCS-E analizados

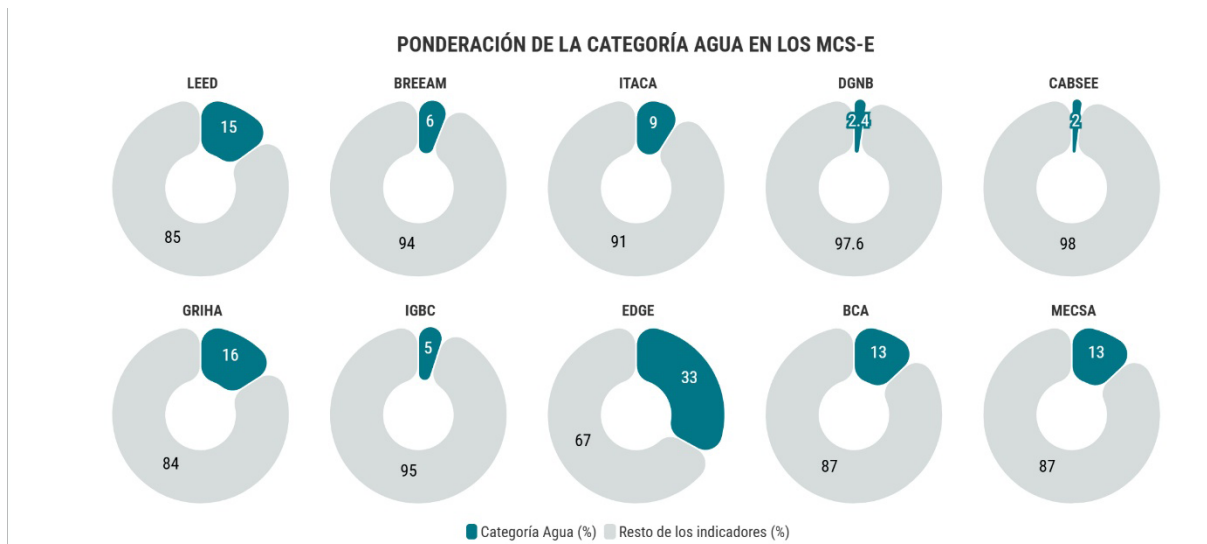


Fuente: Elaboración propia, 2024.

Figura 4
Indicadores en los MCS-E e indicadores de la categoría Agua (sup.) y ponderación de la categoría agua en los MCS-E (inf.)



(Continuación)



Fuente: Elaboración propia, 2024.

categoría en estudio tiene mayor participación respecto al total, mientras que en CASBEE (IBEC, 2014) y DGNB ronda el 2% del total.

A nivel específico, del análisis de los 51 créditos, pertenecientes a los 10 MCS-E, se observa que son 7 los denominadores comunes, presentes en casi la totalidad de certificados. Los criterios de Reutilización y reciclaje de aguas residuales y de Reducción del uso de agua interior son los de mayor predominancia, ya que están presentes en el 80% de los casos. En segundo lugar, se encuentra Medición del uso del agua, en el 60% de los casos. Además, se considera que el certificado más completo es EDGE y BCA Green Mark (BCA, 2021), ya que son los que incorporan mayor cantidad y diversidad de criterios de la temática en estudio (ver Tabla 1).

En Argentina, existe una elevada utilización del servicio de agua potable, el cual supera los valores sugeridos por las Naciones Unidas (2024). Según el Protocolo eSe (Colegio de Arquitectos de Córdoba, 2018), se consumen en los edificios públicos de Argentina casi el doble de la línea de cálculo de referencia. Los Criterios y Normativa Básica de Arquitectura Escolar (Ministerio de Educación, 1998) establecen una disponibilidad de agua potable de 35 litros por alumno y por día, en el turno más desfavorable (sin conside-

rar el uso de comedor, gimnasio, albergue, etc.). Por tal, la disponibilidad de agua potable es resultado de la cantidad de alumnos que utilizan las instalaciones según la propuesta educativa y arquitectónica.

En base a lo mencionado, se detalla cada crédito de la categoría Agua de MECSA. Dicha herramienta integra dos formas de puntuación (Ré y Bianchi, 2020). Por un lado, se encuentra el sistema de “Puntos por sumatoria”, donde la operación algebraica de su nombre permite agregar puntos en base al cumplimiento total, parcial o nulo de cada indicador. Por otro lado, el sistema de “Puntos por rango” posibilita seleccionar un solo puntaje en base al desempeño del crédito. En MECSA, los cuatro criterios de la categoría Agua tienen un puntaje máximo de 4 puntos, lo que indica que ninguno prevalece sobre el otro.

CRITERIO N.º 1 USO RESPONSABLE DEL AGUA

El objetivo es apoyar la gestión del agua e identificar oportunidades de ahorro mediante su seguimiento. Para esto debe asegurarse de que el consumo de agua pueda ser monitoreado y gestionado y, por lo tanto, animar a su reducción. Se fomenta tomar registro de los datos del medidor de forma mensual y su compilación durante, al

Tabla 1
Predominancia de criterios de la categoría agua.

Criterios de la categoría agua	MCS-E									
	LEED (USGBC, 2018)	BREEAM (BRE Global, 2008)	ITACA (2016)	DGNB (DGNS, 2020)	CABSEE (IBEC, 2014)	GRIHA (GRIHA Council, 2019)	IGBC (2016)	EDGE (IFC, 2021)	BCA (2021)	MECSA (Ré y Bianchi, 2020)
Reducción del uso de agua interior	§	§	§	§	§	§			§	§
Reducción del uso de agua al aire libre	§	§	§		§					
Medición del uso del agua	§	§				§	§	§	§	
Reutilización y reciclaje de agua residual		§		§	§	§	§	§	§	§
Uso de fuentes alternativas de agua (ej. lluvia)					§	§		§	§	§
Equipamiento para el ahorro de agua							§	§	§	§
Sistema de riego eficiente								§		§

Fuente: Elaboración propia, 2024.

menos, un año para establecer una línea de base del uso del agua. Los medidores deben calibrarse dentro del intervalo recomendado por el fabricante. Además, cuando haya más de un edificio en el sitio dentro del alcance de la evaluación, cada uno debe medirse por separado. Este criterio promueve las mediciones de AG o AP que se suministren al edificio.

El puntaje asignado a este criterio se establece a partir de dos condiciones principales. En primer lugar, si el edificio escolar cuenta con medidores de agua o aplicaciones que permitan llevar un monitoreo del consumo, se otorga hasta un 50% de la ponderación total del indicador, alcanzando un máximo de 4 puntos. En segundo lugar, si la institución logra un ahorro superior al 20% respecto a los valores establecidos en los Criterios de Arquitectura Escolar (1998), que fijan un consumo de referencia de 35 litros por alumno por día en el turno más desfavorable, se le asigna el 50% restante de la puntuación. De este modo, la combinación de ambas condiciones permite alcanzar el puntaje máximo previsto para este criterio, equivalente a cuatro puntos.

CRITERIO N.º 2 INCLUSIÓN DE SISTEMAS AHORRADORES DE AGUA

Este criterio tiene como objetivo identificar el uso de sistemas economizadores de agua, ya que es posible ahorrar entre el 40 y el 60% del caudal (OCU, 2024), dependiendo del tipo de MCS-E. Entre los artefactos ahorradores se encuentran los sanitarios de alta eficiencia, urinarios ecológicos, grifería temporizada, uso de aireadores en griferías, entre otros. Este criterio se califica en función del porcentaje de artefactos eficientes instalados en la institución. Si al menos el 70% de los artefactos (como sanitarios de bajo consumo, griferías temporizadas, aireadores o urinarios ecológicos) corresponde a sistemas ahorradores, se otorgan los 4 puntos posibles, con una ponderación del 100% del indicador. En cambio, si la proporción de artefactos eficientes se encuentra entre el 40% y el 70%, el puntaje asignado equivale al 50% de la incidencia del criterio.

CRITERIO N.º 3 TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES Y PLUVIALES

AGUAS GRISES

La reutilización de AG en escuelas representa una solución viable para abordar la escasez de agua, que además se orienta a promover las prácticas sostenibles de gestión del recurso. Las AG suponen entre un 30% y un 90% de las aguas residuales en los edificios. Estas se pueden almacenar y reutilizar posteriormente, mediante los tratamientos adecuados (Al-Shurafat et al., 2021). El aprovechamiento de AG permite abastecer descargas de inodoros, riego o torres de refrigeración, una vez han sido tratadas. De esta manera, se crea un circuito cerrado de agua reutilizada que permite reducir el consumo de la red general (Subramanian et al., 2020).

El objetivo es fomentar la incorporación de un sistema de tratamiento de AG in situ generadas. Se toma como base lo estipulado por BRE Global (2008), donde se recoge al menos el 80% de las aguas residuales de lavabos y duchas y se reciclan para satisfacer una parte o el total de la demanda de descarga de inodoros, mingitorios y riego.

AGUAS PLUVIALES

El agua de lluvia se puede recolectar del techo o del suelo y, posteriormente, almacenar y reutilizar para fines domésticos, paisajismo, lavado, etc. Es factible calcular la cantidad máxima aproximada de agua a obtener mediante un sistema de recolección de agua de lluvia utilizando los datos pluviométricos de la ubicación del proyecto y el tamaño de la superficie del techo. Si bien el supuesto predeterminado es que el techo servirá como sistema de recolección de agua de lluvia, un sistema ubicado en el suelo cumple la misma función, siempre y cuando tenga las dimensiones correspondientes.

El objetivo es fomentar la recolección, acumulación y reutilización de AP en el predio escolar y en reemplazo del consumo del suministro municipal de agua potable. El AP puede utilizarse para satisfacer las necesidades de descarga de

inodoros, para limpieza o riego. Es necesario, para cumplir la premisa, que el agua de lluvia recolectada se reutilice en la escuela y que reemplace el suministro municipal cuando sea posible de acuerdo con la disponibilidad. Se toma como referencia lo propuesto por GRIHA Council (2019), donde al menos el 70% de la escorrentía generada debe recuperarse, dependiendo del nivel de precipitaciones del lugar. Se fomenta tomar esto en consideración para el dimensionado del tanque de recolección de agua de lluvia. Del sistema EDGE (2021) se toman las siguientes pautas generales como guía:

Ecuación 1

Fórmula para captación de agua

$$\text{Captación de agua (m}^3\text{)} = \frac{\text{sup. de captación} \times \text{volumen de precipitaciones} \times \text{coef. de escorrentía}}{100}$$

Fuente: EDGE, 2021.

Donde:

- superficie de captación = superficie del techo o estructura destinada a tal fin (m²).
- volumen de las precipitaciones = precipitaciones promedio anuales (mm).
- coeficiente de escorrentía = varía en función del tipo de superficie (ej. techo metálico: 0,95 o techo de concreto: 0,90).

El criterio de tratamiento y reutilización de AG y AP se puntúa según el alcance del sistema implementado en la escuela. Cuando se incorporan simultáneamente ambos sistemas, se otorgan los 4 puntos máximos con una incidencia del 100% en la ponderación del criterio. Si únicamente se aplica uno de ellos (ya sea el tratamiento y reutilización de AG o bien de AP), el puntaje asignado equivale al 50% del total.

CRITERIO N.º 4 RIEGO EFICIENTE

El objetivo es reducir el consumo de agua potable para riego, mediante la implementación de estrategias de optimización del recurso, evitando el riego por inundación superficial, donde el agua se distribuye sin control localizado. Para la determinación de las necesidades hídricas de la flora, se diferencian y contabilizan los distintos tipos de árboles y el área de césped, sumadas a

las pérdidas por conducción para el aspersor más alejado; de esta forma se determina el volumen total disponible a tener almacenado en el tanque cisterna. Se prevé que dicho tanque de reserva sea abastecido por la recolección de AG y AP (Criterio N.º 3).

En complemento, se fomenta el diseño de un sistema integrado de jardinería que haga uso eficiente del agua. En particular, conseguir una demanda promedio de menos de 4 litros de agua por m² de jardín por día (EDGE, 2021). Para lograrlo, las plantas que requieren un riego intensivo pueden reemplazarse por plantas autóctonas y con una mayor capacidad de adaptación. El consumo de agua para áreas al aire libre, incluidos césped, jardines y estanques, se calcula de la siguiente manera (EDGE, 2021):

Ecuación 2

Fórmula para consumos de agua en jardinería

Consumo de agua para jardinería = $\frac{\text{necesidad de agua para jardinería} \cdot \text{vol. de precipitaciones}}{\text{superficie total de parque al aire libre}}$

Fuente: EDGE, 2021.

Donde:

- necesidad de agua para jardinería = cantidad promedio de agua requerida por día para todas las plantas del área de jardines al aire libre (en litros).
- volumen de precipitaciones = promedio anual de precipitaciones diarias (en litros).
- superficie total de jardines al aire libre = área de césped, jardines y estanques (m²).

El criterio de Riego eficiente se evalúa mediante una suma de condiciones que permiten alcanzar un máximo de 4 puntos. En primer lugar, si la escuela dispone de un sistema de riego eficiente, por goteo y/o aspersores, se asigna el 50% de la puntuación total. Adicionalmente, se otorga un 25% cuando la jardinería demanda en promedio menos de 4 litros de agua por m² de superficie verde por día, lo que implica la selección de especies adaptadas y de bajo requerimiento hídrico. Finalmente, otro 25% se concede si existe una gestión adecuada del agua utilizada en la limpieza de superficies exteriores construidas. La suma

de estas condiciones permite alcanzar el máximo de cuatro puntos.

ETAPA 2. AUDITORÍA A LOS CASOS DE ESTUDIO

Las auditorías en edificios escolares sirven para reconocer los aspectos más vulnerables e identificar problemas ambientales, energéticos y de habitabilidad, que requieran de soluciones y propuestas de mejoramiento. Además, ofrecen información sobre cómo las escuelas pueden reducir la contaminación ecológica y mejorar la biodiversidad (Banu et al., 2023). Seguidamente, se muestran los resultados de la auditoría a los casos de estudio y las posibles estrategias de mejora.

CRITERIO N.º 1 USO RESPONSABLE DEL AGUA

En el marco del análisis del uso responsable del agua, durante las visitas a los establecimientos se realizó un relevamiento y seguimiento del consumo hídrico a lo largo de una jornada completa. En el caso del colegio CCU, se observó la ausencia de medidores que permitan cuantificar el consumo, por lo que se recurrió a una estimación basada en observaciones directas, la cantidad de estudiantes, la frecuencia de uso de los sanitarios y la actividad en el sector de servicios. El relevamiento de artefactos y bebederos¹ evidenció un estado de mantenimiento general regular, con pérdidas de agua en algunos sectores, lo que implica un uso ineficiente del recurso. Una situación similar fue registrada en el establecimiento CSiR (ver Figura 5).

El consumo estimado de agua en las escuelas, considerando tanto el uso interior como el destinado al riego, asciende a 3.688.360 litros anuales en el caso del CCU y a 5.190.640 litros anuales en el CSiR. Estas estimaciones se basan en la cantidad de usuarios, la frecuencia diaria de uso de los artefactos y el caudal medio por uso. Cabe destacar que el consumo interior diario en ambos establecimientos supera el valor recomendado por los Criterios de Arquitectura Escolar (1998) (Figura 5). En relación con el uso interior, las

1. Dispositivo fijo para el suministro de agua potable destinado al consumo directo.

Figura 5
 Uso del agua en los casos de estudio (sup.) y consumo de agua interior anual (inf.)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

canillas² de cocinas, talleres y laboratorios concentran el mayor volumen de consumo. Aunque en menor cantidad que las de los baños, estas no cuentan con aireadores, lo que incrementa significativamente el caudal utilizado.

CRITERIO N.º 2 INCLUSIÓN DE SISTEMAS AHORRADORES DE AGUA

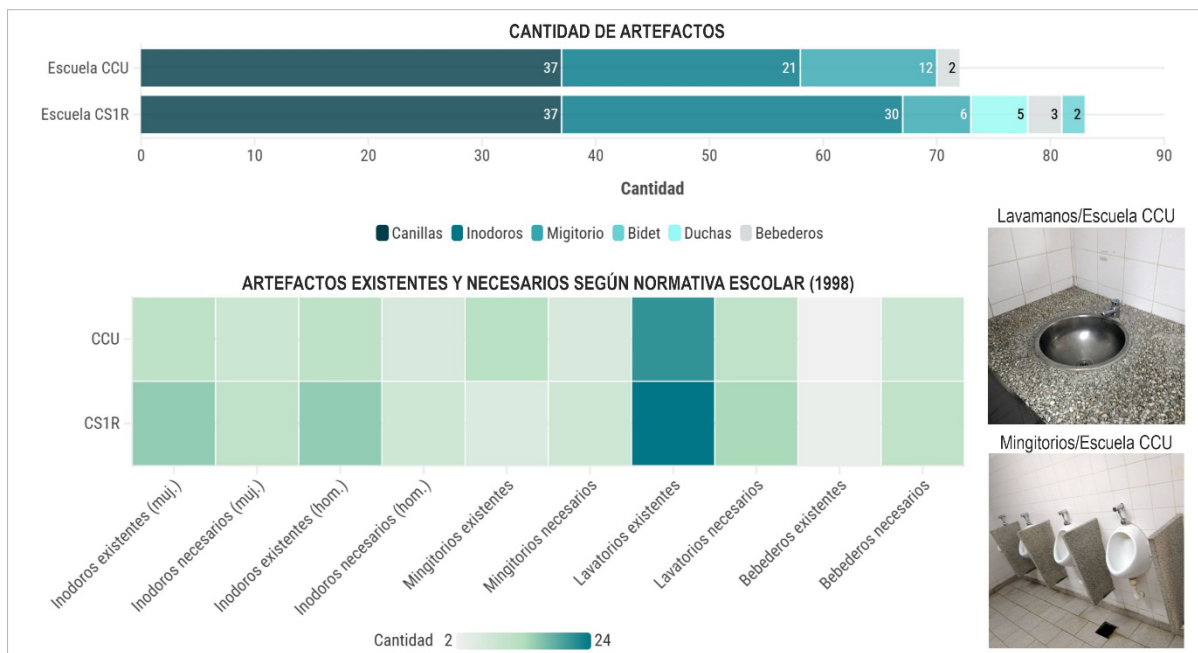
Luego del relevamiento de los artefactos, se observa que en ambos casos el mantenimiento y estado de estos es medio. Se menciona que los dos colegios poseen en los baños canillas temporizadas, las cuales ahorran más agua en comparación con las canillas tradicionales, ya que funcionan con un mecanismo que permite el flujo de

agua solo por un tiempo determinado, evitando que el agua se desperdicie (Domínguez, 2022). Además, en ambos casos de estudio, los inodoros y mingitorios poseen válvula Sloan, por lo cual ahorran agua debido a su diseño eficiente de descarga. Esto se debe a que, a diferencia de los tanques tradicionales, las válvulas Sloan liberan solo la cantidad de agua necesaria por descarga, evitando el uso excesivo. Asimismo, funcionan con presión directa de la red, lo que optimiza el uso del caudal y permite una limpieza eficiente con menos volumen de agua (Especificar, 2022).

Referente a la cantidad de artefactos por alumno, el Ministerio de Educación (1998) establece: 1 inodoro cada 40 alumnos varones o cada 20 alumnas mujeres, 1 mingitorio cada 40 alumnos varones, 1 lavabo cada 40 alumnos varones y/o

2. Sinónimo de grifo o llave de agua.

Figura 6
Artefactos en caso de estudio (sup.) y cantidad de artefactos en Escuela CCU y CS1R (inf.)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

mujeres y 1 bebedero cada 50 alumnos. Considerando que en 2024 el CCU cuenta con una matrícula aproximada de 430 alumnos, de los cuales cerca del 60% son varones, y disponiendo de la cantidad de artefactos sanitarios indicada en la Figura 6, puede afirmarse que todos los artefactos son suficientes para la matrícula promedio.

Un escenario similar se observa en el CS1R, que registra una matrícula promedio de 540 alumnos en el turno más desfavorable y la dotación de mingitorios, lavamanos e inodoros destinados a varones y mujeres es suficiente. Respecto a los bebederos, el CCU dispone de dos, los cuales presentan un uso ineficiente del recurso hídrico debido a la falta de mantenimiento, cuando la normativa del Ministerio de Educación (1998) establece que deberían existir aproximadamente 9 unidades. En el CS1R, en cambio, se cuenta con tres bebederos, un número muy por debajo de las 11 unidades requeridas para responder a su elevada matrícula estudiantil (ver Figura 6).

CRITERIO N.º 3 TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES Y PLUVIALES

AGUAS GRISES

En ninguno de los casos de estudio se realiza el tratamiento o reutilización de las AG que pudieran reducir el consumo de agua del suministro municipal y, por ende, la carga sobre la infraestructura local de abastecimiento de agua y la red cloacal. No obstante, se identifican diversas potencialidades en este criterio, ya que el posible aprovechamiento de las AG podría aplicarse para satisfacer una parte o el total de la demanda de descarga de inodoros/urinarios dentro del edificio (previo tratamiento) o para el riego en espacios exteriores.

AGUAS PLUVIALES

Al igual que en el caso de las AG, ninguno de los dos establecimientos de estudio recolecta ni almacena AP, las cuales podrían destinarse al riego. Para cumplir con este criterio, el agua de lluvia debería ser recolectada, reutilizada dentro

del predio escolar y demostrarse su capacidad para reemplazar parcialmente el suministro de red, contribuyendo así a su reducción. Además, el almacenamiento de AP evita su escurrimiento hacia los cauces urbanos, mitigando el riesgo de saturación del sistema pluvial a escala urbana. Se observa que ambos establecimientos muestran potencialidades para el almacenamiento y la recolección (ver Figura 7).

CRITERIO N.º 4 RIEGO EFICIENTE

En base a los relevamientos realizados a los casos de estudio, se determina que, en ambas escuelas, el sistema actual de riego no permite reducir el consumo de agua potable para riego mediante el uso de estrategias de recuperación u optimización del agua. No existe riego diferenciado o zonificado según las áreas externas y su paisajismo, y tampoco se observa un sistema de riego integrado que permita la incorporación de AP.

En el CCU, el riego se realiza con mangueras conectadas a dos cisternas bombas y la frecuencia de riego varía entre dos o tres veces por semana según la época del año. La escuela dispone de cuatro canillas exteriores. En el CS1R, el riego se realiza a manto, con baldes y mangueras conectadas a una cisterna bomba. En el sector

Sur, donde se encuentran plantados álamos, se utilizan mangueras. Para las moras y el resto de vegetación del patio central se utiliza un sistema de riego por goteo. La frecuencia de riego varía entre dos o tres veces por semana según la época del año. En general, el riego se divide por sectores (sector este, oeste, norte y sur) y se realiza a primera hora de la mañana (Figura 7). La escuela dispone de siete canillas exteriores. En ambos colegios el riego dura aproximadamente 1 hora.

En base a los datos obtenidos de los relevamientos (frecuencia de riego, duración y sistema utilizado), se realiza un cálculo aproximado y se llega a que el consumo de agua para riego anual en el CCU es de 38.610.000 litros, mientras que para el CS1R el valor asciende a 84.240.000 litros.

En base a lo explicitado previamente, se determina que el puntaje de la Categoría Agua de MECSA es de 0 puntos. No obstante, se identifican diversas líneas de acción y propuestas de mejora que se desarrollan en el próximo apartado.

ETAPA 3. PROPUESTAS DE MEJORA

CRITERIO N.º 1 USO RESPONSABLE DEL AGUA

Como primera medida, se propone la implementación de un sistema de medición y monitoreo

Figura 7
Cubiertas de techo en CCU y CS1R (sup.) y Sistema de riego en CCU y CS1R (inf.).



Fuente: Elaboración propia, 2025.

del consumo de agua; esto permitirá que tanto el CCU como el CSiR puedan registrar su consumo real y, en base a eso, detectar anomalías, analizar tendencias e identificar desperdicios. Para el CCU se plantea la reparación y mantenimiento de las instalaciones sanitarias, en particular, corregir las pérdidas de agua en inodoros y bebederos y, de forma conjunta, realizar inspecciones periódicas para evitar nuevas mermas.

De forma complementaria, se expresa recolectar el agua de condensación de aires acondicionados y utilizar la misma para la descarga de inodoros. Al momento, dicha agua se desperdicia (Figura 5). Se considera que en el CSiR existen 11 aires acondicionados, tipo Split, de 1060 W de potencia y en el CCU existen 35 aires acondicionados, 25 tipo Split y 10 de ventana de potencia similar a los del CSiR. En base a ASHRAE (2020), Carrier (1965) y Stoecker y Jones (1982), un aire acondicionado de 1,06 kW funcionando 6 horas al día en San Juan puede generar entre 0,5 y 2,7 litros de agua de condensación por día, dependiendo de la humedad ambiente y el nivel de uso del equipo. En este caso se adopta el valor promedio, siendo de 1,6 litros por día. Si se considera que funcionaron solo el 70% de los aires acondicionados en cada establecimiento y se multiplica esta cantidad por 1,6 litros de agua generada y por 130, que es la cantidad de días aproximados de clase en el ciclo lectivo 2024 según el cronograma institucional de los establecimientos (CCU, 2025). Los resultados evidencian un recurso hídrico desaprovechado en ambos establecimientos. En el caso del CCU, se podrían recuperar aproximadamente 5.200 litros anuales, mientras que en el CSiR la estimación alcanza los 1.664 litros. Esta cantidad de agua sería suficiente para cubrir aproximadamente 867 descargas de inodoro en el CCU y 277 en el CSiR, lo que pone de manifiesto su potencial de aprovechamiento para usos no potables.

CRITERIO N.º 2 INCLUSIÓN DE SISTEMAS AHORRADORES DE AGUA

Tanto para el CCU como para el CSiR se propone avanzar en el reemplazo de artefactos me-

dante cuatro líneas de acción: incorporación de dispositivos de ahorro en canillas, como sensores, aireadores y controladores de caudal, que reduzcan el consumo sin afectar su percepción (GENEBRE, 2025); sustitución de inodoros por modelos de doble descarga, que optimizan el uso según el tipo de residuo (Elliott, 2024); reemplazo de mingitorios por modelos secos que no requieren agua y evitan olores mediante cartuchos sellantes (Ferrum, 2021); y mejora de bebederos mediante temporizadores o sensores que eviten el flujo continuo, incorporando además modelos más eficientes para consumo directo y llenado de botellas (Voda, 2025).

El potencial de ahorro anual derivado de la incorporación de sistemas ahorradores de agua presenta valores significativos en ambas instituciones analizadas. En la Escuela CCU, los lavamanos permiten una reducción de 57.200 litros anuales, los inodoros de 678.600 litros, los mingitorios de 561.600 litros y los bebederos de 342.680 litros, lo que en conjunto representa un ahorro total de 1.640.080 litros por año. Por su parte, en la Escuela CSiR, los lavamanos generan un ahorro de 68.380 litros anuales, los inodoros de 829.530 litros, los mingitorios de 695.760 litros y los bebederos de 415.350 litros, alcanzando un total de 2.009.020 litros por año. Estos resultados ponen de manifiesto que la sustitución de artefactos convencionales por dispositivos eficientes constituye una estrategia de gran impacto para la reducción del consumo de agua en establecimientos escolares.

A partir de los resultados, se propone implementar las mejoras de forma gradual, priorizando los dispositivos más ineficientes (como canillas con pérdidas, inodoros de alto consumo o duchas sin restricción) en sectores de mayor uso. Se recomienda comenzar con soluciones de bajo costo, privilegiando adaptaciones frente a reemplazos, como la instalación de aireadores en canillas. En contextos de recursos limitados, se prioriza además el mantenimiento preventivo, mediante la reparación de fugas y el ajuste de válvulas para reducir el caudal.

CRITERIO N.º 3 TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES Y PLUVIALES

AGUAS GRISES

Para cumplir con este criterio, se plantea calcular el suministro potencial de AG que podría tratarse y que, mediante su reutilización, aportaría a reducir la demanda principal de agua de red. Las AG que pueden ser tratadas y reutilizadas provienen principalmente de: canillas de lavamanos, laboratorios y duchas; se descartan las piletas de limpieza y fregaderos, ya que pueden contener aceites o detergentes fuertes. Considerando la cantidad de artefactos en cada caso de estudio, se llega a que en la escuela CCU podría recuperarse 287.040 litros de agua anual, mientras que en CSiR el valor de recuperación asciende a 1.511.640 litros.

Se propone que el AG sea recolectada mediante un sistema de cañerías independientes a un depósito (enterrado) donde se realice un pretratamiento de esta. En este depósito se eliminan sólidos (como cabellos o restos de jabón) mediante rejillas; seguidamente, se utiliza un filtro de arena y, finalmente, cloración para desinfección. El agua tratada se almacena en un tanque separado

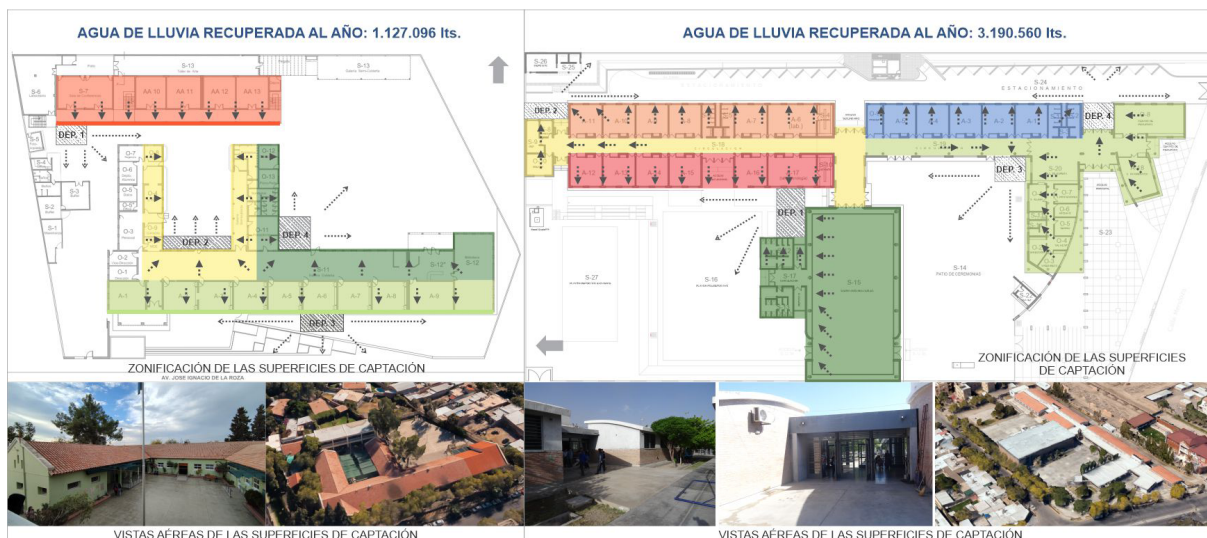
y, luego del proceso de filtrado y desinfección, se encuentra en condiciones de ser utilizada para riego, limpieza en exteriores y reutilización en inodoros y mingitorios.

AGUAS PLUVIALES

Respecto al AP, se plantea el cálculo siguiendo la metodología propuesta en la Ecuación 1. Para esto, se zonifican las cubiertas de techo en base a su materialidad y su pendiente y se calcula la superficie de captación (m²). Luego se obtiene el volumen de precipitaciones promedio anual (mm), para lo cual se elabora una base de datos de precipitaciones de los últimos 50 años. Por último, se trabaja con coeficientes de escorrentía en función de la materialidad de cada cubierta.

Para el establecimiento CCU, se dividen las cubiertas de techo en cuatro zonas y cuatro depósitos de recolección y se determina la captación de agua (m³) de cada una de ellas. Para el CSiR se particionan seis áreas y cuatro depósitos. Para el establecimiento CCU es viable recuperar 1.127.096 litros anuales y para CSiR el valor se incrementa debido a su mayor superficie, llegando a 3.190.560 litros recuperados al año. De forma complementaria, en la Figura 8 se muestra la posible ubicación de cada depósito con sus dimensiones aproximadas.

Figura 8
Esquema de sistema de captación de AP para CCU (izq.) y CSiR (der.)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Se propone utilizar el agua de lluvia para riego; por tal, los depósitos deben construirse siguiendo las recomendaciones técnicas y sanitarias para evitar que el agua se degrade. Asimismo, el depósito permanecerá cerrado para evitar luz, insectos y algas, y se debe asegurar su limpieza y mantenimiento acorde a su propósito. De forma complementaria, se ha considerado la captación de AP sobre terreno natural.

El análisis de la captación muestra diferencias significativas entre ambas instituciones, debido principalmente a la diferenciación de superficies recolectoras. En el CCU, se estima una recolección anual de 1.127.096 litros a partir de las superficies de techos y de 1.059.840 litros provenientes de pisos, lo que totaliza 2.186.936 litros por año. En el CS1R, los volúmenes recuperados son considerablemente mayores: 3.190.560 litros en techos y 4.173.120 litros en pisos, alcanzando un total de 7.363.680 litros anuales. Considerando los resultados obtenidos en la etapa de auditoría y de propuesta de los criterios N.º 3 y 4, se presenta que en los períodos de mayores lluvias (de diciembre a febrero), donde la escuela se encuentra cerrada por vacaciones, se utilice el AP para riego de zonas verdes y limpieza de las áreas exteriores. De forma complementaria, durante el período escolar (de marzo a noviembre) se sugiere utilizar el AP de forma compartida tanto para riego como para consumo en inodoros y mingitorios.

CRITERIO N.º 4 RIEGO EFICIENTE

Como estrategia de mejora, se propone incorporar en todas las áreas verdes (árboles, arbustos y césped) un sistema de riego por goteo subterráneo vinculado a depósitos de acumulación de AP y AG. Las superficies vegetadas abarcan 550 m² en el CCU y 1.200 m² en el CS1R, lo que implica un consumo máximo recomendado de 240 y 480 litros por riego, respectivamente (Monge Redondo, 2019).

Actualmente, con dos riegos semanales, el CCU demanda 46.800 litros anuales, que podrían reducirse a 18.720 litros con un sistema eficiente, generando un ahorro de 28.080 litros/año. En el

CS1R, el consumo pasaría de 93.600 a 37.440 litros anuales, con un ahorro de 56.160 litros/año.

Dado que en ambas escuelas predominan especies de porte medio (moras, pinos y paraísos), se sugiere en el mediano plazo un relevamiento de la vegetación y, de ser necesario, su reemplazo por especies nativas, más adaptadas al clima árido y de menor requerimiento hídrico.

ESTIMACIONES ECONÓMICAS

COSTO-BENEFICIO

Para la evaluación económica de las propuestas de mejora se adoptó un enfoque simplificado de análisis costo-beneficio, orientado a facilitar la comparación entre estrategias en contextos escolares públicos. La metodología se estructuró a partir de tres variables principales: el costo inicial de implementación, el ahorro hídrico anual estimado y el periodo de retorno de la inversión.

En función de estos indicadores, las medidas fueron clasificadas según su nivel de inversión (bajo, medio y alto) y su periodo de recuperación (corto, medio y largo). Asimismo, se incorporó un criterio de priorización basado en la relación entre costo e impacto, con el objetivo de identificar las intervenciones más convenientes en escenarios de recursos limitados. Este enfoque se encuentra en línea con metodologías utilizadas en estudios de eficiencia en edificios, donde se prioriza el uso de indicadores accesibles para la toma de decisiones.

En particular, la IEA (2017) plantea la evaluación de medidas a partir de su costo-efectividad, considerando simultáneamente variables económicas y de desempeño. El World Bank (2017) destaca la utilidad de indicadores como el periodo de retorno y la estimación de beneficios múltiples en la evaluación de proyectos de eficiencia en el sector público, mientras que guías específicas para edificios públicos subrayan el carácter costo-efectivo de las intervenciones en EE (EPEC, 2016).

En el ámbito de la eficiencia hídrica, la literatura evidencia que la viabilidad de estrategias como la captación de agua de lluvia depende en gran medida de la relación entre costos de

implementación y ahorros potenciales, lo que refuerza la pertinencia de enfoques simplificados para su análisis (Campisano et al., 2017). En complemento, otros estudios destacan la necesidad de establecer criterios de selección basados en el rendimiento y las condiciones locales para optimizar la toma de decisiones (Farreny et al., 2011). En conjunto, estos antecedentes respaldan la aplicación de metodologías sintéticas que permitan clasificar y priorizar intervenciones según su relación costo-beneficio en edificios escolares.

Para la elaboración de la Tabla 2, la clasificación del costo de las intervenciones se realizó mediante un criterio operativo, en función del tipo de acción requerida para su implementación. Se consideraron como de bajo costo aquellas medidas que no implican obra o requieren intervenciones menores, de costo medio aquellas que suponen el reemplazo o incorporación de equipamiento, y de alto costo las que involucran la implementación de sistemas o infraestructura específica.

Para el periodo de retorno de la inversión se definieron tres rangos de clasificación: corto (hasta 2 años), medio (de 2 a 5 años) y largo (más de 5 años), con el objetivo de facilitar la comparación entre medidas. Esta categorización se fundamenta en enfoques como los de IEA (2017) y el

World Bank (2017), que priorizan intervenciones con rápida recuperación de la inversión, especialmente en contextos de recursos limitados.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en los casos de estudio presentan concordancia con investigaciones desarrolladas en Argentina y América Latina, donde se ha evidenciado un bajo nivel de eficiencia hídrica en edificios educativos, asociado principalmente a la ausencia de sistemas de monitoreo, reutilización y gestión del recurso. En este sentido, el desempeño observado en las escuelas del Área Metropolitana de San Juan refleja problemáticas estructurales del sector público educativo, donde las limitaciones operativas y de mantenimiento condicionan la implementación de estrategias de eficiencia.

A nivel internacional, diversos estudios han demostrado que la incorporación de sistemas de reutilización de AG y AP puede reducir significativamente la demanda de agua potable en edificios, con valores de ahorro comparables a los obtenidos en este trabajo. En este marco, los resultados alcanzados refuerzan la validez de estas estrategias en contextos áridos, aunque su

Tabla 2
Estimaciones económicas de propuestas de mejora

Escuela	Medida	Costo	Ahorro (lts/año)	Recupero	Prioridad
CCU	Aireadores y control caudal	Bajo	57.200	Medio	Alta
	Reemplazo de inodoros eficientes	Medio	678.600	Medio	Alta
	Mingitorios secos	Medio	561.600	Medio	Alta
	Mejora de bebederos	Bajo	342.680	Corto	Muy alta
	Captación de agua de lluvia	Alto	2.186.936	Medio	Estratégica
	Reutilización AG	Alto	287.040	Largo	Media
	Riego eficiente	Medio	28.080	Largo	Baja
CSIR	Aireadores y control caudal	Bajo	68.380	Medio	Alta
	Reemplazo de inodoros eficientes	Medio	829.530	Medio	Alta
	Mingitorios secos	Medio	695.760	Medio	Alta
	Mejora de bebederos	Bajo	415.350	Corto	Muy alta
	Captación de agua de lluvia	Alto	7.363.680	Corto	Estratégica
	Reutilización AG	Alto	1.511.640	Medio	Alta
	Riego eficiente	Medio	56.160	Largo	Baja

Fuente: Elaboración propia, 2026.

implementación efectiva depende de factores económicos, institucionales y de gestión.

No obstante, el principal aporte del presente estudio radica en la aplicación integrada de la metodología MECSA en edificios escolares existentes en un contexto árido, incorporando además una evaluación costo-beneficio que permite priorizar intervenciones según su viabilidad. Este enfoque contribuye a superar abordajes exclusivamente técnicos, incorporando una dimensión operativa clave para la toma de decisiones en el sector público.

En particular, las medidas propuestas demuestran una alta capacidad de reducción del consumo, con beneficios diferenciados según el tipo de acción implementada y el tamaño de la escuela. En el caso del CCU, sumando el impacto de los cuatro criterios, el ahorro total proyectado representa un ahorro del 89% respecto al consumo actual. Las estrategias con mayor impacto fueron: la reutilización de AP y la incorporación de sistemas ahorradores de agua. En el caso del CS1R, el ahorro total estimado asciende a 9,3 millones de litros anuales, debido a la mayor superficie disponible para captación de AP y por la incorporación simultánea de múltiples estrategias. Los aportes más significativos, al igual que en el

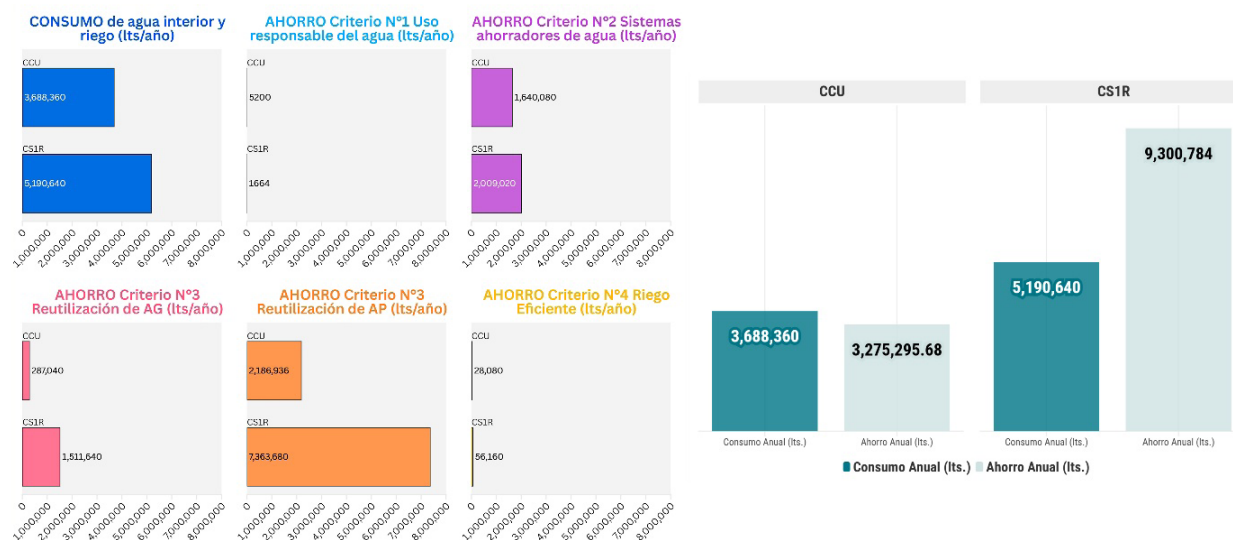
CCU, corresponden a la captación de AP y a los sistemas ahorradores de agua.

Las restantes estrategias, como la reutilización de AG, el riego eficiente y el uso responsable mediante monitoreo y mantenimiento, también aportan significativamente, aunque con valores menores en términos absolutos. No obstante, su implementación es fundamental para completar una estrategia integral de eficiencia hídrica, especialmente en contextos áridos como el de San Juan (ver Figura 9).

La incorporación de las estimaciones económicas permitió complementar la evaluación técnica de las propuestas, evidenciando diferencias significativas en la viabilidad de las distintas estrategias. En ambos casos de estudio, las medidas de bajo costo y rápido periodo de retorno (como la mejora de bebederos y la incorporación de dispositivos ahorradores) se posicionan como las intervenciones más convenientes, mientras que aquellas que implican mayor inversión, como la captación de agua de lluvia, presentan un carácter estratégico debido a su elevado impacto en el ahorro hídrico.

Por el contrario, algunas acciones, como el riego eficiente o la reutilización de AG en determinados escenarios, muestran periodos de

Figura 9
Síntesis del impacto de cada propuesta de mejora en el ahorro hídrico



Fuente: Elaboración propia, 2025.

recuperación más prolongados, lo que condiciona su implementación en el corto plazo. En este sentido, el análisis costo-beneficio refuerza la necesidad de priorizar intervenciones según su factibilidad económica y su impacto, aportando una dimensión operativa a la planificación de la eficiencia hídrica en edificios escolares. En esta línea, los resultados deben interpretarse considerando que la implementación de estas estrategias depende no solo de su factibilidad técnica, sino también de condiciones económicas, institucionales y de gestión que pueden limitar su adopción en el corto plazo.

CONCLUSIONES

El análisis de los dos casos de estudio del Área Metropolitana de San Juan evidenció un desempeño hídrico deficiente, caracterizado por la ausencia de monitoreo del consumo, la falta de sistemas de reutilización y la utilización de métodos de riego ineficientes. No obstante, la aplicación de la metodología MECSA permitió identificar un alto potencial de mejora, con ahorros estimados de hasta 3,2 millones de litros anuales en el CCU y 9,3 millones en el CSiR.

Las estrategias de mayor impacto corresponden a la captación de agua de lluvia y a la incorporación de sistemas ahorradores, mientras que el análisis costo-beneficio evidenció que las medidas de bajo costo y rápida implementación presentan la mayor viabilidad en el corto plazo. En este sentido, los resultados demuestran que es posible alcanzar mejoras significativas mediante intervenciones progresivas, adaptadas a las condiciones económicas e institucionales del sector público.

El estudio valida la metodología MECSA como herramienta de diagnóstico, planificación y priorización de intervenciones en edificios escolares, permitiendo no solo evaluar el desempeño hídrico, sino también orientar la toma de decisiones en contextos de recursos limitados. Asimismo, pone en evidencia que, aun partiendo de situaciones iniciales críticas (reflejadas en una calificación nula en la etapa de auditoría), la incorpo-

ración de estrategias de mejora puede generar avances sustanciales en el nivel de desempeño.

En un contexto de creciente escasez hídrica, optimizar el uso del agua en edificios educativos constituye una estrategia clave para reducir la presión sobre el recurso y contribuir al cumplimiento de objetivos ambientales y sociales, como el acceso al agua segura y la educación para la sostenibilidad. En este sentido, las escuelas se posicionan como espacios estratégicos tanto por su consumo como por su capacidad de promover prácticas responsables en la comunidad.

Finalmente, los resultados obtenidos son transferibles a otros establecimientos con características constructivas y condiciones climáticas similares, lo que refuerza su aplicabilidad a escala territorial. Como líneas futuras de trabajo, se propone profundizar en el estudio de los hábitos de uso del agua y en el desarrollo de estrategias participativas que fortalezcan la gestión sostenible del recurso en el ámbito educativo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Nacional de San Juan y al IRPHa-CONICET por la contribución en el financiamiento de la investigación.

REFERENCIAS

- Al-Shurafat, A. W., Talozi, S., Alhrahshah, T., Zaid, M., Paterson, E., Benramdane, A. y Afaneh, A. (2021). Realizing integrated wastewater/greywater management in Jordanian public schools. *Waterlines*, 40(4), 267–281. <https://doi.org/10.3362/1756-3488.21-00006>
- Antunes, L. N., Ghisi, E. Water and energy consumption in schools: case studies in Brazil. *Environ Dev Sustain* 22, 4225–4249 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00380-x>
- ASHRAE (2020). Heating, Ventilating and Air-Conditioning. Systems and Equipment. ASHRAE Editor, ISBN 1947192531.
- Ballari, A. P. y Cortizas, L. (2023). *Escenarios y realidades en torno a la gestión del agua en Argen-*

- rina (2000-2022). *Locale*, 7, 87-111. <https://doi.org/10.14409/RL.2022.7.E0004>
- Banu, D. A. S., Sheela, S., Muralimohan, N., Saranya, N., Kolar, A. B. y Santhya, V. S. (2023). Importance and Benefits of Green Audits to Education Institutions and Industrial Sectors. *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(12), 349-356. <https://doi.org/10.9734/IJECC/2023/V13I123690>
- BCA (2021). BCA Green Mark for existing schools. Versión 2.0. https://isomer-user-content.by.gov.sg/338/71511d79-2f27-4326-ab5b-6d03c06a9c7c/gmes_rev219818819c9b1417286f1c818414d3931.pdf
- BRE Global (2008). BREEAM Education 2008. Assessor Manual. <https://breeam.com/training>
- Campisano, A., Butler, D., Ward, S., Burns, M. J., Friedler, E., DeBusk, K., Fisher-Jeffes, L. N., Ghisi, E., Rahman, A., Furumai, H. y Han, M. (2017). *Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives*. *Water Research*. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.02.056>
- Carrier (1965). *Handbook of Air Conditioning System Design*, Vol. 1, McGraw-Hill, pp. 350. <https://es.scribd.com/doc/140526830/35768177-Carrier-Handbook-of-Air-Conditioning-System-Design>
- CCU (2025). Cronograma institucional 2025 del Colegio Central Universitario. <https://www.ccu.unsj.edu.ar/noticias/noticia/800>
- Colegio de Arquitectos de Córdoba (2018). Protocolo eSe. <https://cec-ciecs.com.ar/wp-content/uploads/2018/08/PROTOCOLO-ESE-MARCO-DE-REFERENCIA.pdf>
- DGNB (2020). DGNB System. <https://www.dgnb.de/en/certification/important-facts-about-dgnb-certification/about-the-dgnb-system>
- Dominguez, M. (17 de febrero de 2022). Los mejores tipos de grifería para ahorrar agua. <https://www.caloryfrio.com/bano-agua/griferia/tipos-de-griferia-y-dispositivos-para-ahorrar-agua.html>
- Elliott, S. (2024). How Dual Flush Toilets Work. HowStuffWorks. <https://home.howstuffworks.com/dual-flush-toilet.htm>
- EPEC (2016). Guidance on energy efficiency in public buildings. European Investment Bank. European PPP Expertise Centre. https://www.eib.org/files/epec/epec_guidance_on_energy_efficiency_in_public_buildings_en.pdf
- Especificar (21 de marzo de 2022). Truflush antivandálico de Sloan, haciendo un mundo de diferencia. <https://especificarmag.com.mx/truflush-antivandalico-de-sloan-haciendo-un-mundo-de-diferencia/>
- Farreny, R., Morales-Pinzón, T., Guisasola, A., Tayà, C., Rieradevall, J. y Gabarrell, X. (2011). Roof selection for rainwater harvesting: Quantity and quality assessments in Spain. *Water Research*, 45(10), 3245-3254. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2011.03.036>
- Ferrum (2021). Mingitorio seco Ferrum. <https://ferrum.com/mingitorio-seco-sva-mg-010-bl.html>
- Flores, R. A. y Ghisi, E. (2022). Water Benchmarking in Buildings: A Systematic Review on Methods and Benchmarks for Water Conservation. *Water*, 14(3), 473. <https://doi.org/10.3390/W14030473>
- GENEBRE (2025). Grifo de lavabo electrónico con sensor. https://pim.genebre.es/genebre/documentos/fichas_tecnicas/67123%2015%2045%2066.pdf
- Ghisi, E. y Freitas, D. A. (2024). Economic Feasibility of Rainwater Harvesting and Greywater Reuse in a Multifamily Building. *Water*, 16(11), 1580. <https://doi.org/10.3390/w16111580>
- Gobierno de San Juan (2021). Caracterización de la Provincia de San Juan. Plan estratégico San Juan. <https://planestrategico.sanjuan.gob.ar/wp-content/uploads/2021/03/Caracterizacion-San-Juan-Version-2021.pdf>
- Google Earth (2024). Colegio Central Universitario. https://earth.google.com/web/@-31.53732053,-68.54829168,656.31419667a,304.88400591d,35y,-7.57521398h,34.49789896t,or/data=CkQaPhI4CiUweDk2ODEoMDM-2MWEzZGEwODk6MHg1MjU4NjE5Yz-NjZDQoODQzKg9Db2xlZ2lvIENlbN-RyYWwYAiABQgIIAToDCgEwQgIIAEoN-CP_____wEQAA?authuser=0
- Google Earth (2024a). Colegio Superior N.º 1 de Rawson. [Año 10, núm. 20, julio-diciembre de 2026 / pp. 85-107 / VIVIENDA Y COMUNIDADES SUSTENTABLES/ ISSN 2594-0198 105](https://earth.google.com/web/@-31.57912519,-68.53228089,636.70661902a,241.20997187d,35y,0.66525576h,1.10109467t,or/data=CkUaPxI5CiUweDk2ODEzZmUoZ-GI4ZDYxZDU6MHg1OGRhZTRhM-mU2ZWQ3OTE3KhBDb2xlZ2lvIFN1cGV-</p>
</div>
<div data-bbox=)

- yaW9yGAIgAUICCAE6AwoBMEICCA BKD-Qj_____8BEAA?authuser=0
- GRIHA Council (2019). GRIHA for existing day schools. Versión 2.0. <https://www.grihaindia.org/sites/default/files/pdf/Manuals/griha-edobook.pdf>
- IBEC. (2014). CASBEE. Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency. <https://www.ibecs.or.jp/CASBEE/english/>
- IEA (2017). Cost-effective energy and carbon emissions optimization in building renovation (Annex 56). IEA Energy in Buildings and Communities Programme. https://www.iea-ebc.org/Data/publications/EBC_PSR_Annex_56.pdf
- IFC (2021). Guía del usuario de EDGE. Versión 3.0. <https://bioconstruccion.com.mx/certificacion-edge/>
- IGBC (2016). IGBC Green Data Center. Rating System. Abridged Reference Guide. <https://igbc.in/igbcgreendatacenter/>
- IPCC (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- IRAM (2012). Norma IRAM 11603. Acondicionamiento térmico de edificios. <https://procesosconstructivos.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/08/iram-11603-e1.pdf>
- ITACA (2016). Protocollo ITACA Edifici Scolastici. <https://itaca.calabria.iisbeitalia.org/sites/default/files/Protocollo%20ITACA%20Edifici%20Scolastici.pdf>
- Khilchevskiy, V. (2020). Global Water Resources: Challenges of the 21st Century. Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. *Geography*, 76-77, 6-16. <http://doi.org/10.17721/1728-2721.2020.76-77.1>
- Lai, O. (26 de junio de 2020). Water Shortage: Causes and Effects. Climate Change. <https://earth.org/causes-and-effects-of-water-shortage/>
- Mahato, A., Upadhyay, S. y Sharma, D. (2022). Global water scarcity due to climate change and its conservation strategies with special reference to India: a review. *Plant Archives*, 22(1), 64. <https://doi.org/10.51470/PLANTARCHIVES.2022.V22.NO1.009>
- Masia, T., Kajimo-Shakantu, K. y Opawole, A. (2020). A case study on the implementation of green building construction in Gauteng province, South Africa. *MEnvQ*, 31(3), 602-623. <https://doi.org/10.1108/MEQ-04-2019-0085>
- Ministerio de Educación (1998). Criterios y Normativa Básica de Arquitectura Escolar. <https://www.educ.ar/recursos/114117/criterios-y-normativa-basica-de-arquitectura-escolar>
- Miranda, O. (2015). El riego en la provincia de San Juan, Argentina: su dinámica institucional en los últimos dos siglos. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 12(3), 385-408. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722015000300006
- Monge Redondo, M. A. (2019). Prontuario de diseño hidráulico para riego por goteo. <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/prontuario-diseno-hidraulico-riego-goteo-1a-parte>
- Naciones Unidas (2021). Special Report on Drought 2021. https://www.droughtmanagement.info/literature/UN-GAR_Special_Report_on_Drought_2021.pdf
- Naciones Unidas (2024). Agua. <https://www.un.org/es/global-issues/water>
- OCU (2 de febrero de 2024). Reductores de caudal y economizadores de agua. <https://www.ocu.org/vivienda-y-energia/equipamiento-hogar/consejos/reductores-de-caudal-para-ahorrar-agua>
- Ogunnaike, A., Onosemuode, M. O., Osunkoya, O., Adewumi, J. B., Rabi, O., Orimijupa, O. D. y Dayomi, M. (2025). A comparative study of rainwater harvesting, greywater recycling, and water-efficient landscaping in buildings within Lagos Mainland Local Government Area of Lagos State, Nigeria. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 9(7), 5558-5574. <https://doi.org/10.47772/IJRISS.2025.907000449>
- Ré, M. G. (2017). Arquitectura escolar: Análisis del Programa Nacional 700 escuelas en la provincia de San Juan. En XXXVI Encuentro y XXI Congreso de Escuelas y Facultades Públicas de Arquitectura del Mercosur. San Juan, Argentina. https://www.researchgate.net/publication/320300087_ARQUITECTURA_ESCOLAR_ANALISIS_DEL_PROGRAMA_NACIONAL_700_ESCUELAS_EN_LA_PROVINCIA_DE_SAN_JUAN
- Ré, M. G. y Bianchi, M. F. (2020). Metodología de evaluación y calificación de la sustentabilidad ambiental y la eficiencia energética en edificios escolares existentes. *Energías Renovables y Medio Ambiente*, 45, 39-49. <https://portalde->

- revistas.unsa.edu.ar/index.php/erma/article/view/1304
- Ré, M. G. y Michaux, M. C. (2023). Envoltorio y comportamiento térmico. Caso de estudio, edificio escolar en San Juan, Argentina. *Módulo Arquitectura - CUC*, 31, 147-166. <https://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.31.1.2023.06>
- Rodrigues, A. M., Formiga, K. T. y Milograna, J. (2023). Integrated systems for rainwater harvesting and greywater reuse: A systematic review of urban water management strategies. *Water Supply*, 23(10), 4112-4125. <https://doi.org/10.2166/ws.2023.240>
- Schmidt, M. (2022). El cañito de la red llega, lo que no llega es el agua. Hacia una ecología política del agua en el Chaco salteño, Argentina. *Territorios*, 46. <https://www.redalyc.org/journal/357/35771093012/html/>
- Secretaría de Agua y Energía (2023). Plan de Gestión Integral de los Recursos Hídricos de la Provincia de San Juan. <https://hidraulica.sanjuan.gob.ar/sistemas/plan.php>
- Stoecker, W. F. y Jones, J. W. (1982). Refrigeration and Air Conditioning. McGraw-Hill, 2.^a Edition. <https://elsolucionario.net/refrigeration-and-air-conditioning-w-f-stoecker-j-w-jones-2nd-edition/?Do9LTByD=I2kqNy3>
- Subramanian, P. S. G., Raj, A. V., Jamwal, P., Connelly, S., Yeluripati, J., Richards, S., Ellis, R. y Rao, L. (2020). Decentralized treatment and recycling of greywater from a school in rural India. *Journal of Water Process Engineering*, 38, 101695. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101695>
- Teston, A., Ghisi, E., Martins Vaz, I.C., Scolaro, T.P. y Severis, R. M. (2024). Modular life cycle assessment approach: Environmental impact of rainwater harvesting systems in urban water systems. *Science of the Total Environment*, 907, 168060. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168281>
- U.S. Green Building Council (2018). LEED Versión 4.0 For Building Operations And Maintenance. In LEED V4 for Building Operations And Maintenance. <https://www.usgbc.org/leed/v4>
- UNESCO (2024). Imminent risk of a global water crisis warns the UN World Water Development Report 2023. <https://www.unesco.org/en/articles/imminent-risk-global-water-crisis-warns-un-world-water-development-report-2023>
- UNICEF (2018). Drinking water, sanitation and hygiene in schools: global baseline report 2018. <https://data.unicef.org/resources/wash-in-schools/>
- Voda (2025). Bebedero de exteriores Bi-Level con llenador de botellas. <https://vodaargentina.com/producto/bebedero-de-exteriores-bi-level-con-llenador-de-botellas/>
- World Bank (2017). Assessing and measuring the performance of energy efficiency projects. Energy Sector Management Assistance Program. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/144381608284310204/pdf/Assessing-and-Measuring-the-Performance-of-Energy-Efficiency-Projects.pdf>

Financiamiento.

La presente investigación no recibió financiamiento específico.

Conflicto de interés.

Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación con la investigación, la autoría y/o la publicación del presente artículo.

Uso de inteligencia artificial.

Los autores declaran que no se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa en la elaboración del manuscrito o, en su caso, que su uso se limitó exclusivamente al apoyo lingüístico y de redacción, manteniendo en todo momento la responsabilidad sobre el contenido y las conclusiones del trabajo.

Contribución de autoría.

Los autores participaron en la conceptualización, desarrollo, análisis y redacción del manuscrito, de conformidad con los principios de la taxonomía CRediT (Contributor Roles Taxonomy), y aprobaron la versión final para su publicación.

Preservación del patrimonio cultural inmaterial del arte textil de la mujer indígena wayuu

Preservation of the intangible cultural heritage of the textile art of wayuu indigenous women

DOI: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i20.306>

CHAILO DAIRETH LOBO GONZÁLEZ

Universidad de la Guajira, Riohacha, Colombia. ORCID: 0009-0009-9932-7516
Correo electrónico: lobochaila@gmail.com

NORMA LETICIA RAMÍREZ ROSETE

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. ORCID: 0000-0002-3268-8757
Correo electrónico: normaleticia.ramirez@correo.buap.mx

SERGIO LUIS GARCÍA JARAMILLO

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. ORCID: 0000-0003-0533-028X
Correo electrónico: sergio.garciajaramillo@gmail.com

Recepción: 4 de septiembre de 2024. Aceptación: 29 de abril de 2026.

RESUMEN

A nivel mundial, la protección del patrimonio cultural inmaterial ha sido de gran relevancia y juega un papel crucial en la preservación de la diversidad cultural al ser la identidad de un pueblo. En la presente investigación se busca analizar el papel de la mujer wayuu en los procesos mediante los cuales se transmite el conocimiento del tejido y se construye su identidad, con énfasis en los factores sociales, políticos y económicos que en la actualidad propician su desaparición. Se utiliza un enfoque cualitativo interpretativo a partir de entrevistas semiestructuradas a seis mujeres productoras de textiles Wayuu, complementadas con un análisis documental sobre textos académicos y las normas jurídicas que abordan el patrimonio inmaterial de Colombia. Los resultados obtenidos muestran a la mujer en la transmisión generacional de este conocimiento como el centro de la reproducción cultural wayuu; sin embargo, su conocimiento es el más afectado por el

ABSTRACT

Globally, the protection of intangible cultural heritage has been of great importance and plays a crucial role in preserving cultural diversity as it represents the identity of a people. This research seeks to analyze the role of Wayuu women in the processes through which knowledge of weaving is transmitted and their identity is constructed, with an emphasis on the social, political, and economic factors that are currently contributing to its disappearance. A qualitative interpretive approach is used, based on semi-structured interviews with six Wayuu women textile producers, complemented by a documentary analysis of academic texts and legal norms addressing Colombia's intangible heritage. The results obtained show women in the generational transmission of this knowledge as the center of Wayuu cultural reproduction; however, their knowledge is the most affected by forced displacement due to armed conflict, the exploitation of natural resources on



desplazamiento forzado por conflictos bélicos, la explotación de recursos naturales en su tierra, el mercado global y los límites de los instrumentos jurídicos de protección al patrimonio inmaterial. Esta investigación destaca la necesidad de fortalecer estrategias que integren la participación comunitaria, instrumentos legales y la preservación cultural frente a las múltiples causas que amenazan la transmisión intergeneracional.

Palabras clave: Patrimonio Cultural Inmaterial, mujeres indígenas Wayuu, tejido Wayuu.

INTRODUCCIÓN

En este momento, el estudio de los pueblos indígenas ha cobrado gran importancia desde la academia y desde los organismos internacionales en los últimos 30 años a través de la adopción de instrumentos como el convenio sobre pueblos indígenas y tribales en 199. En el año 2007: La Declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas; en el año 2016, Declaración Americana sobre los derechos de los pueblos indígenas, y el Foro Permanente de las Naciones Unidas para las Cuestiones Indígenas.

Actualmente, existen alrededor de 476 millones de personas indígenas viviendo a lo largo de noventa países, quienes representan poco más del 6.2% de la población mundial y están identificadas en más de cinco mil grupos distintos (Esparza Romero & Gallegos Aguilar, 2023). De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina 2014 (Naciones Unidas, CEPAL, 2014), en América Latina hay aproximadamente 45 millones de indígenas, lo cual representa el 8% de la población total de la región; según el DANE 2018 (DANE, 2021), en Colombia había 1.905.617 (4,4%) indígenas. Con las cifras anteriores se puede decir que la población indígena de Colombia representa aproximadamente 4.23% del total de indígenas en América Latina. Lo que ha contribuido a la riqueza cultural y pluriétnica de los países, conservando su identidad y el legado cultural que fomenta la diversidad étnica y cultural, ya que ningún pueblo es igual a otro, así como las características y particularidades de cada uno de ellos,

their land, the global market, and the limitations of legal instruments for the protection of intangible heritage. This research highlights the need to strengthen strategies that integrate community participation, legal instruments, and cultural preservation in the face of the multiple causes that threaten intergenerational transmission.

Keywords: Intangible Cultural Heritage, Wayuu indigenous women, Wayuu weaving.

lo que conlleva de una u otra forma a la interculturalidad y al respeto hacia otros modos de vida.

Al norte de Colombia está ubicado el departamento de La Guajira; en ella se encuentra el pueblo indígena Wayuu, un grupo étnico con una gran riqueza por su cultura y tradiciones, siendo este pueblo originario matrilineal, es decir, el parentesco se da por la línea de la madre. Según el Censo DANE 2005, reportó 270.413 personas que se reconocen como pertenecientes al pueblo Wayuu, cifra que posiciona a este pueblo indígena como el de mayor cantidad de población del país. El 48,88% son hombres (132.180 personas) y el 51,12% mujeres (138.233 personas) (Ministerio de Cultura). De acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 de población indígena de Colombia CNPV 2018, para esa fecha se censaron 380.460 individuos autorreconocidos como población indígena Wayuu; el 48,2% son hombres (183.320 personas) y el 51,8% son mujeres (197.140 personas), lo que representa un 20% de la población indígena del país. (DANE, 2021) Las cifras anteriores ponen a este pueblo indígena como el de mayor cantidad de población del país; es importante resaltar que el pueblo Wayuu no solo se encuentra en Colombia, sino también en parte del territorio venezolano.

Considerado uno de los grupos amerindios más heterogéneos, con un legado histórico marcado por las presiones climáticas y las luchas por conservar sus territorios; son comunidades residentes en territorios con escasez física de agua, lo que influye en las dinámicas de ocupación de

la población wayuu, y obliga al traslado de sus actividades ancestrales de subsistencia como la pesca, el pastoreo y la agricultura, a zonas con mejores condiciones climáticas (Daza Daza & Carabalí Angola, 2023, pág. 53).

Asimismo, también se destaca la actividad del tejido, tanto nacional como internacionalmente, un arte que es esencial para su cultura, tanto a nivel social como económico. Los principales productos artesanales que se elaboran son las mochilas, los chinchorros³, las mantas, los sombreros, las waireñas, bolsos, fajas o kannas, reconocidos por sus diseños únicos y colores vivos. Para las mujeres wayuu es de gran importancia la tejeduría, porque hace parte del significado de ser mujer, de sus tradiciones, la concepción del mundo, su cosmovisión de la vida y sus costumbres, ya que este conocimiento ha sido heredado de sus ancestros. La madre es quien enseña y transmite a su hija el arte del tejido a través del rito del encierro⁴. Asimismo, la tejeduría es una actividad económica importante para las mujeres, ya que es su fuente de ingreso principal y ayuda al sustento del hogar (Uriana, 2023):

Se consideran como tejedoras de vida, porque son las que multiplican las generaciones. Sin embargo, no es solamente tejer mochilas; tejen los sueños, las esperanzas, están constantemente entrelazando hilos para el buen vivir y se consideran tejedoras de vida porque protegen los saberes ancestrales con figuras literarias. Cuentan las historias y sus pensamientos en cada puntada del hilo; trabajan constantemente, son mujeres fuertes, valientes, que no lloran, sino que resisten.

METODOLOGÍA

Se desarrolla la investigación bajo un enfoque cualitativo-interpretativo para explorar cuál es la importancia de los conocimientos ancestrales

3. Hamacas creadas con el tejido artesanal de las mujeres wayuu; ahí duermen.
4. Rito realizado en el pueblo wayuu, en el que aíslan a las niñas apenas les llega su primera menstruación.

del tejido de la mujer wayuu para preservar el patrimonio cultural inmaterial en Riohacha, La Guajira. Como técnicas de recolección de información, se empleó una recolección de datos primarios por medio de la aplicación de 6 entrevistas semiestructuradas a las mujeres wayuu que tejen mochilas y chinchorros, por la facilidad de entablar una conversación con ellas, con el objetivo de obtener sus percepciones, experiencias y conocimientos propios y explorar detalladamente los temas objetivo. Las entrevistas se estructuraron, tomando en cuenta la naturalidad de conversación de las artesanas, en un solo bloque con preguntas centradas en los siguientes temas: el rol de la mujer wayuu en el proceso productivo del tejido, qué importancia le dan a esta actividad dentro de su comunidad y su percepción acerca de la desaparición del rito del encierro, de sus saberes ancestrales del tejido y cómo los afectaría.

Esta investigación fue complementada con un análisis documental, por lo que se realizó una recopilación de información importante del tema abordado, incluyendo libros, artículos académicos, páginas web, leyes y normativas vigentes que permiten establecer el panorama completo de la situación que atraviesa la población de estudio.

Se establecieron los lineamientos del análisis a partir de proposiciones teóricas específicas sobre el patrimonio cultural inmaterial, la mujer indígena en Colombia y el arte del tejido como uno de los principales elementos del patrimonio cultural inmaterial en el pueblo indígena wayuu. Esta delimitación funciona como eje central e interrelacional entre las perspectivas vivas y la política pública.

MARCO TEÓRICO

Es importante para esta investigación abordar el concepto de patrimonio cultural inmaterial y la importancia que tiene en la actualidad; es esencial el valor que tienen esas prácticas culturales para el sentimiento de identidad de los pueblos, que los hace sentirse miembros de su comunidad. Asimismo, se expondrá cuál es el rol que tiene la

mujer indígena en la conservación y preservación de los saberes ancestrales, para posteriormente enfocarnos en el papel de la mujer wayuu específicamente en la transmisión de los saberes ancestrales del tejido. Y por último, abordaremos el concepto del tejido, la importancia que tiene para las comunidades indígenas, para consecutivamente explicar la importancia y el significado del tejido desde la cosmovisión del pueblo wayuu, específicamente de dos productos, de la mochila y el chinchorro.

PATRIMONIO CULTURAL INMATERIAL

El patrimonio cultural material o patrimonio vivo es la piedra angular de la identidad de un pueblo, ya que abarca tradiciones, rituales, conocimientos ancestrales y prácticas que permiten el diálogo intergeneracional para transmitir todo ese conocimiento, según la definición de la UNESCO (UNESCO, 2003, pág. 1).

Se entiende por “patrimonio cultural inmaterial” los usos, representaciones, expresiones, conocimientos y técnicas —junto con los instrumentos, objetos, artefactos y espacios culturales que les son inherentes— que las comunidades, los grupos y, en algunos casos, los individuos reconozcan como parte integrante de su patrimonio cultural. Este patrimonio cultural inmaterial, que se transmite de generación en generación, es recreado constantemente por las comunidades y grupos.

La comunidad internacional ha destacado la importancia de salvaguardar el PCI y el valor que tienen no solo en la identidad y permanencia de los pueblos, sino también en la identidad del país. Al respecto, UNESCO, 2003, Art. 2 (UNESCO, 2003) considera que:

La importancia del patrimonio cultural inmaterial no estriba en la manifestación cultural en sí, sino en el acervo de conocimientos y técnicas que se transmiten de generación en generación. El valor social y económico de esta transmisión de conocimientos es pertinente para los grupos sociales, tanto minoritarios como mayoritarios,

de un Estado, y reviste la misma importancia para los países en desarrollo que para los países desarrollados.

Ahora bien, desde la cosmovisión indígena, el patrimonio vivo es esencial para sentirse parte de su pueblo, el sentir propio su cultura y que esta continúe a nuevas generaciones, fortaleciendo y preservando los saberes ancestrales que le dan sentido a su vida en comunidad. De acuerdo con la UNESCO (UNESCO, s. f., pág. 4), EL PATRIMONIO CULTURAL INMATERIAL, – o ‘patrimonio vivo’ – es importante para todos. Configura lo que somos, lo que valoramos y nuestra forma de ver y actuar en el mundo de hoy.

Asimismo, la Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial es un tratado internacional que busca principalmente proteger y promover el PCI; tiene como finalidad (UNESCO, 2019) el respeto mutuo del patrimonio cultural inmaterial; el respeto de los usos consuetudinarios por los que se rige el acceso al patrimonio cultural inmaterial. Habiendo ya claridad en que el patrimonio cultural inmaterial son las prácticas, conocimientos ancestrales y tradicionales que se transmiten de generación en generación, se debe resaltar que lo que hace realmente valioso al PCI es que está vivo gracias a las personas que lo crearon, le dieron un significado y lo practicaban en el pasado, dándole continuidad al pasarlo a las nuevas generaciones, perpetuándolo en el tiempo, que si bien es dinámico y se adapta a los cambios de su entorno, este sigue perpetuándose gracias a esa comunidad luchadora, que no ha dejado que este desaparezca, creando un vínculo entre el pasado y el futuro a través del presente (UNESCO, s. f., pág. 5). Lo que hace única a esa comunidad de otra.

MUJER INDÍGENA EN COLOMBIA

Se ha evidenciado que a través de la historia la mujer indígena ha desarrollado un papel fundamental en la conservación y preservación de los saberes ancestrales de su comunidad; ha sido la encargada de mantener viva su cultura y tradiciones, así como que esos saberes ancestrales sean

transmitidos de generación en generación, lo que ha permitido que hoy en día sigan presentes los pueblos indígenas (Naciones Unidas, 2022, pág. 8).

Las mujeres indígenas son las guardianas de un acervo colectivo de conocimientos científicos y capacidades técnicas relacionados con la alimentación y la agricultura, la salud y la medicina, la gestión de los recursos naturales, las pautas climáticas, el lenguaje, los tejidos, las artes, las artesanías y las prácticas espirituales. Sus conocimientos, que a menudo no están escritos, se han adquirido a partir de la observación.

Pero las mujeres indígenas tienen este rol aún en la actualidad, porque desde siempre han estado involucradas en la educación de las nuevas generaciones, como indican Montalva y Velasco (Calfío Montalva & Velasco, 2005): Las mujeres indígenas han estado muy ligadas al proceso educativo. En muchos pueblos, son las mujeres quienes transmiten los saberes, las tradiciones, las formas de comportamiento, en definitiva, la propia cultura. Sin embargo, en la actualidad se presentan desafíos, como la globalización, la pérdida de los conocimientos ancestrales, el desplazamiento de sus territorios por el conflicto armado, por no tener acceso a alimentos o a aguas potables, las amenazas a sus territorios ancestrales por la explotación de los recursos naturales.

En Colombia, la mujer indígena ha sido persistentemente quien conserva y transmite las tradiciones de los pueblos indígenas, según la Organización Nacional Indígena de Colombia (Pastor Gil, s. f.): Las mujeres indígenas somos cuidadoras de vida, somos territorio, somos complementariedad, somos unidad, somos equilibrio, somos armonía, somos quienes aportamos a la pervivencia de nuestros pueblos.

Para aterrizar la investigación, se hablará específicamente del papel de la mujer en el pueblo wayuu. Polo Figueroa (Polo Figueroa, 2018, pág. 28) considera que la mujer es el punto de partida del clan. A la mujer wayuu le ha correspondido el

rol reproductivo, es decir, es la encargada de que haya nuevas generaciones en el pueblo indígena, en donde se destaca que el pueblo wayuu es matrilineal. En esta sociedad, el clan, el territorio y el ser wayuu se heredan por línea materna, es decir, solo el niño que proviene del vientre de la mujer wayuu pertenece al pueblo wayuu, por lo que si el padre es wayuu, pero la madre es ahijuna (mujer no perteneciente a la etnia wayuu), su hijo no es considerado wayuu (Guerra Velásquez, 2016). La organización del pueblo wayuu es por clanes, cada uno representado por su tótem, un animal, según Polo Figueroa (Polo Figueroa, 2018, pág. 17).

La organización social del pueblo wayuu, constituida por clanes cuyos miembros son única y exclusivamente descendientes por línea materna. El término clan en lengua wayuunaiki se dice /ei'rukkuu/; palabra derivada del morfema /ei/, que designa a la madre, y /rukkuu/, que significa carne; de donde literalmente ei'rukkuu sería los de la carne de la madre.

Por lo tanto, es quien asume el cuidado del hogar, es la encargada de preservar y transmitir de generación en generación sus saberes, cultura, tradiciones y valores; es por ello que el rol de la mujer wayuu en su pueblo es tan importante y significativo, ya que son las guardianas de su comunidad, y han estado siempre inmiscuidas en el aprendizaje y la educación de las nuevas generaciones, a través de sus costumbres y ritos. Así mismo, también tiene un rol productivo en su comunidad, ya que los tejidos son parte fundamental de las actividades productivas económicas y quien ejerce este arte mayoritariamente es la mujer, por lo que es de gran ayuda para el sustento del hogar, como lo resalta (Márquez Ramírez & Serrano Rodríguez, 2017, pág. 11): Casi todas las artesanas de La Guajira son mujeres; únicamente el 11.1% está conformado por hombres. En este departamento, la tejeduría es el oficio principal, además de ser una de las bases de su estructura cultural.

EL ARTE DEL TEJIDO, COMO UNO DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS DEL PATRIMONIO CULTURAL INMATERIAL EN EL PUEBLO INDÍGENA WAYUU

De acuerdo con el sitio web Artesanías Colombia (Artesanías Colombia, 2024), el tejido:

Es el entrecruzamiento o anudado de uno o más hilos o fibras, realizado directamente a mano o con agujas, en telares pequeños de marco o de cintura. Los materiales utilizados cubren una gran variedad; entre ellos se destacan el fique, la lana, las cerdas, crines, palmas y pelo.

El tejido indígena documenta historias, símbolos y valores; es una técnica ancestral que los enviste de un conocimiento que está arraigado a su cosmovisión, transmitida de generación en generación, y esta práctica es parte de la identidad cultural de la comunidad (Aguilar Arias, 2018). El tejido ha estado ligado a la historia de las culturas indígenas como columna vertebral de las mismas. Es importante documentar cuáles son esas historias, símbolos y valores que cuenta cada tejido, para mostrar qué hay detrás de cada obra maestra y el significado que estas tienen para las comunidades y de esta forma mostrar al mundo todo lo que encierra este arte y se reconozca el trabajo que hay detrás de cada tejido, ya que en muchas ocasiones son comprados por la belleza que los caracteriza, pero no comprenden su verdadero significado y las indígenas han encontrado en este arte la manera de contar y salvaguardar su historia en un lenguaje que, aunque bello, pocos llegan a comprender (Aguilar Arias, 2018).

El tejido indígena wayuu no se queda atrás; estos están cargados de significado, relacionado con sus mitos, costumbres, cosmovisión y su vida cotidiana. A través del rito del encierro se enseña a las niñas de la nación wayuu el arte del tejido; en él se transmiten conocimientos ancestrales. Sus tejidos son originales, únicos y hacen parte de sus vidas hasta su muerte. Los dibujos plasmados en sus tejidos se conocen como Kanasü, el arte de crear dibujos con distintos materiales e instrumentos, desde la simbología que ha de-

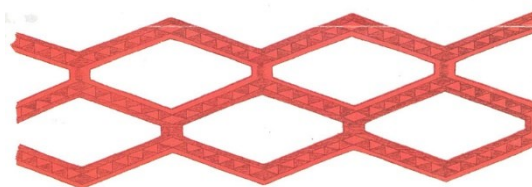
jado el legado ancestral (Nieto Gutiérrez, 2021, pág. 18).

Es necesario resaltar que solo se expondrán los significados que tiene para el pueblo wayuu el tejido específicamente de sus mochilas y chinchorros (Artesanías de Colombia, 2012, pág. 6).

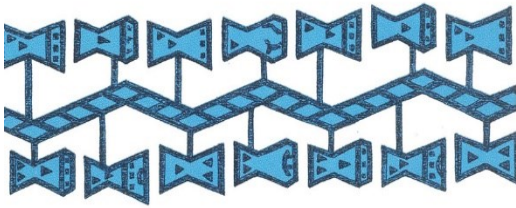
Todas las piezas artesanales de la comunidad Wayuu emplean como materias primas hilos de la industria en fibras acrílicas (hilos o lanas) o naturales (hilos o hilazas en algodón), estas últimas en menor escala. Las denominaciones comerciales de los hilos acrílicos son Miratex y Colibrí (empleados para chinchorros, las hamacas o mochilas), y de las lanas dulces son Pingüino, Ardilla, Caprichosa (para cordones, fajas, borlas o mochilas), entre otras.

Ahora bien, cada dibujo que la mujer wayuu teje se conoce como *kanasü*, que en su lengua indígena significa el arte de tejer dibujos; cada uno tiene su propio significado, cuentan una historia, representan de forma simbólica cómo perciben su medio ambiente. De acuerdo con (Artesanías de Colombia, 2012, pág. 5), son interpretaciones de la naturaleza, de lo cotidiano del mundo wayuu. Son figuras geométricas de gran complejidad, muy estilizadas, cada una con un nombre y significado propio. Se tejen sobre las mochilas o en tejidos de telar doble faz”. Tienen, por ejemplo, *Molokonoutaya*, como el caparazón del morrocoy. *Siwottouya*, como la huella que deja en la arena un caballo maneado. *Jime’uya*, ojo de un pescado (ver Figura 1).

Figura 1
Ilustraciones de los patrones de las mochilas
Siwotto’uyaa



Jime'uya



Molokonoutaya



Fuente: Obtenida de: <http://saman.nextohm.com/Retreat/Ceremonial-tools/mochila/Wayuu/>

El chinchorro para la nación indígena Wayuu es el lugar en donde los hacen, nacen, crecen y mueren; toda su vida pasa en torno al chinchorro. EL primero se lo regala la mamá o la abuela, porque para ellos tiene una connotación espiritual, ya que este representa el vientre de la madre, es un recordatorio de que comparte carne con ella, representa el cuidado y el amor, representa su primera casa. Anteriormente, las mujeres wayuu daban a luz en el chinchorro y así mismo a los wayuu se les velaba en este al morir (ver Figura 2).

Figura 2
Chinchorro Wayuu



Fuente: Artesanías de Colombia, 2024.

CASO DE ESTUDIO

El pueblo wayuu ha habitado históricamente la península de La Guajira, territorio entre Colombia y Venezuela, caracterizado por su clima árido. Este grupo indígena es uno de los más numerosos de la región y mantiene una estructura matrilineal donde las mujeres se encargan de la transmisión de saberes. En este contexto, el tejido tradicional, especialmente la elaboración de mochilas, chinchorros y mantas, se posiciona como fundamental dentro de la vida cotidiana y el simbolismo de los wayuu. Sus diseños representan elementos de la naturaleza, sus relatos constitutivos, su cosmogonía y su estructura social, lo que convierte a este arte textil en una manifestación y expresión de su conocimiento y funcionamiento.

En las últimas décadas, los productos textiles wayuu tienen una mayor visibilidad en mercados diversos, tanto nacionales como internacionales (ver Fig. 3). Particularmente por las mochilas wayuu; sin embargo, el patrimonio de las mujeres wayuu en esta labor pasa por tensiones económicas y culturales, ya que muchas artesanas enfrentan condiciones que ponen en riesgo su saber y su transmisión, al encontrarse con grandes cadenas de comercialización con dinámicas de mercado y problemáticas sociales que no permiten a la producción de las tejedoras wayuu ser suficiente.

A pesar de ello, el tejido wayuu se presenta como una de las principales actividades de sustento para numerosas familias; en este sentido, las mujeres forman parte del sostén tanto económico como de continuidad de los conocimientos ancestrales.

¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE LOS CONOCIMIENTOS ANCESTRALES DEL TEJIDO DE LA MUJER WAYUU PARA PRESERVAR EL PATRIMONIO CULTURAL INMATERIAL?

Esta pregunta nos lleva a un problema: ¿Cuáles son los aspectos que ponen en riesgo estas prácticas ancestrales a nivel social, económico y político y cuáles serían los riesgos de no preservar este patrimonio cultural inmaterial? Se realizará

Figura 3
Mochilas en la primera y en el mercado nuevo de Riohacha, La Guajira



Fuente: Autoría propia, 2024.

a través de trabajo de campo por medio de entrevistas realizadas a las mujeres tejedoras wayuu.

El objetivo principal de este proyecto es contribuir a la preservación del patrimonio cultural inmaterial del arte textil, enfocándose en el tejido de mochilas y chinchorros, elementos representativos de la identidad wayuu. Para lograrlo, se documentó el rol fundamental de la mujer Wayuu en la conservación de sus conocimientos ancestrales en el arte del tejido. Este saber ancestral es crucial no solo para enriquecer la cultura local, sino también para resaltar la importancia de la producción de mochilas y chinchorros, así como el significado que tienen para el pueblo Wayuu. A pesar de su valor significativo para la sociedad y los pueblos indígenas en Colombia, existe una falta de investigación que aborde adecuadamente el papel de la mujer en la conservación de este patrimonio y en la transmisión generacional de este conocimiento.

CONTEXTO HISTÓRICO

Con el objetivo de comprender el tejido wayuu, es menester saber de dónde emana esta práctica; así mismo, es importante conocer desde una perspectiva histórica el cambio que ha tenido la materia prima utilizada para la producción del tejido, resaltando 3 momentos históricos: antes de la colonización, durante la colonización española y en la actualidad.

La práctica del tejido wayuu tiene un origen mitológico; a pesar de que hay varias versiones,

todas tienen en común que fue la araña *Wale'kerü* quien les enseñó a tejer. Por lo anterior, se presenta una versión recopilada (Ramírez Zapata, 1995, pág. 22).

El amanecer de La Guajira despuntaba con las fajas y chinchorros que *Wale'kerü* ya había tejido. Los Wayuu le preguntaron cómo los había hecho y entonces, ella les contó. A la primera persona a quien enseñó fue a una mujer... y al pueblo le dijo: “Les enseñó a tejer si a cambio ustedes me dan un burro o una cabra”. Entonces los Wayuu le dieron sus prendas y collares. La historia de *Wale'kerü* está marcada por el amor. Ella se enamoró de un hombre wayuu, quien la llevó a donde su familia y su madre le dijo: “Toma este material para que tejas unas fajas”, y *Wale'kerü* se comió todo el algodón. De su boca salió el hilo ya torcido y preparado. *Wale'kerü* tejía por la noche y por eso al amanecer ya tenía una faja hecha. Un día, *Wale'kerü* vio que los Wayuu no lograban definir las formas y dibujos de sus tejidos. Entonces, empezó a hacer un caminito con cada dibujo y así, el pueblo aprendió. Enseñaba a las jóvenes que permanecían en el encierro, les pedía mucha atención, les prohibía mirar hacia los lados y distraerse, pues ella no podía estar enseñando para siempre. Las mujeres Wayuu aprendieron de *Wale'kerü* y esta las observaba atentamente en el telar. Estando en esas, las mujeres le decían: “¡Quítate!, tú eres muy pipona... ¿Qué haces aquí, pipona?” A lo que *Wale'kerü*

respondía: “...si supieran que tengo en mis manos los mejores dibujos y que se los voy a regalar...”.

Del anterior relato se puede apreciar que el tejido es un proceso de aprendizaje que ha pasado de generación en generación a las niñas de la comunidad wayuu, que toma gran importancia porque encierra la tradición de su cultura, que al final busca protegerla y preservarla a través de su cosmovisión, dándole un valor significativo dentro de su cultura al mito *Wale’kerü*. Es tanta su importancia que sigue presente en las generaciones actuales.

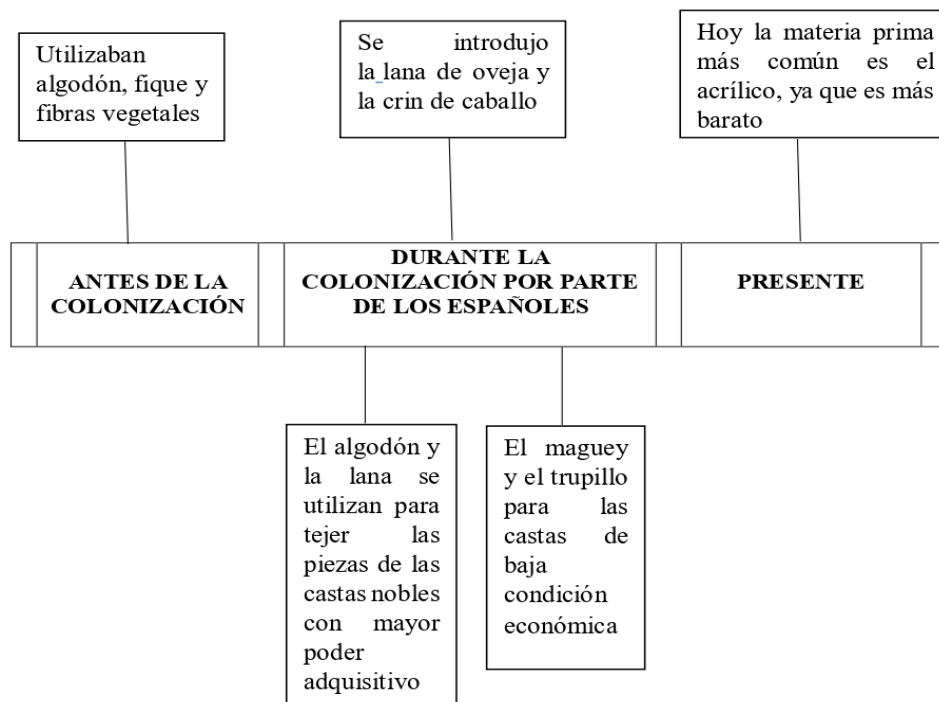
Por otro lado, antes de la colonización por parte de los españoles, los wayuu utilizaban para tejer algodón, fique y fibras vegetales, ya que antes en la zona de la baja Guajira era común que las abuelas cultivaran el algodón y lo convirtieran en hilo utilizando el huso o carrumba. Casi todo el hilo se dejaba en blanco porque para esa época no se utilizaba la pintura, pero los teñían con

plantas naturales. Para aquellas comunidades que no plantaban algodón, lo conseguían a través del trueque, en el que lo intercambiaban por productos de la zona o por trabajo, extrayendo el algodón de la planta (Artesanías de Colombia S.A., 2016). Posteriormente, con la llegada de los españoles, se introdujo la lana de oveja y la crin de caballo; el algodón y la lana se utilizan para tejer las piezas de las castas nobles con mayor poder adquisitivo, el maguey y el trupillo para las castas de baja condición económica. Hoy ya no se utilizan como materia prima los recursos naturales para la elaboración de sus mochilas y chinchorros; ahora se emplean los hilos acrílicos, ya que es mucho más barato (Mejía Pareja, 2020) (ver Figura 4).

MARCO NORMATIVO

El marco normativo más importante para Colombia es la Constitución Política de Colombia de 1991; por ello es relevante destacar que los

Figura 4
Línea de tiempo sobre los materiales utilizados en la artesanía Wayuu



Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de: <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/propin/article/view/7018/9582>

pueblos indígenas también tuvieron una participación activa durante la Asamblea Nacional Constituyente que dio origen a la Constitución de 1991, la misma que consagra su reconocimiento y la protección de la diversidad étnica y cultural del país, el respeto por su cosmovisión, usos y costumbres y lo que concierne al patrimonio cultural y la protección de este, que está a cargo del Estado y los particulares, previsto en los arts. 7, 8, 10, 63, 70, 71 y 72. Lo anterior ha ayudado a salvaguardar su patrimonio cultural inmaterial (PCI) y a la protección de los derechos de los pueblos indígenas. Asimismo, el convenio 169 de la OIT sobre los pueblos indígenas, tratado internacional que fue ratificado por Colombia por medio de la ley 21 de 1991, teniendo este el mismo valor jurídico que la Constitución, seguidamente hay leyes que buscan proteger, salvaguardar, conservar y divulgar el PCI, como lo es la Ley 1185 de 2008, que modifica y adiciona la Ley 397 de 1997, ley general de cultura. El objetivo de esta ley es fortalecer y promover la conservación del PCI. Así mismo, otorga beneficios tributarios para las personas que le apuesten a la salvaguardia del PCI, demuestra un cambio en la visión de patrimonio cultural en Colombia y estructura una lista representativa del patrimonio cultural inmaterial (LRPCI), que es un mecanismo de salvaguarda del PCI. Para el año 2006, Colombia suscribió la Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial de la Unesco del 2003 y en el 2008 lo ratificó, lo que llevó a comprometerse a adoptar medidas que le permitan identificar, promover y proteger el PCI del país para asegurar que estas prácticas culturales sigan vivas. El decreto 1313 del 2008 reglamenta lo relacionado con los consejos de patrimonio cultural inmaterial, que, según la Ley 1185 de 2008, es “el órgano encargado de asesorar al gobierno nacional en cuanto a la salvaguardia, protección y manejo del patrimonio cultural de la nación” (art. 7). Partiendo de lo anteriormente mencionado, el Ministerio de Cultura en el año 2009 expide dos documentos importantes: el primero es La Política Indicativa de Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial del país, en la que se estable-

ce, entre otras cosas, un marco para la identificación, documentación, promoción, investigación y preservación del PCI, reconociendo el valor invaluable de la identidad cultural que tiene la nación; y el segundo, el decreto 2141, que establece las normas para la gestión del PCI, es decir, crea y regula el sistema nacional de patrimonio cultural inmaterial y precisa los procedimientos para la protección del PCI. Por otro lado, la Resolución 330 de 2010 determina procedimientos de ingreso a la LRPCI, entre los cuales establece los requisitos y la documentación que deben presentar las propuestas para incluirlos en la LRPCI, los criterios de selección, los procesos de evaluación, de aprobación y registro, por lo que asegura que el ingreso a la LRPCI sea un proceso ordenado, transparente y participativo. A pesar de que la tejeduría wayuu no se encuentra en la lista representativa de patrimonio cultural de la nación, sí cuenta con una medida de protección, ya que tiene denominación de origen otorgada por la Superintendencia de Industria y Comercio; es decir, esta denominación de origen certifica que los productos de la tejeduría wayuu son originalmente de Colombia y protege los derechos de propiedad intelectual de los productos de la comunidad wayuu (ver Figura 5).

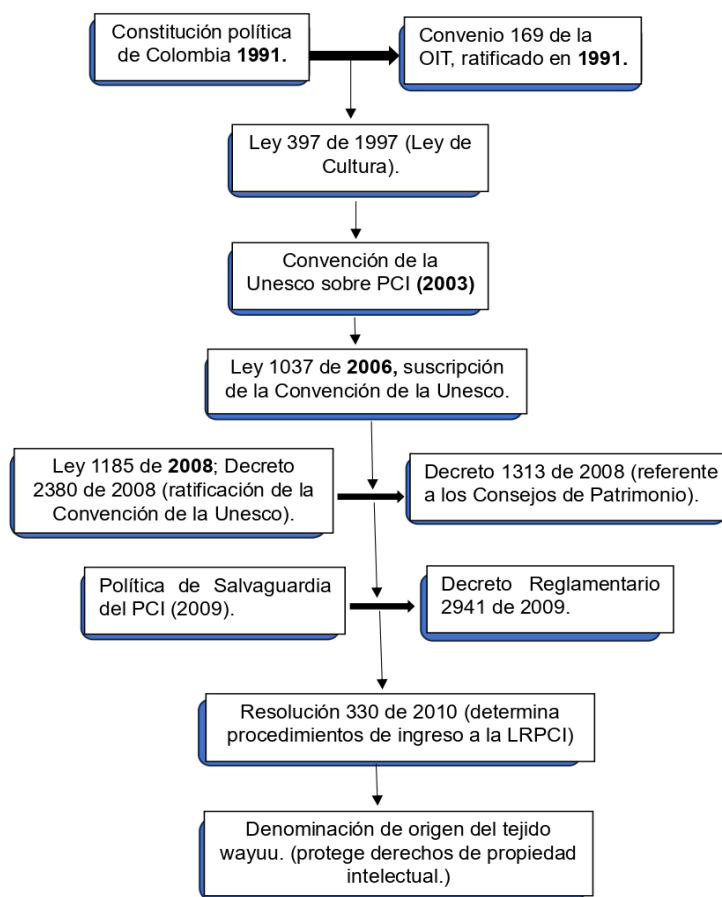
CASOS ANÁLOGOS

A continuación, se presentan dos casos análogos que aportan a la investigación por sus perspectivas y soluciones en contextos similares al de la comunidad wayuu y tener de esta manera puntos de apoyo y comparación dentro del análisis, primeramente, una de carácter nacional y seguidamente una de carácter internacional.

NACIONAL

El caso de Chigorodó proporciona un escenario crítico de referencia para la investigación (ver Figura 6). Ejemplifica el riesgo de pérdida de la producción de las mujeres wayuu en la contemporaneidad y la necesidad de tomar acciones inmediatas para evitar su extinción. Aparece la marca colectiva como propuesta resolutoria basada en el principio de producción artesanal

Figura 5
Leyes relacionadas con la protección del patrimonio en Colombia



Fuente: Elaboración propia con información obtenida de las leyes antes mencionadas, 2024.

y diferenciada, uniendo la producción bajo los saberes, técnicas y métodos de ambas familias para fortalecer la tradición de tejer su historia e insertarse en la competitividad del mercado con mayor solidez. Su propuesta es un marco elemental para formular estrategias efectivas en la conservación y reproducción del arte textil wayuu por la similitud en las condiciones dentro de las cuales se desarrollan ambas comunidades.

Figura 6
Aspectos generales del caso de Chigorodó.

Título	TEJIENDO ESTRATEGIAS PARA EL PROGRESO EN LA COMUNIDAD EMBERÁ, CHAMÍ DOJURA
Ubicación	Chigorodó, Antioquia, Colombia.

Problema	En este momento existen sólo dos familias que conservan la tradición de tejer su historia.
Producto	Tejido en chaquira.
Propuesta	Que la comunidad Dojura se convierta entonces en productora y promotora de su propia cultura, como resultado de un proceso de preservación y valoración de su artesanía, mediante la creación de una marca colectiva que ayude a la comunidad a diferenciar sus artesanías de otros productos y de esta manera poder brindar el realce a nivel nacional e internacional que se merecen.
Autor	Rocío Torres Novoa.

Fuente: Elaboración propia, 2024.

INTERNACIONAL

Por otra parte, el caso de las cooperativas en Campeche, México, se establece como ejemplo crucial sobre la relación entre la dependencia del Estado por parte de las productoras artesanales dentro de prácticas de economía solidaria. Va directo a la aplicación de la política pública y el apoyo social, así como el peso de su papel en la preservación de estas prácticas (ver Figura 7). Da continuidad al caso de la comunidad Dojura para mostrar que este tipo de organización requiere que se generen condiciones específicas en el entorno jurídico, económico y comercial para un desarrollo favorable. Para la comunidad wayuu, que presenta condiciones similares a ambos casos, este caso se posiciona como un punto de partida en el planteamiento de la participación comunitaria y política. Así, esta investigación enriquece sus perspectivas sobre la acción.

Figura 7
Aspectos generales del caso de Campeche.

Título	PRÁCTICAS DE ECONOMÍA SOLIDARIA EN LAS COOPERATIVAS ARTESANALES DE CAMPECHE.
Ubicación	Campeche, México.
Fenómeno de estudio	Explorar las prácticas de la economía solidaria que en la fase de producción y comercialización practican los socios de dos cooperativas artesanales localizadas en el estado de Campeche, México.
Producto	Son modelos de asociación impulsados por organismos gubernamentales a través de la política pública.
Resultado	Las cooperativas abordadas en este trabajo han permitido ilustrar que la organización social productiva impulsada por agentes externos, en muchas ocasiones, está condicionada por la obtención de los recursos que otorgan los programas gubernamentales y otros actores sociales.
Autores	Erika Cruz Coría y Judith Velázquez Castro.

Fuente: Elaboración propia, 2024.

RESULTADOS

Como ya se había mencionado antes, la presente investigación se centró en estudiar el rol de la mujer wayuu en la preservación del patrimonio cultural inmaterial del arte del tejido de Riohacha, La Guajira, Colombia. La población de interés son las mujeres wayuu que practican el arte del tejido, por lo cual se entrevistó a seis mujeres de esta comunidad (ver Figura 8).

Figura 8
Ubicación del caso de estudio



Fuente: Obtenido de: <https://www.colombia-sa.com/departamentos/guajira/guajira.html>

El rol de la mujer Wayuu en la preservación del patrimonio cultural inmaterial es de suma importancia, puesto que son guardianas de la cultura de su comunidad, y han estado siempre inmiscuidas en el aprendizaje y la educación de las nuevas generaciones, a través de sus costumbres y ritos; uno de los más destacados es el rito del encierro (ASÜRÜRA), que puede durar días, semanas, meses o incluso años. Se les realiza a las niñas del pueblo wayuu una vez han tenido su primera menstruación. En este tiempo es en donde le enseñan el significado de la mujer wayuu, aprenden a tejer, aprenden su valor dentro de la comunidad. Es importante resaltar que estos conocimientos son transmitidos solo por mujeres wayuu, ya sea su abuela, madre o hermanas; es un tiempo de reflexión y aprendizaje.

En este proceso de formación, en especial para las niñas Wayuu, es de vital importancia transmitir el valor real del rol de mujer que desempeñará durante todo su ciclo de vida como madre y abuela, principales transmisoras de la cultura Wayuu. Es, entonces, la mujer wayuu la principal responsable de la transmisión de la lengua, los valores y demás preceptos para la permanencia, desarrollo y progresión de la cultura Wayuu (Mesa Técnica Departamental de Etnoeducación Wayuu, 2024, pág. 46).

Las entrevistas evidencian que el tejido de las mujeres Wayuu tiene un papel activo en las funciones sociales y económicas dentro de la comunidad, además de su valor como elemento simbólico e identitario. Como actividad productiva, constituye un mecanismo mediante el cual se transmiten y preservan los valores propios de la comunidad y los conocimientos estructurales del funcionamiento social, heredados de manera intergeneracional.

Las mujeres entrevistadas externaron que el aprendizaje del tejido se lleva a cabo principalmente dentro de los núcleos familiares, específicamente entre madres e hijas o abuelas y nietas, por lo que también es una actividad que refuerza los lazos sociales y afectivos, es decir, tiene participación en las dinámicas de los núcleos familiares, principalmente en la unión de las mujeres.

Las participantes también refieren que el tiempo compartido en el tejer y las pláticas que se desarrollan durante este se transforman en un espacio donde se reproduce la cosmogonía, la historia y hasta la conformación política de la sociedad Wayuu. Es para ellas su forma de plasmar todo lo que aprende la mujer en el vivir dentro de la comunidad, desde que nace y es enseñada a tejer hasta que se convierte en madre y es quien ahora comparte su conocimiento.

Como parte de la reflexión sobre los aspectos que ponen en riesgo las prácticas ancestrales del tejido de las mujeres Wayuu, es fundamental considerar las dimensiones social, económica y política que afectan su continuidad. Los aspectos a nivel social que más afectan a la

conservación de los conocimientos ancestrales de las mujeres wayuu en Colombia han sido el desplazamiento de sus territorios por el conflicto armado, como por ejemplo la masacre al pueblo indígena wayuu en Bahía Portete. Este hecho generó el desplazamiento forzado de aproximadamente 800 indígenas hacia los municipios de Maicao y Uribia, y hacia la ciudad de Maracaibo en la República de Venezuela (Pardo Ayala, 2005, pág. 132). También el que no tengan acceso a alimentos o agua potable los hace desplazarse de sus territorios. Así mismo, las amenazas a sus territorios ancestrales por la explotación de los recursos naturales, actualmente con los proyectos que quieren llevar a cabo en sus territorios sobre fuentes no convencionales de energías renovables, lo que conlleva la desintegración de sus estructuras familiares y comunitarias, que dificultan que se sigan transmitiendo sus saberes ancestrales a las nuevas generaciones, lo que conlleva una debilitación de la cultura. Por otro lado, la globalización también arremete fuertemente, influenciando a las nuevas generaciones que pueden ver esos ritos y prácticas menos significativos ante esto. (Díaz Fonseca, 2022, pág. 20).

Las costumbres y creencias del pueblo wayuu se pueden ver reflejadas con mucha más seguridad en los ancianos e incluso en los adultos, hecho que entre las nuevas generaciones ha comenzado a mermar, ya que dicha fortaleza se ha visto afectada por la postura de desinterés que se percibe en estas generaciones por mantener el legado cultural y ancestral de su comunidad.

Asimismo, otro punto importante a tener en cuenta sería el económico, puesto que el tejido, además de ser parte de su tradición y cultura, ha sido una importante fuente de ingresos para las mujeres wayuu que les permite llevar comida a sus mesas o ayudar al sustento de su hogar, pero esta práctica se ve amenazada gracias a los grandes comercios que ofrecen productos similares a menor precio, o peor aún, la tercerización que comúnmente afecta a esta población, ya que son quienes hacen las artesanías, pero las venden por necesidad a un precio extremadamente bajo y son otras personas las que realmente obtienen

las ganancias, de acuerdo con Alvarado y Molero (Alvarado & Molero, 2023), en el que Edith, una mujer wayuu, resalta:

Éramos los únicos que vendíamos las mochilas, los sombreros, y la gente que compraba llegaba hasta aquí al resguardo; ya últimamente los alijunas (término que usan para referirse a todo aquel que no es wayúu) también comercializan las artesanías. Ellos tienen ventajas como un local, documentos ante la Cámara de Comercio y pueden vender en lugares más centrales y más baratos, y además tienen la oportunidad de llegar a las ferias.

Lo anteriormente mencionado lleva a resaltar el último aspecto a estudiar, el político; esto es porque en el departamento de La Guajira hay una deficiencia en las políticas públicas para la preservación de los conocimientos ancestrales del pueblo wayuu; no hay una política pública que prohíba la comercialización de estas artesanías por personas que no sean pertenecientes a la comunidad. Así mismo, en el ámbito nacional, los mecanismos de protección para la propiedad intelectual son insuficientes, pues se diseñan e implementan desde lo exterior, exotificando y tratando al patrimonio intelectual como un producto palpable sujeto a la idea de nación, como lo expresa Mejía (Mejía Pareja, 2020, pág. 28).

El Estado no ha logrado implementar mecanismos efectivos de protección de la propiedad intelectual colectiva para la comunidad, pues principalmente se ha asumido una concepción según la cual las obras de los pueblos indígenas son patrimonio nacional y, por lo tanto, pertenecen al Estado.

Como se presentó en los casos análogos, el desarrollo de estos procesos es altamente dependiente de los apoyos gubernamentales, por lo que la política pública debe ser integral, abarcando no solo el aspecto legal, sino también el apoyo socioeconómico que pueda dar solidez a la organización comunitaria. La falta de esta integración y la aplicación parcial por parte del Estado en materia de desarrollo, con respecto a la preser-

vación del patrimonio inmaterial, hacen que para la comunidad wayuu no existan efectos significativos, pues de nada sirve la denominación de origen cuando siguen siendo poco competitivos en el mercado y no pueden subsistir a base de sus propias actividades económicas. Siendo así absorbidos por los mercados líquidos en la posición de un producto nacional, del cual se puede disponer a voluntad sin tener realmente repercusión en las personas que conforman su producción.

Mientras Colombia no expida políticas públicas que sean efectivas para la protección y verdaderamente reconozca que esta práctica hace parte no solo de la memoria viva del pueblo Wayuu, sino también de lo multiétnico que representa al país, seguirá siendo una población altamente vulnerable; por eso es necesario que las políticas públicas garanticen, por ejemplo, que, de las ventas de artesanías al exterior del país, por lo menos el 60% de las ganancias les quede a las artesanas.

CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Los resultados de la investigación demuestran que el arte textil wayuu es un componente fundamental del patrimonio cultural inmaterial y de la identidad de esta comunidad indígena. Si bien es cierto que existen instrumentos jurídicos para la protección de su trabajo, como leyes y órganos encargados de la preservación del PCI, así como también hay denominaciones asociadas a la propiedad intelectual, su efectividad está condicionada a la apropiación comunitaria y a políticas públicas que garanticen su implementación real.

A través de ritos como el encierro, las mujeres wayuu están transmitiendo de generación en generación sus saberes ancestrales del tejido wayuu, manteniendo vivo este acervo característico de su cultura, lo que permite que se consoliden fuertes lazos familiares que facilitan el diálogo intergeneracional. De este arte textil la mujer wayuu puede sacar provecho, no solo económico, como lograr una independencia económica o mantener a su familia, sino también visi-

bilizar al pueblo Wayuu, dejar plasmados en sus tejidos su cosmovisión, sus sueños, sus vivencias y que toda la magia cruce las fronteras, que cada día el mundo se dé cuenta de la existencia de este pueblo y todo lo que significa este arte para ellos, que se visible, resalte, conserve y sobre todo preserve la cultura wayuu, un pueblo que ha persistido y luchado históricamente y que está ubicado en Colombia, un país que, como dice su constitución, es pluriétnico y multicultural.

Por lo anterior, Colombia debe hacer honor a su Constitución y crear políticas públicas que verdaderamente ayuden a la mujer wayuu en la conservación de su patrimonio vivo. ¿Por dónde empezamos? Así como los monumentos y obras de arte se identifican y coleccionan, el patrimonio cultural inmaterial también se puede recolectar y registrar. De hecho, el primer paso que debe dar un Estado para salvaguardar este patrimonio es identificar y registrar o inventariar las expresiones y manifestaciones susceptibles de ser consideradas patrimonio cultural inmaterial. Los inventarios pueden servir luego de base para elaborar medidas de salvaguardia de las manifestaciones o expresiones del patrimonio cultural inmaterial incluidas o descritas en ellos. Las comunidades deben participar en la identificación y definición del patrimonio cultural inmaterial, puesto que son las que deciden qué usos forman parte de su patrimonio cultural.

Para mantener una continuidad efectiva de las medidas implementadas, es indispensable agregar el arte del tejido de la mujer wayuu a la lista representativa del patrimonio cultural inmaterial del país para ayudar a la preservación y el reconocimiento de este conocimiento ancestral a nivel mundial, así como crear mecanismos de mayor eficacia para proteger la propiedad intelectual de sus artesanías. En este sentido, se deben fortalecer estrategias como las marcas colectivas comunitarias, los mecanismos de comercio justo y los programas que reconozcan a las mujeres Wayuu en el centro de la preservación del conocimiento colectivo y les permitan insertarse adecuadamente en los mercados.

La marca colectiva establece la realización de las leyes y elementos como la denominación de origen, así como también estrecha las relaciones entre la comunidad wayuu y el gobierno, teniendo como eje central a las mujeres. Es un mecanismo multifactorial y multidimensional que, al requerir la participación activa y colaborativa de ambos sujetos (comunidad y Estado), se incrusta en el sistema con mayor efectividad y sostenibilidad.

Por tanto, el peso de la efectividad recae en la formulación de relaciones y políticas públicas integrales que mantengan una dinámica que se mueva desde el interior de las sociedades indígenas, asegurando que las medidas implementadas puedan ser asimiladas y apropiadas por las comunidades indígenas para bien de su desarrollo y preservación.

REFERENCIAS

- Aguilar Arias, L. (2018). Manos que tejen el mundo. Mujeres Confiar. Recuperado el 26 de 07 de 2024, de <https://mujeresconfiar.com/manos-que-tejen-el-mundo/>
- Alvarado, A. & Molero, B. (26 de julio de 2023). Consonante, periodismo comunitario. Recuperado el 30 de 07 de 2024, de Consonante, periodismo comunitario: <https://consonante.org/noticia/una-lucha-desigual-mujeres-wayuu-se-enfrentan-a-grandes-comercios-para-vivir-de-sus-artesantias/>
- Artesanías Colombia (1 de agosto de 2024). Artesanías de Colombia. Obtenido de Artesanías Colombia: https://artesaniadecolombia.com.co/PortalAC/GlosarioPalabra/tejidos_113#:~:text=Es%20el%20entrecruzamiento%200%20anudado,%2C%20crines%2C%20palmas%20y%20pelo
- Artesanías de Colombia (06 de 2012). REFERENCIAL NACIONAL DE TEJEDURÍA, CAPÍTULO DE TEJIDOS, CHINCHORROS Y HAMACAS. E. p. S.A., Ed. Repositorio Artesanías de Colombia. Recuperado el 28 de 07 de 2024, de: <https://repositorio.artesaniadecolombia.com.co/bitstream/001/2781/1/INST-D%202012.%2076.pdf>
- Constitución Política de Colombia [Const]. Art. 72 (7 de julio de 1997). Colombia.

- Daza Daza, A. R. & Carabalí Angola, A. (2023). La representación socioespacial del territorio. Enfoques desde el saber ancestral de las comunidades indígenas wayuu de la Guajira colombiana. Cuadernos de Geografía, 53.
- DECRETO 1313 (23 de abril de 2008). Por el cual se reglamenta el artículo 7.º de la Ley 397 de 1997, modificado por el artículo 4.º de la Ley 1185 de 2008, relativo al Consejo Nacional de Patrimonio Cultural. Colombia. Obtenido de: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=30005>
- DECRETO 2941 (4 de agosto de 2009). Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 397 de 1997, modificada por la Ley 1185 de 2008, en lo correspondiente al Patrimonio Cultural de la Nación de naturaleza inmaterial. Colombia. Obtenido de: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=37082#:~:text=Reglamenta%20parcialmente%20la%20Ley%20397,manifestaciones%20del%20patrimonio%20cultural%20inmaterial>
- Díaz Fonseca, M. P. (2022). La Pérdida Cultural y Ancestral del Tejido Wayuu, a través de la Mercantilización de sus Mochilas por Tejedoras Arijunas, *bdigital.uexternado*, 1-97. Obtenido de: <https://edu.co/server/api/core/bitstreams/7e4ab297-f4cf-454d-9dfa-8657bb9e034d/content>
- España Romero, J. & Gallegos Aguilar, A. C. (25 de agosto de 2023). Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías. Recuperado el 22 de 07 de 2024, de Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías: <https://www.ciad.mx/pueblos-indigenas-agentes-de-cambio-y-guardianes-del-conocimiento/>
- Guerra Velásquez, S. L. (2016). Roles y Relaciones de Género en el Pueblo Indígena Wayuu. *Dialnet*, 8, 1-14. Recuperado el 22 de 07 de 2024, obtenido de: <file:///C:/Users/HP/Downloads/Dialnet-RolesYRelacionesDeGeneroEnElPuebloIndigenaWayuu-6557148.pdf>
- Legiscomex (2011). Productos distintivos de Colombia, ahora protegidos con un Sello de Denominación de Origen. Colombia. Obtenido de: <https://www.legiscomex.com/Documentos/sello-denominacion-origen-actualizacion>
- LEY 1037 (4 de septiembre de 2006). Por medio de la cual se aprueba la “Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial”, aprobada por la Conferencia General de la Unesco en su XXXII reunión, celebrada en París y clausurada el diecisiete (17) de octubre de 2003. Colombia. Obtenido de: [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1037_2006.html#:~:text=Referencia%3A%20Expediente%20LAT%2D290%20Norma,dos%20mil%20tres%20\(2003\)](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1037_2006.html#:~:text=Referencia%3A%20Expediente%20LAT%2D290%20Norma,dos%20mil%20tres%20(2003))
- LEY 1885 (12 de marzo de 2008). Por la cual se modifica y adiciona la ley 397 de 1997 -Ley General de cultura- y se dictan otras disposiciones”. Colombia: Diario Oficial No. 47.287. Obtenido de: <https://www.mincultura.gov.co/prensa/noticias/Documents/Patrimonio/Ley185-2008.PDF>
- LEY 397. Por la cual se desarrollan los Artículos 70, 71 y 72 y demás artículos concordantes de la Constitución Política y se dictan normas sobre patrimonio cultural, fomentos y estímulos a la cultura; se crea el Ministerio de la Cultura. (07 de agosto de 1997). Colombia: Diario Oficial No. 43102. Art. 4. Obtenido de: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0397_1997.html
- Márquez Ramírez, L. X. & Serrano Rodríguez, D. (2017). DIAGNÓSTICO DEL SECTOR ARTESANAL EN COLOMBIA. Min. Comercio, Industria y Turismo. Recuperado el 25 de 07 de 2024, de: <https://repositorio.artesanasdecolombia.com.co/bitstream/001/4102/1/INST-D%202017.%2041.pdf>
- Mejía Pareja, M. (2020). A necesidad de fortalecer la protección de la propiedad intelectual en los tejidos wayuu debido a las nuevas dinámicas de producción en la comunidad. *revistas. Externado*, 229-246. Recuperado el 23 de 07 de 2024, de: <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/propin/article/view/7018/9582>
- Mesa Técnica Departamental de Etnoeducación Wayuu (2024). *unesco.org* Recuperado el 30 de 07 de 2024, de *unesco.org*: <https://ich.unesco.org/es/project-education/ana-akua-ipa-un-proyecto-etnoeducativo-del-pueblo-indigena-wayuu-de-colombia-fechas-de-aplicacion-00442>
- Ministerio de Cultura (2009). Política de salvaguardia del patrimonio cultural inmaterial. Colombia. Obtenido de <https://www.mincultura.gov.co/ministerio/politicas-culturales/salvaguardia-patrimonio-cultural-inmaterial/>

- Documents/03_politica_salvaguardia_patrimonio_cultural_inmaterial.pdf
- Ministerio de Cultura (s. f.). CARACTERIZACIONES DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS DE COLOMBIA. Obtenido de CARACTERIZACIONES DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS DE COLOMBIA: <https://www.mincultura.gov.co/prensa/noticias/Documents/Poblaciones/PUEBLO%20WAYÚU.pdf>
- Naciones Unidas (2022 de agosto de 2022). ONU. Obtenido de ONU: <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/g22/446/71/pdf/g2244671.pdf?token=wCPh7HaK4GmNIRBmTb&fe=true>
- Naciones Unidas, CEPAL (2014). Los pueblos indígenas en América Latina. Santiago, Chile: Limitada • LC/L.3893/Rev.1. Recuperado el 22 de 07 de 2024, obtenido de: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/b1b631f7-30df-4668-9047-6e2060cb30a6/content>
- Nieto Gutiérrez, C. (2021). El tejido wayuu: un arte hacia el desarrollo humano y autodependencia para las mujeres de la etnia indígena, a partir de una comunicación para el cambio social. repositorio.javeriana.edu.co, 1-113. Obtenido de: <https://repositorio.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/60825/TG%20-%20Nieto%20Gutierrez%20Camila.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Organización Internacional del Trabajo (2014). Convenio 169 de la OIT sobre pueblos indígenas y tribales. Perú. Recuperado el 21 de 07 de 2024, obtenido de: [file:///C:/Users/HP/Downloads/wcms_345065%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/wcms_345065%20(1).pdf)
- Pardo Ayala, A. C. (2005). Los pueblos indígenas y sus derechos de cara al conflicto armado: ¿Retórica o realidad latente y manifiesta? *Dialnet*, 125-139.
- Pastor Gil, L. (s. f.). Mujeres Indígenas. Somos cuidadoras de la Vida. Somos Territorio, Somos Origen. Obtenido de ONIC: <https://onic.org.co/sitio/comunicados-onic/2026-mujeres-indigenas-somos-cuidadoras-de-la-vida-somos-territorio-somos-origen>
- Polo Figueroa, N. (2018). El Sistema Normativo Wayuu. U. S. Arboleda, Ed. Colombia. Recuperado el 24 de 07 de 2024, obtenido de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=933395>
- Ramírez Zapata, M. (1995). Banco de la República. Obtenido de Banco de la República: <https://babel.banrepcultural.org/digital/collection/p17054coll10/id/2757>
- Resolución 330 (24 de febrero de 2010). Por la cual se desarrollan algunos aspectos técnicos relativos al Patrimonio Cultural de la Nación de naturaleza inmaterial. Colombia. Obtenido de: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=39063>
- UNESCO (2003). Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial. Obtenido de Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial: <https://ich.unesco.org/es/convenci%C3%B3n>
- UNESCO (2019). unesco.org, recuperado el 30 de 07 de 2024, obtenido de: <https://ich.unesco.org/doc/src/Brochure-indigenous-people-201904-ES.pdf>
- UNESCO (s. f.). unesco.org, obtenido de: <https://ich.unesco.org/doc/src/01851-ES.pdf>
- Uriana, E. (28 de julio de 2023). Radio Nacional de Colombia. Obtenido de Radio Nacional de Colombia: <https://www.radionacional.co/noticias-colombia/la-guajira-rol-de-la-mujer-wayuu-en-el-territorio-indigena>

Financiamiento.

La presente investigación no recibió financiamiento específico.

Conflicto de interés.

Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación con la investigación, la autoría y/o la publicación del presente artículo.

Uso de inteligencia artificial.

Los autores declaran que no se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa en la elaboración del manuscrito o, en su caso, que su uso se limitó exclusivamente al apoyo lingüístico y de redacción, manteniendo en todo momento la responsabilidad sobre el contenido y las conclusiones del trabajo.

Contribución de autoría.

Los autores participaron en la conceptualización, desarrollo, análisis y redacción del manuscrito, de conformidad con los principios de la taxonomía CRediT (Contributor Roles Taxonomy), y aprobaron la versión final para su publicación.

Cocina tradicional de Zapotiltic, Jalisco: guardianas del patrimonio arquitectónico

Traditional kitchen of Zapotiltic, Jalisco: guardians of architectural heritage

DOI: <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i20.322>

CINTHIA NOEMI CARDENAS TIRADO

Universidad de Colima, México. ORCID: 0009-0000-5039-6654
Correo electrónico: hola@kinn.page

REYNA VALLADARES ANGUIANO

Universidad de Colima, México. ORCID: 0000-0002-9370-9769
Correo electrónico: reyna_valladares@ucol.mx

Recepción: 21 de febrero de 2025. Aceptación: 12 de mayo de 2025.

RESUMEN

Históricamente, las mujeres han sido responsables de las comidas familiares, gestionando el aprovisionamiento y la preparación (Murdock, 1937). Esta división de roles asigna a las mujeres un papel de reproducción que incluye las actividades de cuidado (Carbonero Gamundí y Levin, 2007). En México, la cocina es un símbolo nacional que encapsula la fusión de contextos históricos y tradiciones culinarias (Bak-Geller, 2006).

Sin embargo, procesos como la modernización y la urbanización han transformado las cocinas tradicionales. Reemplazando materiales y objetos tradicionales por industrializados, afectando los modos de habitar y la cultura material de sus habitantes (Campos Ramos y Román Kalisch, 2023). Las cocinas tradicionales de comunidades semiurbanas son espacios de resistencia cultural donde las mujeres actúan como guardianas y transmisoras de conocimientos culinarios (Christie, 2002).

Este estudio investiga cómo la dominación masculina ha influido en la configuración arquitectónica de las cocinas tradicionales de Zapotiltic, Jalisco, y su impacto en la división de género,

ABSTRACT

Historically, women have been responsible for family meals, overseeing provisioning and preparation (Murdock, 1937). This division of roles assigns women a reproductive function that includes caregiving activities (Carbonero Gamundí & Levin, 2007). In Mexico, the kitchen is a national symbol that reflects the intersection of historical context and culinary traditions (Bak-Geller, 2006).

However, processes such as modernization and urbanization have transformed traditional kitchens by replacing vernacular materials and objects with industrialized zones, thereby reshaping everyday practices and the material culture of their inhabitants (Campos-Ramos & Román-Kalisch, 2023). Traditional kitchens in semi-urban communities' function as spaces of cultural resistance, where women act as custodians and transmitters of culinary knowledge (Christie, 2002).

This study examines how male dominance has influenced the architectural configuration of traditional kitchens in Zapotiltic, Jalisco, and its implications for the gendered division of space and labor. It also analyzes how, despite these condi-

y cómo, pese a ello, las mujeres se han erigido en protectoras de los partidos arquitectónicos y los procesos de ordenamiento en los espacios relativos a la elaboración de alimentos.

La metodología aplicada en este estudio fue cualitativa y consistió en: selección de casos de estudio, levantamiento fotográfico y arquitectónico de las cocinas, análisis de sus componentes y entrevistas semiestructuradas para explicar las percepciones de sus usuarias (os). Entre los principales resultados se evidenció que la configuración arquitectónica de las cocinas refleja y perpetúa desigualdades de género; no obstante, las mujeres han resignificado estos espacios como territorios de resistencia cultural y guardianía del patrimonio arquitectónico e inmaterial. El estudio contribuye a los campos de la arquitectura vernácula, el patrimonio cultural y los estudios de género, ofreciendo una lectura crítica de los espacios domésticos en contextos semiurbanos mexicanos. Como limitación principal se señala que el análisis de este artículo se basa en dos casos de estudio, por lo que los hallazgos son de carácter exploratorio y no pueden generalizarse al conjunto del municipio.

Palabras clave: cocina tradicional, patrimonio arquitectónico, género, arquitectura vernácula, sostenibilidad cultural.

INTRODUCCIÓN

Históricamente, la cocina ha sido un espacio de roles de género en la sociedad mexicana, visto como un lugar de trabajo femenino y transmisión de saberes culinarios entre generaciones. Mendoza Álvarez y Méndez Montoya (2009) destacan que hasta los años sesenta, las mujeres desempeñaron este papel sin cuestionarlo. En el contexto maya, Dzib Hau et al. (2019) señalan que la cocina refleja cosmovisiones y roles de género, siendo el fogón símbolo de núcleo familiar. A partir de los años setenta, el trabajo remunerado modificó la relación entre género y cocina.

La cocina como espacio de construcción de identidad femenina y cultural persiste en su relevancia para la transmisión de conocimientos

culinarios (Méndez, 2019; Dzib Hau et al., 2019; Christie, 2002). Reconocida como patrimonio cultural inmaterial por la UNESCO (2010), es pilar de la identidad cultural mexicana, donde prácticas y significados simbólicos fortalecen las dinámicas sociales (Licona et al., 2019; Meléndez y Cañez, 2009). Según Soberanes Collado (2007), la modernización ha transformado estas prácticas, especialmente en las áreas semiurbanas y rurales; sin embargo, objetos como el comal y la piedra de moler aún representan la identidad cultural (López, 2002).

tions, women have assumed roles as protectors of spatial organization and food-related practices. A qualitative methodology was used, including the selection of case studies, photographic and architectural surveys, component analysis, and semi-structured interviews to explore users' perceptions. The findings indicate that the architectural configuration of kitchens reflects and reproduces gender inequalities; however, women have reinterpreted these spaces as sites of cultural resistance and as places for safeguarding both architectural and intangible heritage.

The study contributes to the fields of vernacular architecture, cultural heritage, and gender studies by offering a critical interpretation of domestic space in Mexican semi-urban contexts. A key limitation is that the study is based on two case studies; therefore, the findings are exploratory in nature and are not generalizable to the broader municipal context.

Keywords: traditional kitchen, architectural heritage, gender, vernacular architecture, cultural sustainability.

El trabajo no remunerado, en la cocina, perpetúa la percepción de este espacio como ámbito de cuidado y legado cultural femenino, aunque sin reconocimiento económico (Mendoza y Méndez, 2009). Meléndez Torres y Cañez de la Fuente

(2009) subrayan que la labor en la cocina no solo alimenta a las familias, sino que transmite un patrimonio cultural esencial en las comunidades rurales.

Aunque tradicionalmente privada, la cocina también converge con la vida pública, integrando objetos de relevancia comunitaria (López, 2002). Un ejemplo de esta convergencia se observa en Zapotiltic, un municipio históricamente influido por el comercio y la venta de alimento sobre el Camino Real de Colima, donde la economía local inicialmente se basó en servicios para viajeros (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2021). Sin embargo, la modernidad en Zapotiltic, impulsada por los terremotos del 1941 que destruyeron el 90% de sus construcciones, ha traído consigo la pérdida del patrimonio arquitectónico y de las cocinas tradicionales (Agraz, 2017; Gobierno Municipal de Zapotiltic, 2021) protegidas bajo normativa de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas (1972).

La preservación de estas cocinas trasciende el ámbito doméstico para constituirse en una cuestión de sostenibilidad cultural del hábitat. El Objetivo de Desarrollo Sostenible 11 (ODS 11, Ciudades y Comunidades Sostenibles) (ONU, 2015) establece la necesidad de proteger el patrimonio cultural y natural como condición para el desarrollo urbano justo e inclusivo (Giraldo y Zumbado, 2020). En este sentido, la pérdida de las cocinas tradicionales zapotiltenses no es solo una transformación arquitectónica, sino un proceso de desigualdad socioespacial que vulnera tanto el ODS 11 como el ODS 5 (Igualdad de Género) (ONU, 2015), dado que recae desproporcionadamente sobre las mujeres que habitan y sostienen estos espacios. Por su parte, Bortolotto (2014) advierte que el reconocimiento institucional del patrimonio cultural inmaterial, como el otorgado por la UNESCO en 2010 a la cocina mexicana, no garantiza por sí mismo la protección de las prácticas cotidianas de los grupos locales, quienes frecuentemente permanecen como informadores y no como titulares del proceso de patrimonialización.

MARCO TEÓRICO

Desde la época prehispánica, las cocinas mexicanas han evolucionado a través de una compleja interacción entre diversas influencias culturales y arquitectónicas. Las transformaciones arquitectónicas de estos espacios no pueden desvincularse de los cambios socioculturales que han tenido lugar a lo largo del tiempo. Bak Geller (2006) señala que la cocina mexicana ha asimilado diversas técnicas culinarias desde la influencia virreinal, tejiendo un sincretismo que ha enriquecido la forma de habitar estos espacios, lo que implica que la cocina no es un espacio físico estático, sino un reflejo de la evolución cultural y arquitectónica que se adapta a los cambios en los modos de vida y las dinámicas urbanas.

Rendell (2004) subraya que la investigación arquitectónica debe entenderse como una práctica interdisciplinaria que integra métodos cualitativos, la experiencia vivida y el análisis del espacio doméstico como producción cultural. Esta perspectiva es coherente con el enfoque del presente estudio, que analiza la cocina no como objeto aislado, sino como resultado de relaciones entre saber, hacer y habitar. En esta línea, Ingold (2013) propone comprender los materiales (incluyendo los utensilios domésticos) no como objetos con propiedades fijas, sino como flujos en constante transformación: las formas de las cosas no son impuestas desde afuera sobre un sustrato de materia, sino que son continuamente generadas dentro de los flujos de material (p. 19). Desde esta perspectiva, el metate, el comal y el fogón de las cocinas zapotiltenses no son simples herramientas, sino materiales vivos cuya historia está entretejida con la de las mujeres que los usan, heredan y preservan.

Campos Ramos y Román Kalisch (2023) profundizan en cómo la modernización y la urbanización han afectado tanto el diseño externo como la configuración interna de las cocinas. El reemplazo de materiales tradicionales por industrializados ha cambiado los modos de habitar y el uso de los objetos en estos espacios, lo que afecta la continuidad de las tradiciones culina-

rias. Soberanes Collado (2007) destaca que estas transformaciones se aceleran en localidades semiurbanas y rurales debido a la influencia de la globalización y los medios de comunicación.

La cultura alimentaria en la cocina mexicana es tanto una práctica tangible como intangible, representada por la transmisión de saberes y técnicas culinarias. Licona Valencia et al. (2019), Meléndez Torres y Cañez de la Fuente (2009) y López García (2002) coinciden en que estos espacios no solo albergan actos culinarios, sino que también son depósitos de memoria cultural, resiliencia y adaptabilidad frente a la modernización.

Christie (2002) señala que, aunque las estructuras económicas e ideológicas han transformado muchos espacios de la vida cotidiana mexicana, dentro de su cocina tradicional se ha mantenido una continuidad como lugar de resistencia cultural. Este espacio, aunque privado, se conecta con lo público a través de las prácticas culturales y la transmisión de saberes que ocurren en su interior.

La resiliencia es un concepto que subyace implícitamente en la mayoría de los autores antes citados. En el contexto de la cocina, puede comprenderse como la capacidad de las mujeres para adaptarse a los cambios y transformaciones culturales impuestas sin perder su identidad ni sus prácticas tradicionales. Mendoza Álvarez y Méndez Montoya (2009) y Christie (2002) destacan que la resiliencia en la cocina no solo alude a la capacidad de continuar preparando ciertos platillos o usando utensilios tradicionales, sino que también engloba la preservación de valores culturales y familiares a través de la comida.

Las mujeres de comunidades rurales o indígenas, como menciona Dzib Hau et al. (2019), han sido particularmente resilientes al mantener vivos sus sistemas alimentarios tradicionales, a pesar de las presiones de la modernización y la migración. A través del uso de ingredientes locales y la persistencia de métodos de cocción tradicionales como el comal o el fogón, estas mujeres resisten la homogeneización de la cultura alimentaria que trae consigo la globalización. Esta resistencia puede interpretarse también

como lo que Oslender (2003) denomina “discursos ocultos de resistencia”: prácticas cotidianas que, sin constituir un desafío abierto al poder dominante, preservan la memoria colectiva y la identidad cultural de una comunidad frente a las representaciones hegemónicas. En las cocinas zapotitlenses, tortear, moler en metate o mantener el fogón activo son actos que, en apariencia domésticos, funcionan como expresiones de una cultura que se niega a desaparecer.

Por otro lado, las mujeres desempeñan un papel crucial como guardianas del conocimiento culinario en la preservación del patrimonio cultural. Su rol en la cocina trasciende la provisión de alimentos para convertirse en transmisoras de saberes esenciales para la identidad cultural de sus comunidades.

Sennett (2012, citado en Maravelias, 2012) argumenta que la cooperación es una habilidad corporeizada que se transmite a través de rituales sociales y prácticas compartidas. Este planteamiento es aplicable a la cocina zapotitlense, donde el aprendizaje culinario no ocurre por instrucción formal, sino por participación directa: las mujeres aprenden haciendo, al lado de madres, abuelas y vecinas. En términos de Ingold (Rivera, 2015), este proceso corresponde al concepto de *making* (conocer a través del hacer), una práctica encarnada en la que el saber y el espacio se coproducen. La cocina es, en este sentido, simultáneamente el escenario y el producto de este conocimiento acumulado generacionalmente. Villaseñor Alonso y Zolla Márquez (2012) advierten, sin embargo, que la patrimonialización de estas prácticas conlleva riesgos: la apropiación simbólica por parte de grupos hegemónicos, el énfasis en lo especular sobre lo cotidiano y la visión esencialista del patrimonio pueden invisibilizar precisamente a quienes, como las mujeres zapotitlenses, construyen y reproducen dicho patrimonio día a día.

Con ello se conceptualiza la cocina como objeto-espacio que, de forma integral, permite entenderla tanto desde su materialidad como desde su dimensión simbólica. Es un espacio donde convergen los objetos culturales y las prácticas

sociales, generando una interrelación entre lo material y lo inmaterial, entre lo público y lo privado. Las cocinas mexicanas no son simplemente lugares de preparación de alimentos, sino espacios donde se perpetúan saberes, se adaptan tradiciones y se resisten las transformaciones que amenazan la identidad cultural.

METODOLOGÍA

Esta investigación construye una mirada de la cocina a través de las posturas teóricas de Heidegger (1953, 1964), Bachelard y Aicher (2004); una base conceptual que orientó la observación de la cocina en los instantes de su quehacer: consignar la imagen de la cocina detenida en fragmentos relevantes, momentos que han quedado como registro de lo que ha sido este espacio.

Siguiendo la propuesta de Rendell (2004) sobre la investigación arquitectónica como práctica interdisciplinaria que reconoce la experiencia vivida como fuente de conocimiento, se adoptó una metodología de investigación cualitativa, dividida en tres etapas: la primera fue la selección y catalogación de los casos de estudio, seguida del levantamiento fotográfico y arquitectónico de las cocinas seleccionadas. La segunda etapa consistió en el análisis de estos levantamientos mediante la gramática del diseño visual de Halliday y Matthiessen (2014), con el fin de identificar y segmentar los componentes de las cocinas. Finalmente, la tercera etapa fue la aplicación de entrevistas semiestructuradas para explotar las experiencias y percepciones de las usuarias(os) de estos espacios.

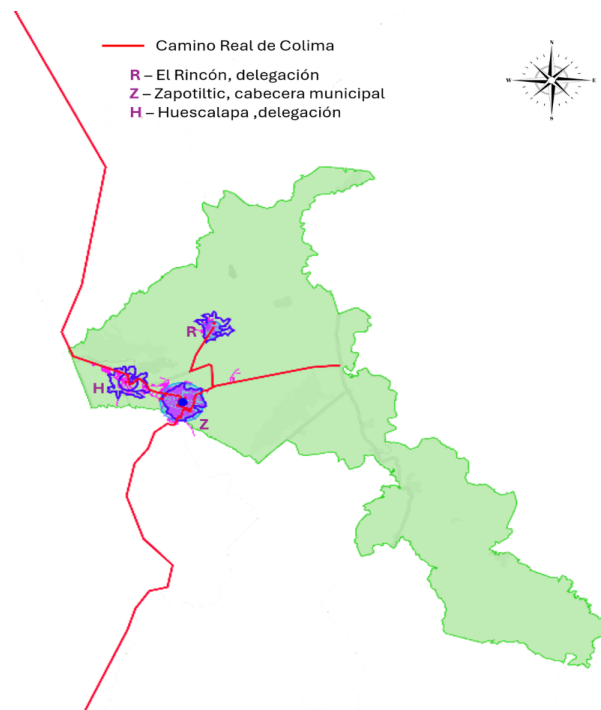
Los casos de estudio se seleccionaron mediante la estrategia de muestreo por bola de nieve (Huerta, 2001), iniciando con fincas aledañas al antiguo Camino Real de Colima, correspondiente a la traza urbana inicial del municipio de Zapotiltic, Jalisco. Esta estrategia presenta como sesgo principal la dependencia de redes de contacto previas, lo que puede limitar la diversidad de perfiles incluidos. Adicionalmente, dado que varios inmuebles ya no existen en su configuración

original o no fue posible acceder a ellos físicamente, parte de la información fue reconstruida a partir de testimonios orales y dibujos elaborados por las propias entrevistadas, lo que implica un margen de subjetividad e imprecisión que debe considerarse como limitación del estudio.

RESULTADOS

Se identificaron cinco casos de estudio a los que se tuvo acceso, ubicados en la zona centro de la cabecera municipal, la zona conurbada y la delegación de El Rincón (Figura 1). Los casos se catalogaron según la escala de clasificación socioeconómica de la Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión (AMAI) (D-Virtual, 2021) y la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (INEGI, 2022).

Figura 1
Mapa de ubicación de los casos de estudio, Zapotiltic, Jalisco.



Fuente: Elaboración propia con base en información de INEGI (2021).

La clasificación socioeconómica de la AMAI (D-Virtual, 2021) establece niveles que van del A/B (ingresos altos) hasta el E (ingresos muy bajos), con categorías intermedias C+, C y D+. La casona El Rincón (ca. 1895) pertenece a la clasificación A, la Casona La Fortuna (ca. 1825), a la clasificación B. La Casa Petra (ca. 1983-1985) se ubica en la clasificación C+. La casa Francisca (ca. 1954) y la Birriería (ca. 1968) corresponden a las clasificaciones D+ y D, respectivamente. Estos casos pertenecen también a diversas épocas históricas y contextos sociales, lo que permite una discusión comparativa enriquecedora.

Para efectos de este artículo, se profundiza en el análisis de dos casos: La Casa Petra (1983-1985, clasificación C+) y la Casa Francisca (1954, clasificación D+). La comparación entre ambas se justifica por la intervención espacial que cada una experimentó a lo largo del siglo XX y porque permiten contrastar cómo contextos socioeconómicos distintos, aunque próximos, generaron soluciones arquitectónicas diferentes ante las mismas presiones de modernización.

En las casas seleccionadas todavía se preparan platillos tradicionales de alta complejidad culinaria, entre la cuaxala, el pozole blanco, los tamales y los tamales de ceniza, junto con el ato-

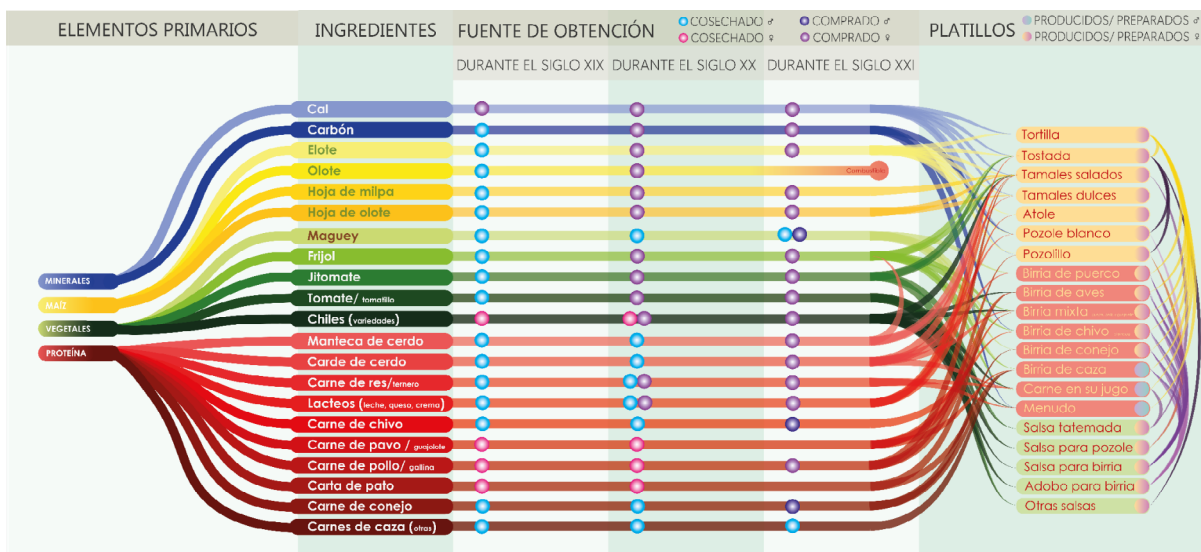
le de leche y tamarindo. Así como memorias de cuando se preparaba birria tatemada (elaborada mediante el proceso de tatemado en el horno de leña y marinada en adobo de chiles secos y especias, podía ser de chivo, becerro u otro), todos los alimentos elaborados a base de maíz requieren el proceso de nixtamalización, cuya ejecución demanda espacios específicos como la pila, el fogón y el metate o molino. Esta complejidad técnica y espacial es fundamental para entender la configuración de las cocinas tradicionales zapotitlenses (ver Figura 2).

Las áreas esenciales para la preparación de estos platillos se identificaron en tres zonas interconectadas: el fogón o área de fuego, la pila o área de agua y el corral o área de almacenamiento y producción de proteína. Su distribución se muestra en la Figura 3.

CASA FRANCISCA (CLASIFICACIÓN D+)

La cocina actual de la casa Francisca data de alrededor de 1984, mientras que la edificación del resto de la finca es de aproximadamente 1954 (información obtenida de los habitantes de la vivienda). Doña Francisca, de 86 años, se dedica principalmente a las tareas domésticas y es una cocinera de alta habilidad que practica el arte de

Figura 2
Cultura alimentaria zapotitlense



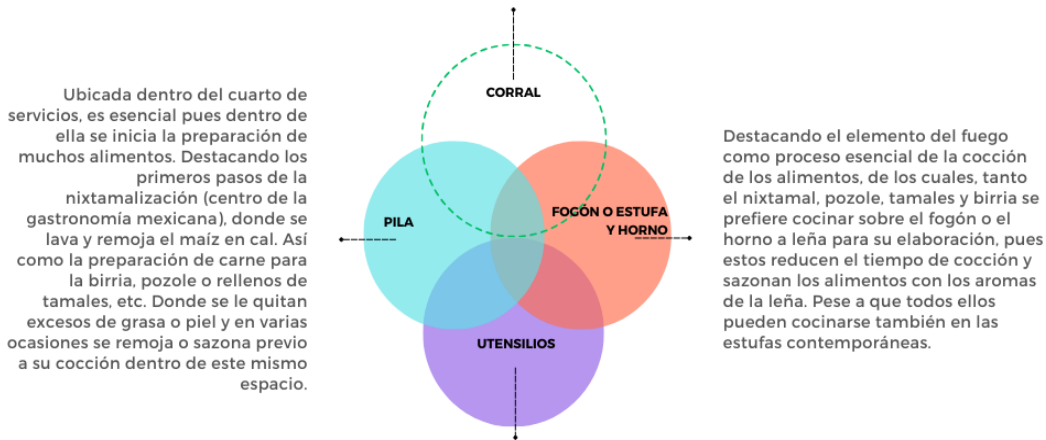
Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas.

Figura 3
Áreas esenciales para la preparación de comida tradicional en las cocinas zapotiltenses

ÁREAS ESENCIALES

PARA LA PREPARACIÓN DE COMIDA TRADICIONAL EN LAS COCINAS ZAPOTILTENSES

El corral (cuarto donde se encuentran los animales de consumo), aunque ya inexistente en todas las fincas ha sido sustituido en la actualidad por las carnicerías, antes era un espacio proveedor de proteína para los alimentos, que se vinculaba directamente con el patio de servicio.



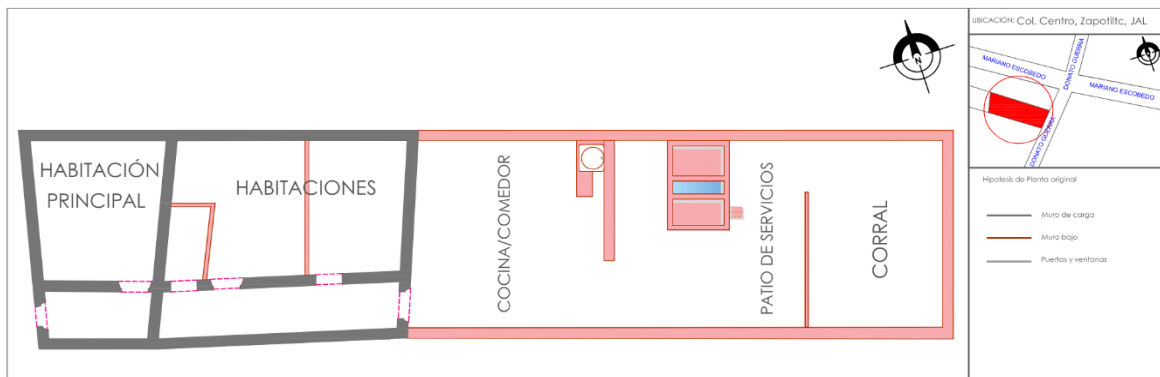
El uso de utensilios, generalmente de origen prehispánico y de gran tamaño sigue estando presente de forma activa dentro de las cocinas zapotiltenses y forman parte también de su composición arquitectónica, forjando con ello la cocina como un espacio-objeto. Con el uso constante de ollas de barro de gran tamaño, chiquihutes de tamaños variados y piedras como el metate o molcajete.

Fuente: Elaboración propia con base en observación y entrevistas.

tortear a mano los fines de semana y trabaja el deshilado como actividad artesanal. Dentro de la casa habitan doña Francisca, su esposo y un hijo con capacidades diferentes. Los fines de semana, la cocina se convierte en espacio de reunión para hijos, hijas, nietos, bisnietos y familia política al-

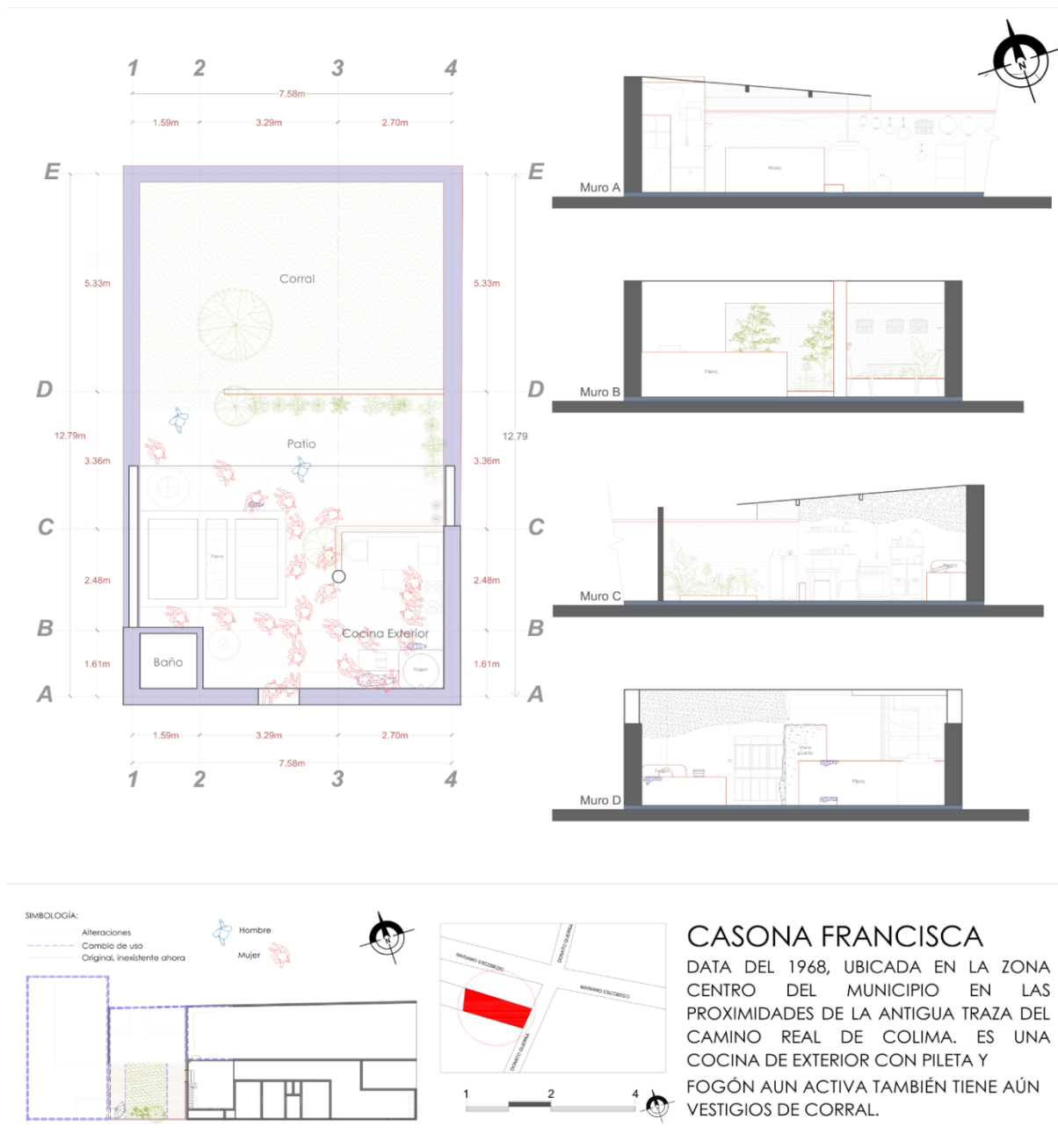
rededor del fogón. Con base en la información recabada durante el levantamiento arquitectónico y la entrevista de profundidad, se propone la siguiente hipótesis del partido arquitectónico original de la casa (ver Figura 4). La finca fue realizada por autoconstrucción.

Figura 4
Hipótesis de planta original, casa Francisca



Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas.

Figura 5
Planta actual y alteraciones, casa Francisca



Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas.

Al comparar la planta original (ver Figura 4) con la planta actual (ver Figura 5), se determinó que la mayoría de los cambios del partido arquitectónico fueron realizados durante el siglo XX, destacando la introducción de la estufa de gas y el refrigerador, así como la reubicación de la

cocina y el abandono del corral derivado de la disponibilidad de carnicerías locales y los métodos de refrigeración.

Con el objetivo de documentar la perspectiva de la usuaria, se recabó el siguiente testimonio relevante (Francisca, comunicación personal, 2024):

Pues mira, antes tenía yo la cocina en el cuarto de atrás, pero luego este hombre (su esposo) quiso taparla y poner un comedor, y me quitó mi fogón. Al final puse la pila y el fogón acá tras (...) acá me vengo a cocer también porque pega mucha luz y cabemos todas las muchachas a las que les enseño a gusto.

El análisis de los materiales (ver Figura 6) evidencia la temporalidad de las etapas constructivas y las alteraciones: se aprecia una mezcla de sistemas constructivos entre contemporáneos, como el block, frente a materiales históricos como el ladrillo rojo y el adobe.

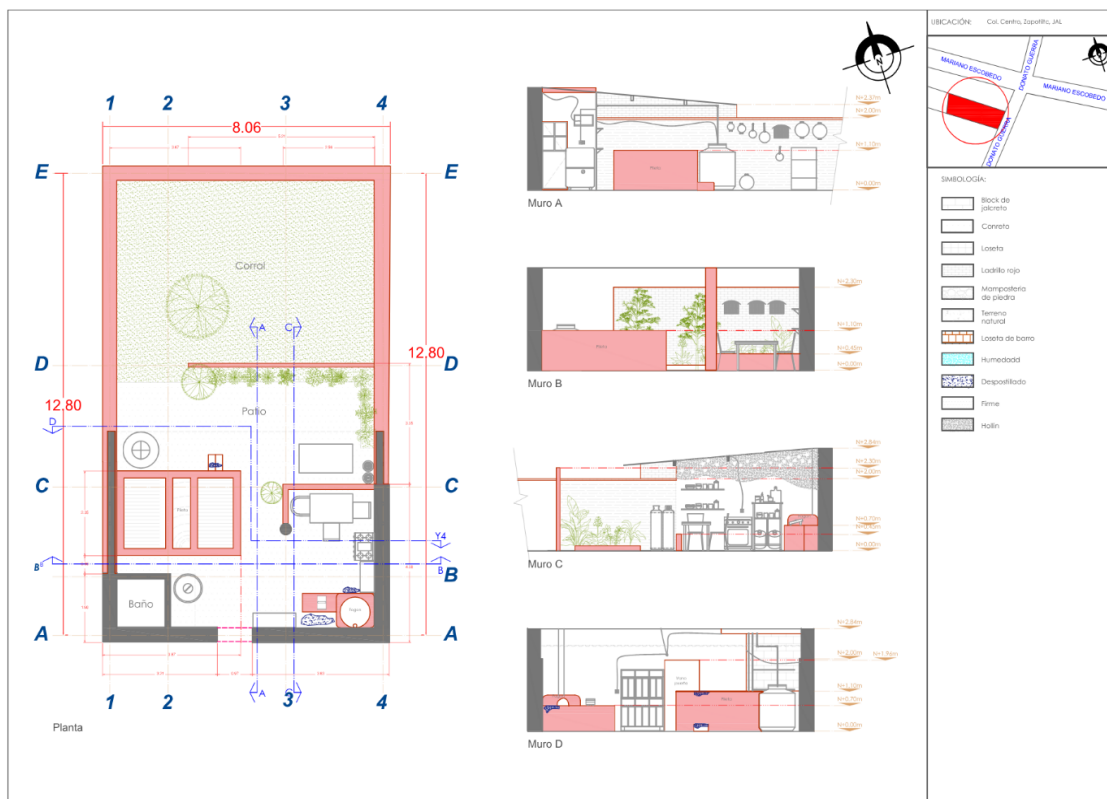
En la cocina de doña Francisca conviven utensilios contemporáneos y tradicionales. Los tradicionales (como los chiquihuites, que son un cesto de otate para conservar el calor de las tortillas), los tecomates (recipientes de barro, hoy sustituidos por plástico para vaciar agua de la pila), la

tortilladora de metal (anteriormente de madera), las cucharas de palo, el molcajete, los metates y las ollas de barro, configuran el espacio al dictar zonas de trabajo específicas: El área de acopio cerca de la pila. Un garabato (gancho de cocina para colgar alimentos) con tomatillos colgados completa la distribución. Esta disposición de objetos no es fortuita; responde a una lógica de uso que determina trayectorias, alturas de configuración espacial de la cocina. Siguiendo a Ingold (2013), estos utensilios no son “procesuales y relacionales”: su significado y su función emergen del flujo de actividad cotidiana en que están inmersos, lo que convierte a la cocina en un espacio que se genera y se transforma continuamente a través del uso.

CASA PETRA (CLASIFICACIÓN C+)

La construcción de la casa Petra data de entre 1983 y 1985, según información obtenida de los

Figura 6
Daños, deterioros y materiales de construcción, casa Francisca



Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas.

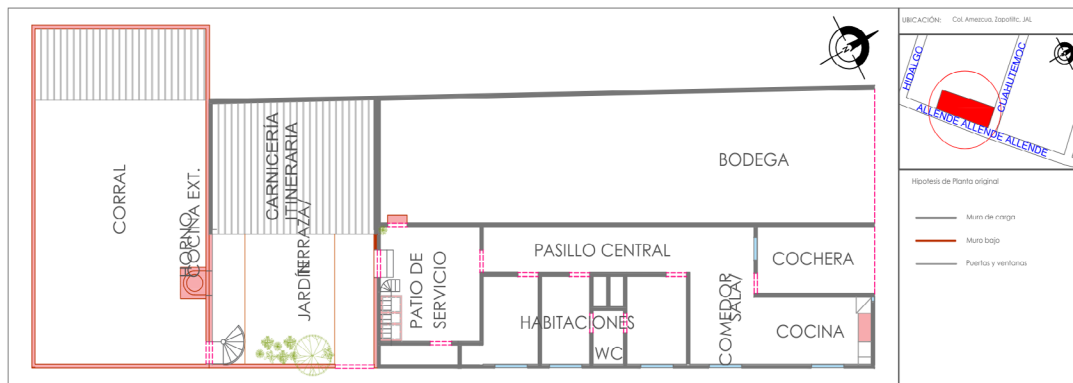
habitantes. Doña Petra, de 70 años y viuda desde 2016, se dedica a las tareas domésticas y en sus tiempos libres ejerce como catequista en la iglesia católica.

Contexto familiar: Dentro de la casa habitan doña Petra, una hija de 42 años (madre soltera) y la hija de esta última, de 10 años. No obstante, doña Petra prepara un desayuno abundante esperando la visita ocasional de sus hijos varones. Su

casa es el centro de celebraciones familiares y ella cuida frecuentemente a sus nietos de 6 y 4 años.

Análisis de la evolución arquitectónica: Con base en la información recabada, se propone la hipótesis del partido arquitectónico original (ver Figura 7). A diferencia de la casa Francisca, esta vivienda fue diseñada por un arquitecto, mientras que la cocina exterior (anterior horno a leña) y la

Figura 7
Hipótesis de planta original, casa Petra



Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas.

Figura 8
Planta actual y alteraciones, casa Petra



Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas.

pila fueron adaptadas y construidas por los mismos habitantes.

Aunque es la construcción más contemporánea del grupo de casos estudiados, la composición estructural añadida por los habitantes refuerza los patrones de la cocina tradicional zapotiltense: piletas, fogón u horno de leña. Esto denota que los usos y costumbres de finales del siglo XIX permanecen presentes en el siglo XX, preservados por la comunidad local. No obstante, el avance del siglo XXI trajo consigo la pérdida de elementos del patrimonio inmaterial (ver Figura 9).

El siguiente fragmento de entrevista ilustra la relación afectiva y funcional con los elementos tradicionales (Petra, comunicación personal, 2024):

De lo que más extraño es mi pila; ahí lavaba bien a gusto y, pues, también antes se necesitaba; lavábamos los tarros de la leche, el maíz del pozole, la carne y mi ropa (...) El corralito, pues también extraño mis gallinas, pero en parte así está bien,

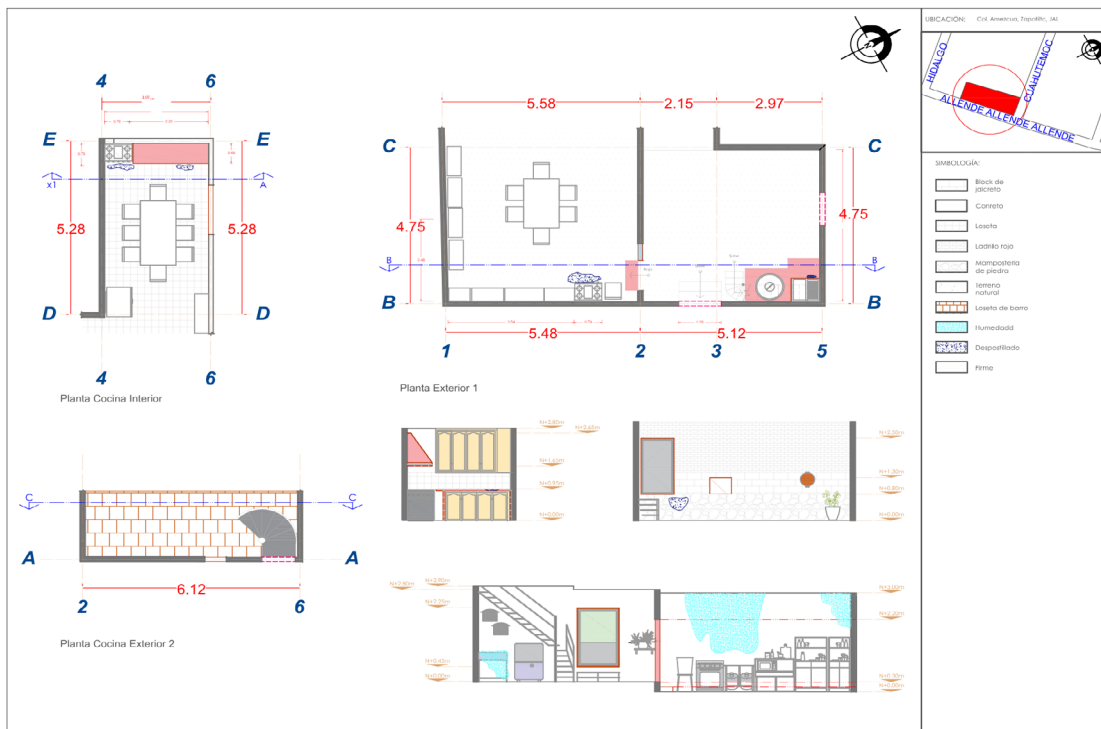
ya descanso más (...) Cuando quitaron el horno de la birria, pues sí sentí feo porque eran un recuerdo de Nabor (su esposo ya fallecido).

Observando una constante transformación del espacio doméstico a partir del fallecimiento del esposo de doña Petra.

DISCUSIÓN

Los testimonios de doña Francisca y doña Petra revelan que los cambios realizados en sus espacios respondieron, en la mayoría de los casos, a decisiones tomadas por esposos o hijos sin considerar las necesidades de las usuarias principales. Esto ilustra la teoría de la dominación masculina de Bourdieu (1998), según la cual dicha dominación no se ejerce sólo mediante la violencia física o explícita, sino a través de prácticas cotidianas y sistemas simbólicos que legitiman la superioridad masculina como algo “natural”.

Figura 9
Daños, deterioros y materiales de construcción, casa Petra



Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas.

Las usuarias describen estas transformaciones (ver Tabla 1) como imposiciones más que como decisiones propias, lo que denota la pérdida de control sobre espacios que, paradójicamente, la cultura asigna como “femeninos”. El capital simbólico al que alude Bourdieu (1998) se manifiesta

en el lenguaje, las representaciones culturales y las formas de percibir que naturalizan la superioridad masculina, incluyendo la toma de decisiones sobre el espacio doméstico.

En este contexto, Floyd (2004, p. 67) señala que la casa se ve como un sitio de reproducción

Tabla 1
Comparativa de casos: Casa Francisca y Casa Petra

Categoría	Casa Francisca (D+, ca. 1954)	Casa Petra (C+, 1983-1985)	Patrón Común
Identificación General			
Datación.	Ca. 1954 (finca); cocina actual ca. 1984.	Ca. 1983-1985.	Ambas construidas en la segunda mitad del siglo XX.
Nivel Socioeconómico (AMAI).	D+ (Ingresos bajos-medios).	C+ (Ingresos medios).	Niveles próximos; ambas reflejan condiciones económicas similares.
Tipo de construcción.	Autoconstrucción.	Diseño por arquitecto; cocina exterior por autoconstrucción.	La cocina exterior en ambos casos fue adaptada por los propios habitantes (autoconstrucción).
Configuración espacial			
Presencia de cocina exterior en la actualidad (2024-2025).	Sí, activa. Fogón y pila en uso cotidiano al exterior.	Sí, pero en desuso parcial. Horno de leña demolido; cocina exterior improvisada.	Ambas mantuvieron (o intentaron mantener) una cocina exterior adecuada a sus costumbres culinarias.
Presencia de corral.	Corral desaparecido; sustituido por área sin uso definido.	Corral desaparecido; espacio reconvertido.	Pérdida del corral en ambos casos por disponibilidad de carnicerías locales.
Distribución original vs. actual.	Cocina reubicada por decisión del esposo. El comedor invadió el espacio original de la cocina a modo de "comedor formal" en desuso.	Cocina interior conservada en su estado original; comedor integrado; cocina exterior improvisada sin diseño.	En ambas, la redistribución fue impuesta por miembros de la familia sin consultar a la usuaria.
Presencia de pila tradicional.	Sí, activa y en uso cotidiano.	Eliminada por prescripción médica (alergias al frío). Sustituida por pileta industrial.	Las dos contaban con pila original; en la Casa Petra fue eliminada contra la voluntad de la usuaria.
Tecnologías incorporadas.	Estufa de gas + fogón de leña activo en paralelo. Refrigerador.	Estufa de gas (interior) + fogón de gas portátil en exterior. Refrigerador.	Coexistencia de tecnología moderna y tradicional, aunque con distinto grado de conservación.
Utensilios y cultura material			
Metate.	En uso activo para moler masa.	Conservado como elemento decorativo; en desuso.	Presente en ambas casas; marca distintos estadios de la transición uso → ornamento (Ingold, 2013).
Comal.	De metal, en uso regular; tortería a mano los fines de semana.	De acero, en uso; comal grande de 80 cm heredado del esposo.	Ambas conservan el comal como utensilio central y como objeto afectivo.

Categoría	Casa Francisca (D+, ca. 1954)	Casa Petra (C+, 1983-1985)	Patrón Común
Utensilios prehispánicos activos.	Molcajete, chiquihuites, jarros de barro, cucharas de palo, torteadora, garabato.	Chiquihuites, ollas de barro, torteadora; menor variedad que en Francisca.	Las dos conservan utensilios de origen prehispánico que determinan la distribución espacial de la cocina.
Utensilios como elementos decorativos.	Piedras, cazuelas y molcajetes colgados como ornamento cuando no están en uso.	Metate y cazuelas conservados como memoria afectiva y decorativa.	Los objetos heredados operan como "patrimonialización doméstica espontánea" (Villaseñor y Zolla, 2012).
Dinámicas de género			
Toma de decisiones sobre el espacio.	El esposo decidió eliminar el fogón interior y construir el comedor en su lugar.	El esposo e hijos decidieron eliminar el horno de leña y modificar la distribución.	En ambos casos, los cambios espaciales fueron impuestos por hombres del hogar.
Participación masculina en la cocina.	Nula participación.	Participación activa en la elaboración de alimentos rituales como la birria por el esposo difunto.	Participación masculina limitada a la elaboración de platillos ceremoniales (birria); no a la cocina cotidiana.
Patrimonio e identidad			
Resistencia cultural.	Mantiene fogón activo pese a presiones externas; conserva prácticas prehispánicas.	Extraña y lamenta la pérdida de la pila y el horno; preservó comal y metate.	Ambas exhiben "discursos ocultos de resistencia" (Oslender, 2003) frente a la modernización impuesta.
Protección legal del patrimonio.	Sin reconocimiento legal; espacio del siglo XX excluido de la Ley Federal de Monumentos (1972).	Sin reconocimiento legal; construcción posterior a 1900.	Ambas quedan fuera del marco legal de protección patrimonial vigente en México.
Problemáticas específicas			
Violencia ergonómica.	Cocina exterior sin diseño ergonómico; alturas y trayectorias no adaptadas al perfil de la usuaria.	Cocina interior diseñada sin considerar el volumen de utensilios tradicionales ni las trayectorias de trabajo.	En ambas, el diseño impuesto generó hacinamiento y acumulación desordenada de objetos (Lorenzo-Palomera et al., 2018). La imposición de diseños ajenos al contexto cultural generó el mismo efecto en ambas viviendas.
Pérdida de elementos patrimoniales.	Pérdida del fogón interior original; corral desaparecido.	Pérdida de la pila, el horno de leña y el corral.	Ambas experimentaron demolición de elementos arquitectónicos tradicionales por decisiones ajenas a la usuaria.
Desconexión entre zonas de trabajo.	Distancia entre fogón exterior y área de servicio interior obliga a trayectorias largas.	Doble cocina (interior/ exterior) sin integración funcional; incrementa carga de trabajo.	Ambas presentan flujos de trabajo fragmentados que aumentan el esfuerzo físico de la usuaria.

Fuente: Elaboración propia.

social donde las mujeres están asignadas a roles laborales en la cocina, mientras los hombres (y en ocasiones también las hijas con mayor poder de decisión) supervisan y controlan los recursos familiares. La cocina se presenta, así, como un lugar de trabajo arduo y ambiguo: simultáneamente “el corazón de la casa” y un espacio donde se representan relaciones opresivas.

Sin embargo, no puede afirmarse que exista una subordinación completa de las usuarias. En ambos casos se observan destellos de resiliencia y empoderamiento: Doña Francisca reubicó su fogón en el exterior y además convirtió ese espacio en un taller comunitario donde imparte clases de deshilado; doña Petra reinstaló su cocina exterior, preservando como espacio de convivencia familiar. En ambos casos, el comedor y la familia terminan siguiendo a la cocinera, lo que la mantiene como núcleo simbólico y afectivo del hogar. Estas adaptaciones pueden interpretarse también como una forma de diseño social desde abajo; Martínez Osorio et al. (2017) argumentan que el diseño puede funcionar como un hacedor de lugares (place maker) que genera sentido comunitario y empoderamiento local, más allá de los productos físicos que produce. Las mujeres zapotitlenses, al reconfigurar sus cocinas según sus propias necesidades y saberes, ejercen una práctica de diseño participativo que la arquitectura institucional no suele reconocer ni valorar.

La necesidad de contar con espacios amplios responde, en parte, a este uso comunitario de la cocina. Soberanes Collado (2007) argumenta que la evolución arquitectónica de las cocinas puede influir significativamente en la vida diaria, tanto positiva como negativamente; en los casos estudiados, la adaptación a la modernidad se tradujo en un despojo cultural y patrimonial que las usuarias resistieron activamente, preservando sus usos y costumbres culinarios.

Aplicando la gramática visual del diseño de Kress y Van Leeuwen (2021), el análisis de daños y deterioros (ver Figuras 6 y 9) permite determinar el tiempo dedicado al cuidado: los hundimientos en los pisos frente al fogón y la pila son

huellas físicas de jornadas prolongadas de trabajo doméstico.

En la reconfiguración de los espacios tras la intervención externa, se identifican similitudes con el estudio de Lorenzo Palomera et al. (2018), quienes señalan que la imposición de medidas de vivienda ajenas a la ergonomía local y a los usos culturales “provoca la reducción de gran variedad de prácticas culinarias, generando hacinamiento y acumulación desordenada de muebles y objetos para su funcionamiento” (p.26). Este fenómeno es particularmente visible en ambos casos cuando los nuevos diseños (cambios decididos y realizados sin consultar a las usuarias) no contemplaron el volumen de utensilios ni las trayectorias necesarias para la cocina tradicional (ver Figuras 10 y 11), forzándolas a habitar espacios que no corresponden a sus hábitos y costumbres culinarias.

Figura 10
Desorden acumulado dentro de
la cocina, casa Francisca



Fuente: Fotografía de las autoras.

Figura 11
Desorden acumulado dentro de la cocina exterior improvisada, casa Petra



Fuente: Fotografía de las autoras.

Siguiendo el análisis de García (2003) sobre los significados sociales del comal y la piedra de moler entre las mujeres ch'orti'es de Guatemala, se identificó que en las cocinas zapotiltenses estos objetos siguen presentes con usos y significados similares. En la Casa Francisca, el metate se utiliza activamente para moler masa; en la Casa Petra, se conserva como elemento decorativo y de memoria afectiva. Desde la perspectiva de Ingold (2013), esta distinción es significativa: un metate en uso es un material cuyas propiedades se actualizan continuamente en el flujo de la práctica culinaria; un metate en desuso que se conserva como ornamento es ya un objeto, una materialidad fija que guarda la memoria de esa práctica, pero ya no la produce. Esta transición del uso al ornamento es también, en términos de Villaseñor Alonso y Zolla Márquez (2012), una forma de patrimonialización espontánea que ocurre en la escala doméstica y que merece ser reconocida como tal.

En ambos casos, el comal de barro y el metate heredados de madres, abuelas o tías funcionan como símbolos de identidad y continuidad cultural, tal como lo describe García (2003) para las mujeres ch'orti'es. Retomando a Oslender (2003), la preservación de estos objetos y las prácticas que los acompañan pueden leerse como un “dis-

curso oculto de resistencia”; no se trata de una confrontación abierta con la modernidad, sino de la persistencia silenciosa de una cultura que encuentra en los objetos cotidianos su vehículo de transmisión y continuidad. La cocina, en este sentido, opera como el espacio donde lo oculto se vuelve práctica y donde la memoria se hace cuerpo a través del quehacer.

Figura 12
Aplicación de cazuelas y piedras como elementos decorativos, casa Francisca



Fuente: Fotografía de las autoras.

Figura 13
Aplicación de cazuelas y piedras como elementos decorativos, casa Petra



Fuente: Fotografía de las autoras.

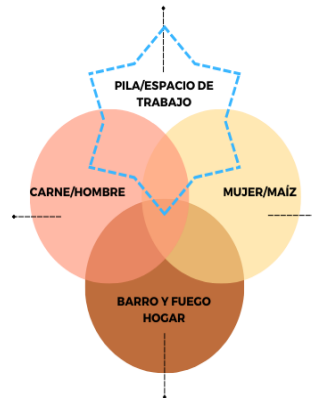
Figura 14
Simbolismo detectado en la cultura alimentaria zapotiltense

SIMBOLISMO DETECTADO

EN LA CULTURA ALIMENTARIA ZAPOTILTENSE

Siendo el espacio más constante observado en los casos de estudio podemos notar que la presencia de las pilas forma parte esencial de la concepción del espacio de la cocina, pues forma una parte primordial del espacio de trabajo conjunto de las mujeres zapotiltenses.

Dentro de las preparaciones tradicionales del municipio, la Birria se destaca como el único alimento que se prepara en su mayoría por el hombre, ya que la mujer solo participa en la molienda de especias que posteriormente formaran el adobo, sin embargo, donde la participación del hombre en otros platillos elaborados a base de proteína de animales de mediano o gran tamaño actualmente se ha visto relegada con la introducción de carnicerías.



La mujer aún hoy en día sigue siendo la principal actora en las elaboraciones de alimentos a base del maíz, pues suele ejecutar tanto la preparación de la nixtamalización del mismo como su cocción, molida y/o amasado adecuado para cada una de las preparaciones derivadas del mismo, en platillos como el pozole, tamales o atole y sin falta en las tortillas de mano.

Con la tendencia observada en las entrevistas en la que el comedor sigue al fogón (o estufa) podemos deducir que la cocina dentro del municipio de Zapotiltic, sigue siendo considerada como el corazón del hogar.

Fuente: Elaboración propia.

La presencia de estos elementos, en uso o como decoración, refleja el sincretismo cosmovisión transmitido implícitamente de generación en generación entre las mujeres. Este sincretismo también se manifiesta en la preparación de alimentos, como se ilustra en la Figura 14. Cabe destacar que aspectos como la participación masculina en la elaboración de platillos como la birria requieren mayor profundización dentro de análisis futuros, dado que la muestra presentada en este no permite establecer generalizaciones para el conjunto del municipio.

CONCLUSIONES

Este artículo examinó la configuración arquitectónica de dos cocinas tradicionales de Zapotiltic, Jalisco: La Casa Francisca (clasificación D+, ca. 1954) y la Casa Petra (clasificación C+, 1983-1985) (ver Tabla 2), desde una perspectiva de género,

con el objetivo de comprender cómo las dinámicas patriarcales han modelado estos espacios y cómo las mujeres los han resignificado.

Los resultados permiten concluir que la cocina zapotiltense tradicional no es solo un símbolo nacional arraigado en la herencia cultural, sino también un espacio donde se reflejan y perpetúan desigualdades de género. La evolución de la cocina y su configuración están en ambos casos por esposos e hijos, sin considerar las decisiones ni las necesidades de las usuarias principales, lo que constituye una forma de violencia simbólica en el sentido que Bourdieu (1998) otorga a este concepto.

No obstante, las mujeres enfrentan estas situaciones adaptándose y forjando resiliencia dentro de estos espacios, aferrándose a sus usos y costumbres y resignificando la cocina como espacio de crecimiento personal y, en ocasiones, de generación de ingresos. Al preservar el fogón, el metate y el comal como objetos activos o como

Tabla 2
Resumen comparativo de casos: Casa Francisca y Casa Petra

Similitudes y problemáticas comunes	
Hallazgo	Descripción
Similitudes estructurales.	Ambas casas perdieron su corral, experimentaron la reubicación de la cocina y la incorporación de tecnologías modernas durante el siglo XX, siempre por decisión de miembros masculinos del hogar.
Resistencia cultural activa.	Las dos usuarias mantienen prácticas culinarias prehispánicas (tortería, nixtamal, uso del comal y metate) y han resignificado sus cocinas como espacios comunitarios y de transmisión de saberes.
Violencia simbólica compartida.	En ambos casos, la dominación masculina (Bourdieu, 1998) se ejerció a través de decisiones espaciales sin consultar a las usuarias principales, generando pérdida de elementos patrimoniales.
Hacinamiento funcional.	La imposición de diseños ajenos al contexto cultural tradicional generó en ambas viviendas acumulación desordenada de utensilios y flujos de trabajo fragmentados (Lorenzo-Palomera et al., 2018).
Invisibilidad institucional.	Ninguna de las dos cocinas está protegida por la Ley Federal de Monumentos (1972). Las usuarias son portadoras del patrimonio inmaterial reconocido por la UNESCO (2010), pero permanecen al margen de los marcos legales (Bortolotto, 2014).
Sostenibilidad cultural en riesgo.	La pérdida progresiva de elementos tradicionales (pila, horno, corral) amenaza la continuidad de las prácticas culinarias que constituyen una forma de sostenibilidad cultural del hábitat (ODS 11; Giraldo-Ospina & Zumbado-Morales, 2020).
Diferencia clave.	La Casa Francisca conserva más elementos activos en uso (fogón, pila, metate en uso). La Casa Petra exhibe mayor grado de transición hacia el desuso ornamental de los elementos tradicionales, lo que Ingold (2013) describiría como el paso del material al objeto.

Fuente: Elaboración propia.

memoria decorativa, se convierten en guardianas no solo de la gastronomía tradicional zapotitlense, sino también de los sistemas constructivos y partidos arquitectónicos correspondientes a los siglos XIX y XX.

Estos espacios resguardan y producen el patrimonio inmaterial denominado “cocina tradicional mexicana”, declarado así por la UNESCO (2010); sin embargo, permanecen desprotegidos bajo los criterios de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 1972), que reconoce únicamente los bienes construidos del siglo XVI al XIX. Bortolotto (2014) señala a las comunidades un papel activo en la salvaguarda de sus prácticas, aunque en la implementación real estos agentes suelen quedar relegados a la función de informadores. En el caso zapotitlense, las mujeres cocineras son las verdaderas portadoras del patrimonio, pero permanecen al margen de los marcos legales que podrían protegerlo.

Desde la perspectiva del ODS 11 (Giraldo y Zumbado, 2020), la preservación de estas cocinas vernáculas en un componente requiere no solamente infraestructura física, sino también la conservación del tejido cultural y de las prácticas cotidianas que cohesionan a las comunidades. La pérdida de las cocinas tradicionales zapotitlenses es, en este sentido, también una forma de segregación socioespacial que vulnera el derecho de las mujeres a habitar sus espacios en continuidad con su identidad cultural.

La resistencia de las mujeres zapotitlenses en la preservación de sus cocinas constituye, por tanto, una forma de sostenibilidad social y cultural del hábitat, pues son ellas quienes, a través de prácticas cotidianas que Oslender (2003) definiría como discursos ocultos, mantienen vivo un patrimonio que las instituciones aún no saben cómo proteger. Es urgente reconsiderar el reconocimiento legal de este patrimonio material-inmaterial para garantizar la continuidad de las tradiciones culturales que las mujeres zapotitlenses han preservado.

Es preciso señalar que los hallazgos de este estudio son de carácter exploratorio, derivados del análisis de dos viviendas. Por ello, no deben generalizarse al conjunto del municipio de Zapotitlic. Investigaciones futuras deberán ampliar la muestra en la medida de lo posible, incorporar un análisis ergonómico sistemático de las cocinas actuales en relación con las prácticas culinarias tradicionales, profundizar en el simbolismo detectado y explorar la dimensión agraria de las comunidades y su impacto en la cultura alimentaria local.

REFERENCIAS

- Aicher, O. (2004). *La cocina para cocinar: el final de una doctrina arquitectónica*. Gustavo Gili.
- Agraz, F. (2017, 1 de febrero). Primera nota. Frank Agraz's Blog. <https://fjapc.org/primer-a-nota/>
- Bachelard, G. (1986). *La poética del espacio*. Fondo de Cultura Económica.
- Bak Geller, S. (2006). *Habitar una cocina* (ed. ilustrada). Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad de Guadalajara.
- Bortolotto, C. (2014). La problemática del patrimonio cultural inmaterial. *Culturas. Revista de Gestión Cultural*, 1(1), 1-22. <https://doi.org/10.4995/cs.2014.3162>
- Bourdieu, P. (1998). Razones prácticas: Sobre la teoría de la acción (T. Kauf, Trad.). Anagrama. (Trabajo original publicado en 1994). <https://epistemh.pbworks.com/f/9.+Bourdieu+Razones+Pr%C3%A1cticas.pdf>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1972). Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas. Diario Oficial de la Federación. <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/3217>
- Campos Ramos, A. y Román-Kalisch, M. A. (2023). Usos de objetos domésticos en la cocina de Tetiz, Yucatán. *Legado de Arquitectura y Diseño*, 18(33), 49. <https://doi.org/10.36677/legado.v18i33.17178>
- Carbonero Gamundí, M. A. y Levin, S. (2007). Entre familia y trabajo: relaciones, conflictos y políticas de género en Europa y América Latina. *Homo sapiens*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=781592>

- Christie, M. E. (2002). Naturaleza y sociedad desde la perspectiva de la cocina tradicional mexicana: género, adaptación y resistencia. *Journal of Latin American Geography*, 1(1), 21-54. <https://doi.org/10.1353/lag.2007.0019>
- D-virtual (2021). NSE 2021. Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión [AMAI]. <https://www.amai.org/NSE/index.php?queVeo=NSE2024>
- Dzib Hau, R. M., Gracia, M. A., García-Bustamante, R., Lugo, E. I. J. E. y Corredor, J. E. (2019). Significados de la cocina tradicional para los grupos domésticos Mayas Macehuales en Huay Max, Quintana Roo, México. *Estudios Sociales: Revista de Investigación del Noroeste*, 29(53). <https://doi.org/10.24836/es.v29i53.692>
- Floyd, J. (2004). Coming out of the kitchen: texts, contexts and debates. *Cultural Geographies*, 11(1), 61-73. <https://doi.org/10.1191/1474474003eu2930a>
- Giraldo Ospina, T. y Zumbado Morales, F. (2020). Gestión territorial y sus implicaciones con el ODS 11: Reflexiones desde Colombia y Costa Rica. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(2), 141-154. <https://doi.org/10.14718/revarq.2020.3033>
- Gobierno Municipal de Zapotiltic (2021). Plan municipal de desarrollo y gobernanza Zapotiltic 2021-2024. <https://plan.jalisco.gob.mx/wp-content/uploads/2022/09/mapa/pdf2021/121.pdf>
- Halliday, M. y Matthiessen, C. M. (2014). *Halliday's Introduction to Functional Grammar*. Routledge.
- Heidegger, M. (1964). *Construir, habitar, pensar. Acción*. (Conferencia original de 1953).
- Huerta Sanmiguel, R. (2001). Por el camino real de Colima. *Artes de México*, 57, 11-19. <https://biblat.unam.mx/es/revista/artes-de-Mexico/articulo/por-el-camino-real-de-colima>
- Ingold, T. (2013). Los materiales contra la materialidad. *Papeles de Trabajo*, 7(11), 19-39. (Trabajo original publicado en *Archaeological Dialogues*, 14(1), 2007).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2021). Zapotiltic: Diagnóstico del municipio. <https://inegi.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2023/08/Zapotiltic-1.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH). <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2022/>
- Kress, G. R. y Van Leeuwen, T. (2021). *Reading images: The grammar of visual design*. Routledge. <https://doi.org/10.5860/choice.34-1950>
- Licona Valencia, E., García López, I. y Cortés Patiño, A. (2019). *El espacio culinario. Una propuesta de análisis desde la Antropología de la Alimentación*. *Antropología Experimental*, 19. <https://doi.org/10.17561/rae.v19.i15>
- López García, J. (2002). *Mujeres Ch'ortí'es y objetos de cocina. Biografías y significados sociales en la piedra de moler y el comal*. Indiana, (19-20), 111-120. <https://doi.org/10.18441/ind.v19i0.111-120>
- Lorenzo Palomera, J. G., Fuentes Pérez, C. A. y Sánchez González, C. (2018). Comparación espacial de cocinas en el ámbito urbano y rural: Tlacolula de Matamoros, Oaxaca, México. *Legado de Arquitectura y Diseño*, 13(23), 17-24. <https://legadodearquitecturaydiseno.uaemex.mx/article/download/12182/9641>
- Maravelias, C. (2012). [Reseña de] Richard Sennett, *Together: The Rituals, Pleasures and Politics of Cooperation*. *M@n@gement*, 15(3), 343-349. <https://doi.org/10.3917/mana.153.0344>
- Martínez Osorio, P. A., Barana, M., Rocha Carneiro, R. y Paschoarelli, L. C. (2017). Innovación, design y sostenibilidad social: nuevas tendencias para el desarrollo local en la contemporaneidad. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 19(2), 68-79. <https://doi.org/10.14718/revarq.2017.19.2.1406>
- Meléndez Torres, J. M. y Cañez de la Fuente, G. M. (2009). La cocina tradicional regional como un elemento de identidad y desarrollo local. El caso de San Pedro El Saucito, Sonora, México. *Estudios Sociales*, 17(1), 181-204. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3176610.pdf>
- Mendoza Álvarez, C. y Méndez Montoya, A. F. (2009). Pan, hambre y trascendencia. Diálogo interdisciplinario sobre la construcción simbólica del comer (Vol. IV). Universidad Iberoamericana.
- Murdock, G. P. (1937). Comparative data on the division of labor by sex. *Social Forces*, 15(4), 551-553. <https://doi.org/10.2307/2571428>
- Oslender, U. (2003). "Discursos ocultos de resistencia": tradición oral y cultura política en comunidades negras de la costa Pacífica colombiana. *Revista Colombiana de Antropología*, 39, 203-236. <https://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=So486-65252003000100007>

- Rendell, J. (2004). Architectural research and disciplinarity. *arq: Architectural Research Quarterly*, 8(2), 141-147. <https://doi.org/10.1017/S135913550400017X>
- Rivera Andía, J. J. (2015). [Reseña de] Ingold, Tim: Making: Anthropology, Archaeology, Art and Architecture. *Perifèria: Revista de Recerca i Formació en Antropologia*, 20(1). <https://doi.org/10.5565/rev/periferia.455>
- Sánchez Criado, T. (2009). [Reseña de] Tim Ingold, The Perception of the Environment. AIBR. *Revista de Antropología Iberoamericana*, 4(1), 142-158. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62340108>
- Soberanes Collado, M. J. (2007). Un paseo por la historia de la cocina-espacio-mueble. *Hospitalidad ESDAI*, 12, 1665-1839. <https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A6%3A6627366/detailv2?bquery=AU%20Collado,%20Mar%C3%ADa%20Jos%C3%A9%20Soberanes>
- UNESCO. (2010). La cocina tradicional mexicana: Una cultura comunitaria, ancestral y viva y el paradigma de Michoacán. <https://ich.unesco.org/es/RL/la-cocina-tradicional-mexicana-una-cultura-comunitaria-ancestral-y-viva-y-el-paradigma-de-michoacan-00400>
- Villaseñor Alonso, I., y Zolla Márquez, E. (2012). Del patrimonio cultural inmaterial o la patrimonialización de la cultura. *Cultura y Representaciones Sociales*, 6(12), 75-101. <https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-81102012000100003>

Financiamiento.

Este fue un proyecto financiado por CONACYT.

Conflicto de interés.

Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación con la investigación, la autoría y/o la publicación del presente artículo.

Uso de inteligencia artificial.

Los autores declaran que no se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa en la elaboración del manuscrito o, en su caso, que su uso se limitó exclusivamente al apoyo lingüístico y de redacción, manteniendo en todo momento la responsabilidad sobre el contenido y las conclusiones del trabajo.

Contribución de autoría.

Los autores participaron en la conceptualización, desarrollo, análisis y redacción del manuscrito, de conformidad con los principios de la taxonomía CRediT (Contributor Roles Taxonomy), y aprobaron la versión final para su publicación.