South American Publishing

SAP Multidisciplinary Open. 2026;4:272
doi: 10.62486/mo2026272

ORIGINAL

Habitability and acceptance of renewable energy in housing in northwestern Mexico: Preliminary results of an exploratory instrument

Habitabilidad y aceptación de energías renovables en vivienda del noroeste de México: resultados preliminares de un instrumento exploratorio

Rubi Lorena Portillo Apodaca[1]
Víctor Manuel Martínez García[1]
Yennifer Díaz Romero[1]
Pedro Antonio Valdez Lizárraga[1]
Adriana Chávez Hernández[1]
Manuel Iván Tostado Ramírez[1]

[1] Universidad Autónoma de Sinaloa, Vicerrectoría. Mazatlán, México.

Recibido: 13-07-2026 | Revisado: 10-09-2026 | Aceptado: 02-11-2026 | Publicado: 03-11-2026

Autor de correspondencia: Víctor Manuel Martínez García

ABSTRACT

Acceptance of renewable energy in the home depends on how people value their dwelling, what they know about the available options and the benefits they expect. This quantitative, cross-sectional and exploratory study described responses to a five-item instrument, with one item per dimension: dwelling conditions for daily activities, declared knowledge of renewable options, cost-conditioned acceptance, expected comfort improvement and expected energy savings. The preliminary cut of the survey of project FZ-EX-0003 of the Factoriza UAS platform was analyzed, with 28 people living in a dwelling in northwestern Mexico, out of a target of 100. Descriptive statistics and an exploratory factor analysis with parallel analysis were computed; internal consistency could not be estimated because each dimension has a single item. Means ranged from 3.89 to 4.43; expected savings and cost-conditioned acceptance were highest, and dwelling conditions were lowest and most dispersed. Sampling adequacy was .564, and the two-factor solution showed a Heywood case, so it is not interpreted. The results describe a favorable disposition centered on economic benefits and guide the expansion of the instrument, particularly its habitability dimension.

Keywords: renewable energy; housing habitability; social acceptance; northwestern Mexico

RESUMEN

La aceptación de las energías renovables en la vivienda depende de la valoración que las personas hacen de su hogar, de lo que conocen de las opciones disponibles y de los beneficios que esperan. Este estudio cuantitativo, transversal y exploratorio describió las respuestas a un instrumento de cinco reactivos, cada uno correspondiente a una dimensión: condiciones de la vivienda para las actividades cotidianas, conocimiento declarado de opciones renovables, aceptación condicionada al costo, mejora esperada del confort y ahorro energético esperado. Se analizó el corte preliminar del levantamiento del proyecto FZ-EX-0003 de Factoriza UAS, con 28 personas que habitan una vivienda del noroeste de México, de una meta de 100. Se calcularon estadísticos descriptivos y un análisis factorial exploratorio con análisis paralelo; la consistencia interna no fue estimable porque cada dimensión consta de un solo reactivo. Las medias se situaron entre 3.89 y 4.43; el ahorro esperado y la aceptación condicionada al costo obtuvieron las más altas, y las condiciones de la vivienda la más baja y la mayor dispersión. La adecuación muestral fue de .564, y la solución de dos factores presentó un caso Heywood, por lo que no se interpreta. Los resultados describen una disposición favorable centrada en los beneficios económicos y orientan la ampliación del instrumento, en particular de la dimensión de habitabilidad.

Palabras clave: energías renovables; habitabilidad de la vivienda; aceptación social; noroeste de México

© 2026; Los autores. Este artículo de acceso abierto se distribuye bajo la licencia CC BY 4.0.

INTRODUCCIÓN

La transición hacia fuentes de energía renovables en el sector residencial depende no solo de la disponibilidad técnica y del costo de los equipos, sino también de la disposición de los hogares a adoptarlas. En la vivienda, esa disposición se relaciona con la manera en que las personas valoran su propia vivienda, con lo que saben de las opciones disponibles y con los beneficios que esperan obtener, sean económicos, ambientales o de confort. Una revisión sistemática de 146 estudios identificó 127 factores asociados con la adopción de sistemas fotovoltaicos en los hogares y los agrupó en ocho categorías: económicas, ambientales, sociales, personales, demográficas, técnicas, regulatorias y de mercado(Shakeel et al., 2023).

El noroeste de México ofrece un contexto particular para esta cuestión. Los climas cálidos secos predominan en la región, y en ellos el enfriamiento de los espacios se ha convertido en una de las principales demandas de energía residencial(Galindo-Borbón et al., 2024; Treviño Hernández y Hernández Rejón, 2026). En Sonora, el análisis de 180 modelos de vivienda mostró que la vivienda de bajo costo de la región no suele considerar protección solar en sus fachadas, y los autores advirtieron que los subsidios a la tarifa eléctrica, que pueden cubrir una parte mayoritaria de la factura, no son sostenibles a largo plazo(Galindo-Borbón et al., 2024). En Culiacán, los residentes de un fraccionamiento de vivienda social describieron sus casas como muy calurosas(Barraza-Bracamontes et al., 2022). La habitabilidad de la vivienda, el gasto en energía y la posibilidad de recurrir a fuentes renovables son, por tanto, cuestiones estrechamente vinculadas en la región.

En México, la investigación sobre la aceptación social de la energía solar es todavía reciente. Un estudio con datos de siete ciudades, entre ellas Hermosillo, Mexicali y Tijuana, encontró que las personas más jóvenes y con mayor escolaridad estaban más dispuestas a respaldar iniciativas de energía solar, y destacó el papel de los incentivos financieros públicos para generar confianza y favorecer la adopción(Andrade-Arias et al., 2025). Los autores señalaron, además, que la conciencia y las percepciones del público sobre estas tecnologías han sido poco estudiadas en el país.

El proyecto FZ-EX-0003 de la plataforma Factoriza UAS se propuso explorar la relación entre la habitabilidad de la vivienda y la aceptación de energías renovables en el noroeste de México. Para ello se aplicó un instrumento breve de cinco reactivos, cada uno correspondiente a una dimensión distinta: condiciones de la vivienda para las actividades cotidianas, conocimiento declarado de opciones renovables, aceptación condicionada al costo, mejora esperada del confort y ahorro energético esperado. Este artículo presenta los resultados del primer corte preliminar del levantamiento. El objetivo general es describir las respuestas de las personas encuestadas y examinar de manera preliminar el funcionamiento del instrumento. Los objetivos específicos son describir la distribución de las respuestas a cada reactivo, explorar su estructura interna e identificar los ajustes que el instrumento requiere antes del corte final.

DESARROLLO

Habitabilidad de la vivienda y energía

La habitabilidad de la vivienda reúne sus condiciones físicas, su capacidad para albergar las actividades cotidianas de sus ocupantes y la valoración que estos hacen de ella. Una revisión sistemática de los factores asociados con la satisfacción residencial destacó, entre categorías que interactúan entre sí, la calidad del diseño arquitectónico, la sostenibilidad ambiental y las condiciones socioeconómicas(Saleem y Alchalabi, 2025). En México, la política habitacional de las primeras décadas de este siglo privilegió la producción masiva de vivienda de interés social, con viviendas pequeñas, conjuntos alejados de los centros urbanos y servicios insuficientes(Hernández Ilizaliturri et al., 2025), condiciones que afectan tanto la habitabilidad como el consumo de energía de los hogares.

En los climas cálidos, la relación entre la vivienda y la energía pasa por el confort térmico. En viviendas de interés social de Hermosillo, EspinozaGallego et al. (2014)encontraron una relación negativa y significativa entre el ambiente térmico de la vivienda y el bienestar psicológico de sus ocupantes en el verano, pero no en el invierno. Esta obra, anterior al periodo de cinco años que prioriza la búsqueda, se incluye por ser el antecedente regional más directo del vínculo entre las condiciones térmicas de la vivienda y el bienestar de quienes la habitan. Treviño Hernández y HernándezRejón (2026)definieron la pobreza energética como la incapacidad de mantener condiciones térmicas adecuadas por limitaciones económicas o técnicas, y señalaron que en los climas cálidos el confort térmico es el servicio energético residencial más demandante.

Los recursos de los hogares condicionan, además, las estrategias con que enfrentan el calor. En los Países Bajos, un estudio con 514 adultos de 50 años o más tras una ola de calor encontró que las personas de menor posición socioeconómica adoptaban más conductas de protección, pero recurrían sobre todo a medidas de bajo costo(van de Kamp et al., 2026). Las energías renovables en la vivienda, en cambio, suelen requerir una inversión inicial, lo que hace de su costo una condición central de su aceptación.

Factores asociados con la aceptación de energías renovables en el hogar

La literatura sobre la adopción de sistemas fotovoltaicos en los hogares ha identificado una variedad amplia de factores, y la revisión deShakeel et al. (2023)ofreció guías para la práctica, identificó vacíos de conocimiento y propuso líneas de investigación a partir de su clasificación en ocho categorías. Entre esos factores, los económicos y los relacionados con el conocimiento de la tecnología ocupan un lugar destacado en los estudios recientes. En un estudio basado en el modelo de adopción basado en el valor, el riesgo financiero percibido tuvo un papel sustancial en la formación del valor percibido de los sistemas fotovoltaicos, los beneficios económicos y ambientales se relacionaron significativamente con ese valor, y el valor percibido se relacionó positivamente con la intención de adopción; la familiaridad con el servicio moderó, a su vez, la relación entre el riesgo de daño percibido y el valor(Ho et al., 2025).

En el contexto chino, un estudio sobre el programa de alivio de la pobreza mediante energía fotovoltaica en aldeas de la región de Wuhan encontró que los vecinos fueron el referente con mayor peso para quienes adoptaron la tecnología, que las interacciones locales, como las demostraciones y las conversaciones con usuarios previos, aumentaron el conocimiento y redujeron los temores, y que la incertidumbre sobre la llegada de los subsidios gubernamentales prometidos impidió que muchos habitantes adoptaran los sistemas(Chen et al., 2021). Estos resultados muestran que el conocimiento y la confianza en los apoyos económicos se relacionan con la decisión de adoptar la tecnología, más allá de su costo nominal.

En México, un estudio sobre pequeñas y medianas empresas comerciales y de servicios del área metropolitana de Aguascalientes encontró que las características de los negocios, la propiedad del inmueble, el equipamiento y las opiniones sobre las energías renovables se asociaron con la probabilidad de adoptar paneles solares, y que, aunque la adopción parecía rentable en algunos casos, podían persistir barreras estructurales y brechas de adopción para ciertos grupos de usuarios (Hancevic y Sandoval, 2023). En el estudio de siete ciudades, las personas jóvenes y con mayor escolaridad mostraron mayor disposición a respaldar la energía solar, y la promoción activa por parte de las autoridades se presentó como una vía para generar confianza (Andrade-Arias et al., 2025).

Eficiencia de la envolvente y energías renovables

La aceptación de las energías renovables no es la única vía para reducir el gasto energético de la vivienda en los climas cálidos.Galindo-Borbón et al. (2024)estimaron que cumplir el nivel mínimo de la norma mexicana de envolvente residencial, mediante estrategias como la protección solar horizontal de las ventanas, el aislamiento de algunos muros y la mejora del acristalamiento, reduciría en torno a una cuarta parte el consumo eléctrico por aire acondicionado con un incremento del costo de construcción inferior al 2 %. Este resultado recuerda que la eficiencia de la vivienda y la generación renovable son estrategias complementarias: una envolvente que gana menos calor reduce la demanda que la energía renovable tendría que cubrir.

Desde la perspectiva de la habitabilidad, ambas estrategias se relacionan con el confort de los ocupantes. El instrumento del proyecto incluye la expectativa de que las energías renovables mejoren el confort de la vivienda, lo que supone que las personas asocian la generación de energía con la posibilidad de climatizar mejor sus espacios. Esa asociación es plausible en una región donde el confort térmico es el servicio energético residencial más demandante(Treviño Hernández y Hernández Rejón, 2026), pero su examen requiere conocer el equipamiento de los hogares y su gasto en electricidad, información que el corte no incluye.

Conocimiento, confianza y apoyos públicos

Los estudios revisados coinciden en que la aceptación de las energías renovables en el hogar no se reduce a un cálculo de costos y beneficios. En el caso chino, las demostraciones de la tecnología, las conversaciones con usuarios previos y las reuniones con los líderes de las aldeas aumentaron el conocimiento de los habitantes y redujeron sus temores, mientras que la incertidumbre sobre los subsidios prometidos frenó la adopción(Chen et al., 2021). En México, la promoción activa por parte de las autoridades y los incentivos financieros públicos se han señalado como vías para

generar confianza(Andrade-Arias et al., 2025), y en el sector comercial las opiniones sobre las energías renovables figuraron entre los factores asociados con la adopción de paneles solares(Hancevic y Sandoval, 2023).

Estos resultados sugieren que un instrumento sobre la aceptación de las energías renovables en la vivienda debería distinguir, al menos, el conocimiento de las opciones disponibles, la confianza en los apoyos públicos y en los proveedores, las expectativas de beneficio económico y de confort, y la disposición a asumir el costo. El instrumento del proyecto recoge varias de estas facetas, cada una con un reactivo, pero no incluye la confianza ni distingue la disposición a costos reales de la disposición condicionada a un costo accesible.

Medición de la aceptación en la etapa inicial de un instrumento

La consistencia interna de una dimensión se estima con coeficientes como el alfa de Cronbach(Cronbach, 1951)y el omega de McDonald(McDonald, 1999/2013), que requieren que la dimensión conste de varios reactivos. Una dimensión de un solo reactivo no admite esa estimación, y su fiabilidad solo puede examinarse por otras vías, como la estabilidad entre aplicaciones. La estructura interna de un conjunto de reactivos se explora con el análisis factorial exploratorio, cuyas recomendaciones actuales piden verificar primero la adecuación de los datos, también reactivo por reactivo, decidir el número de factores con procedimientos como el análisis paralelo y tratar los valores de referencia como orientaciones y no como reglas(Ferrando et al., 2022; Goretzko et al., 2021; Lorenzo-Seva y Ferrando, 2021). Con cinco reactivos, la posibilidad de identificar más de un factor es muy limitada, y las soluciones pueden mostrar problemas de estimación.

METODOLOGÍA

Diseño

Se realizó un estudio cuantitativo, no experimental, de corte transversal y alcance descriptivo y exploratorio. Los datos corresponden al levantamiento LEV-0049, «FZ-EX-0003 · Habitabilidad y energías renovables», del proyecto FZ-EX-0003 de la plataforma Factoriza UAS, y al conjunto de datos congelado DST-0039, con fecha de corte del 9 de octubre de 2026. El levantamiento constituye una muestra independiente y es el único del proyecto.

Población, muestra y corte de datos

La población se definió como las personas que habitan una vivienda del noroeste de México. Según el registro de Factoriza, 64 personas abrieron el cuestionario y 28 lo completaron; no se excluyeron casos por control de calidad, de modo que se analizaron 28 casos (Tabla 2).

El corte analizado es preliminar: reúne 28 casos de una meta de 100 y el levantamiento permanecía abierto, en estado de campo, a la fecha del corte. Con 28 casos para 5 reactivos, la razón es de 5.6 casos por reactivo; aun así, el tamaño absoluto de la muestra es reducido para el análisis factorial de ítems(Ferrando et al., 2022; Goretzko et al., 2021), por lo que ese análisis se presenta como exploratorio.

Instrumento

Se aplicó un instrumento de cinco reactivos con formato de respuesta de cinco puntos, de Totalmente en desacuerdo (1) a Totalmente de acuerdo(5). Cada reactivo corresponde a una dimensión distinta: Condiciones para las actividades cotidianas (R1), Conocimiento declarado de opciones renovables (R2), Aceptación condicionada al costo (R3), Mejora esperada del confort (R4) y Ahorro energético esperado (R5). Ningún reactivo está redactado en sentido inverso, y una puntuación mayor indica una valoración más favorable en cada caso. La Tabla 1 presenta el código, la dimensión, el texto y el sentido de cada reactivo.

Procedimiento

Las respuestas se recabaron mediante el cuestionario del levantamiento gestionado en Factoriza UAS, que registra el consentimiento informado expreso en línea antes del primer reactivo y no recoge datos identificatorios. Factoriza congeló el conjunto DST-0039 con una huella criptográfica y produjo los análisis descriptivos de los reactivos (ejecución RUN-00227). Dado que ninguna dimensión tiene más de un reactivo, el paquete no incluye análisis de consistencia interna

ni correlaciones dentro de las dimensiones. Con el archivo de datos y el diccionario de reactivos exportados por la plataforma se ejecutaron los análisis complementarios.

Tabla 1. Estructura del instrumento.

Código	Dimensión	Reactivo	Inverso
R1	Condiciones para las actividades cotidianas	La vivienda que habito ofrece condiciones adecuadas para realizar mis actividades cotidianas.	No
R2	Conocimiento declarado de opciones renovables	Conozco al menos una opción de energía renovable que podría utilizarse en mi vivienda.	No
R3	Aceptación condicionada al costo	Estaría dispuesto/a a utilizar energías renovables en mi vivienda si el costo total fuera accesible para mí.	No
R4	Mejora esperada del confort	Considero que el uso de energías renovables podría mejorar el confort de mi vivienda.	No
R5	Ahorro energético esperado	Creo que utilizar energías renovables en mi vivienda podría reducir sus gastos de energía.	No

Nota. Escala de respuesta de 5 puntos (Totalmente en desacuerdo, En desacuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, De acuerdo, Totalmente de acuerdo). El instrumento no incluye reactivos inversos, y cada dimensión consta de un solo reactivo. Fuente: Factoriza UAS, proyecto FZ-EX-0003, levantamiento LEV-0049, conjunto DST-0039.

Análisis de datos

En una primera etapa, Factoriza UAS calculó la media, la desviación estándar, la asimetría, la curtosis, los porcentajes de respuesta en los valores extremos y la correlación ítem-total corregida de cada reactivo. En una segunda etapa se ejecutó el programa analisis_psicometrico.py, versión 1.0, en Python 3.13.16(Python Software Foundation, 2026), con NumPy 2.5.3(Harris et al., 2020), SciPy 1.18.1(Virtanen et al., 2020)y pandas 3.0.5. El programa aplica procedimientos fijos y declarados, sin intervención manual en los cálculos.

El programa intentó estimar el alfa de Cronbach(Cronbach, 1951)y el omega total de McDonald(McDonald, 1999/2013)por dimensión, pero no los calculó porque ninguna dimensión alcanza los tres reactivos que el programa requiere; tampoco calculó correlaciones entre dimensiones, que exigen al menos dos reactivos por dimensión. Ejecutó el análisis factorial exploratorio de los cinco reactivos sobre la matriz de correlaciones de Pearson, precedido de la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin global y por reactivo(Lorenzo-Seva y Ferrando, 2021)y de la prueba de esfericidad de Bartlett, con número de factores por análisis paralelo con 100 simulaciones, extracción por residuo mínimo y rotación oblimin. Los valores de referencia de los índices psicométricos se tratan como orientaciones y no como reglas de decisión(Ferrando et al., 2022). Ningún reactivo se eliminó, y no se ejecutó análisis factorial confirmatorio.

Consideraciones éticas

La participación fue voluntaria y anónima. Factoriza UAS registra el consentimiento informado expreso en línea y no recoge nombres, correos ni otros datos identificatorios.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial

Durante la preparación de este manuscrito se utilizaron la plataforma Factoriza UAS, para la gestión de los datos y los análisis descriptivos; un programa de análisis en Python con procedimientos fijos y validados, para el análisis factorial exploratorio; y el modelo de lenguaje Claude Opus (Anthropic), para ejecutar ese programa, la búsqueda asistida de literatura, la redacción de un borrador y el montaje del documento a partir de los resultados. Los autores revisaron, corrigieron y aprobaron la totalidad del texto, verificaron cada referencia y asumen la responsabilidad plena por el contenido del artículo.

RESULTADOS

Composición de la muestra

La Tabla 2 resume el flujo de casos. De las 64 personas que abrieron el cuestionario, 28 lo completaron y fueron analizadas, sin exclusiones por control de calidad. Los 28 casos analizados respondieron los cinco reactivos.

Tabla 2. Composición de la muestra.

Indicador	Valor
Personas que abrieron el cuestionario	64
Cuestionarios completados	28
Casos excluidos por control de calidad	0
Casos analizados	28
Reactivos	5

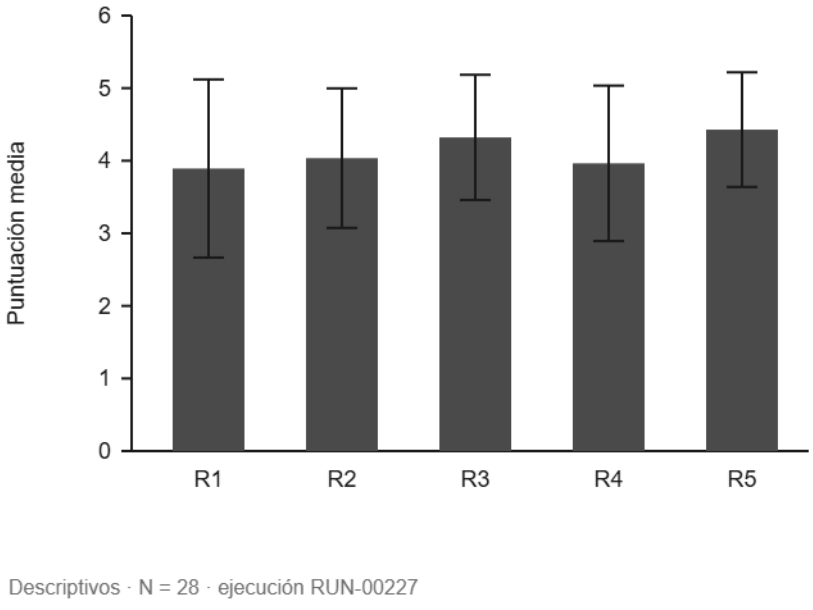
Nota. Levantamiento «FZ-EX-0003 · Habitabilidad y energías renovables» (LEV-0049); población: personas que habitan una vivienda del noroeste de México; territorio: noroeste de México. Conjunto DST-0039, huella 9e85fed399ea8cc9. Fuente: Factoriza UAS. Corte preliminar: n = 28 de una meta de 100, con el levantamiento abierto.

Habitabilidad y aceptación de energías renovables

La Tabla 3 y la Figura 1 presentan los estadísticos descriptivos. Las cinco medias se situaron por encima del punto medio de la escala, entre 3.89 y 4.43, y los cinco reactivos presentaron una asimetría negativa, lo que indica respuestas concentradas en los valores altos. La expectativa de que las energías renovables podrían reducir los gastos de energía de la vivienda obtuvo la media más alta y la menor dispersión (R5: M = 4.43, DE = 0.79), seguida de la disposición a utilizarlas si el costo total fuera accesible (R3: M = 4.32, DE = 0.86). El conocimiento declarado de al menos una opción renovable para la vivienda obtuvo una media de 4.04 (R2: DE = 0.96), y la expectativa de que mejorarían el confort de la vivienda, una media de 3.96 (R4: DE = 1.07).

La valoración de la vivienda como un espacio con condiciones adecuadas para las actividades cotidianas obtuvo la media más baja y la mayor dispersión del instrumento (R1: M = 3.89, DE = 1.23). Así, las personas encuestadas valoraron con menor acuerdo su vivienda actual que los beneficios esperados de las energías renovables. Respecto del total de los cinco reactivos, el conocimiento declarado tuvo la correlación ítem-total más alta (R2: .760), seguido de la mejora esperada del confort (R4: .711), la aceptación condicionada al costo (R3: .610) y las condiciones de la vivienda (R1: .548), mientras que el ahorro esperado tuvo la más baja (R5: .312).

Figura 1. Puntuaciones medias por reactivo con barras de una desviación estándar.



Nota. N = 28. Escala de 1 a 5. Ejecución RUN-00227 de Factoriza UAS. Corte preliminar: n = 28 de una meta de 100, con el levantamiento abierto.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de los reactivos.

Reactivo	M	DE	Asim.	Curt.	Piso	Techo	r i-t
R1	3.89	1.23	-1.08	0.40	7%	39%	.548
R2	4.04	0.96	-0.61	-0.62	7%	39%	.760
R3	4.32	0.86	-1.07	0.35	4%	54%	.610
R4	3.96	1.07	-0.51	-1.09	11%	43%	.711
R5	4.43	0.79	-0.96	-0.65	18%	61%	.312

Nota. N = 28. Piso y techo indican el porcentaje de respuestas en el valor mínimo y máximo. Asim. = asimetría; Curt. = curtosis; r i-t = correlación ítem-total; rótulos abreviados por legibilidad. La correlación ítem-total está corregida: excluye al propio reactivo del total. Como cada dimensión tiene un solo reactivo, el total corresponde a la suma de los cinco reactivos del instrumento. Ejecución RUN-00227 de Factoriza UAS. Corte preliminar: n = 28 de una meta de 100, con el levantamiento abierto.

Estructura interna

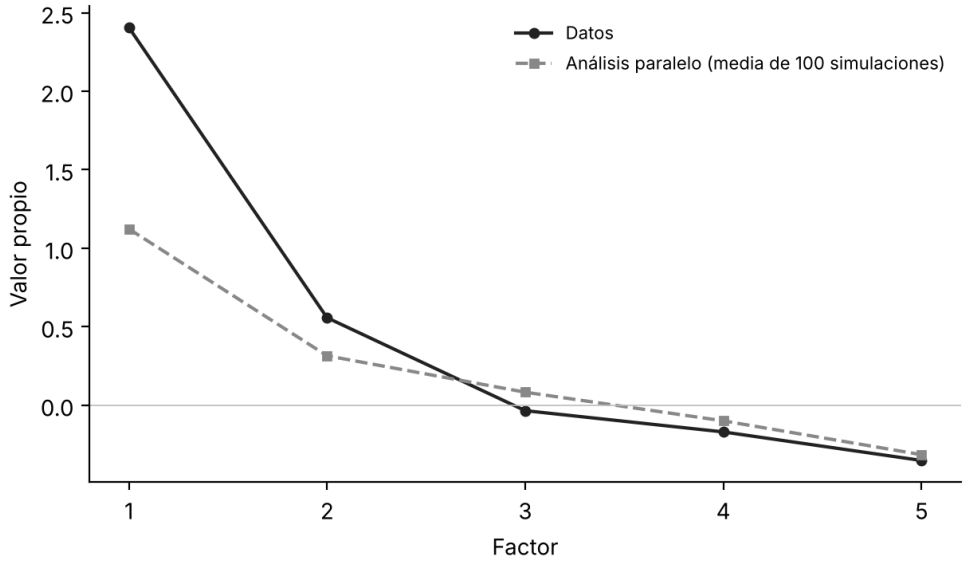
La medida de adecuación muestral global fue de .564, por debajo de la referencia de .60 que suele citarse como orientación(Ferrando et al., 2022; Lorenzo-Seva y Ferrando, 2021), y la prueba de esfericidad de Bartlett rechazó la hipótesis de una matriz identidad, $\chi^2(10) = 65.78$, $p < .001$. El ahorro esperado tuvo la adecuación individual más baja (R5: .385), por debajo de .50, y los demás reactivos se situaron entre .517 (R2) y .680 (R3). El análisis paralelo sugirió retener dos factores (Figura 2), que explicaron en conjunto el 67.70 % de la varianza, el 41.39 % el primero y el 26.31 % el segundo (Tabla 4), con una correlación entre factores de .329.

Tabla 4. Varianza explicada por los factores.

Factor	Suma de cargas al cuadrado	% de varianza	% acumulado
1	2.07	41.39	41.39
2	1.32	26.31	67.70

Nota. KMO = .564; prueba de esfericidad de Bartlett: $\chi^2(10) = 65.78$, $p < .001$. Número de factores por análisis paralelo: 2. Fuente: elaboración propia con analisis_psicometrico.py 1.0 (Python 3.13.16), conjunto DST-0039_FZ_EX_0003. Corte preliminar: n = 28 de una meta de 100, con el levantamiento abierto.

Figura 2. Gráfico de sedimentación con análisis paralelo.



Nota. Valores propios de la matriz reducida de los datos frente a la media de 100 matrices simuladas del mismo tamaño (semilla 2026). Fuente: elaboración propia con analisis_psicometrico.py 1.0 (Python 3.13.16), conjunto DST-0039_FZ_EX_0003. Corte preliminar: n = 28 de una meta de 100, con el levantamiento abierto.

La Tabla 5 presenta las cargas factoriales. El primer factor reunió el conocimiento declarado (R2: 1.026), las condiciones de la vivienda para las actividades cotidianas (R1: .753) y la mejora esperada del confort (R4: .509), y el segundo, el ahorro esperado (R5: .812), la aceptación condicionada al costo (R3: .604) y, de nuevo, la mejora esperada del confort, que presentó una carga cruzada (R4: .459). El conocimiento declarado tuvo una carga superior a 1 y una comunalidad de 1.041, es decir, un caso Heywood, que indica que la solución no es admisible. Por esta razón, la solución de dos factores no se interpreta como evidencia sobre la estructura del instrumento y se presenta solo como documentación del análisis.

Tabla 5. Cargas factoriales del análisis factorial exploratorio.

Reactivo	Factor		h^2	MSA
	1	2		
R1	.753	-.045	.547	.555
R2	1.026	-.019	1.041	.517
R3	.299	.604	.573	.680
R4	.509	.459	.623	.668
R5	-.151	.812	.601	.385

Nota. Matriz de patrón. Extracción por residuo mínimo y rotación oblimin (γ = 0) sobre la matriz de correlaciones de Pearson; 28 casos completos. h^2 = comunalidad; MSA = medida de adecuación muestral por reactivo. Se muestran todas las cargas. Fuente: elaboración propia con analisis_psicometrico.py 1.0 (Python 3.13.16), conjunto DST-0039_FZ_EX_0003. Se omiten las columnas de dimensión, que coincide con el reactivo, y de observaciones; el programa señaló un caso Heywood en R2 (comunalidad superior a 1), carga cruzada en R4 y MSA bajo en R5. Por el caso Heywood, la solución no es admisible y se presenta solo como documentación. Corte preliminar: n = 28 de una meta de 100, con el levantamiento abierto.

Discusión de resultados

El propósito de este estudio fue describir las respuestas a un instrumento breve sobre habitabilidad y aceptación de energías renovables en la vivienda del noroeste de México y examinar su funcionamiento preliminar. Los resultados describen una disposición favorable hacia las energías renovables, centrada en sus beneficios económicos y condicionada a su costo, y una valoración menos favorable y más dispersa de la propia vivienda. Con 28 casos de una meta de 100, estos resultados son provisionales.

El rasgo más destacado del corte es la primacía de los aspectos económicos. El ahorro esperado y la aceptación condicionada al costo obtuvieron las medias más altas, mientras que la mejora esperada del confort obtuvo una media menor. Este patrón es coherente con la literatura que sitúa los factores económicos entre los principales factores asociados con la adopción de sistemas fotovoltaicos en los hogares(Shakeel et al., 2023), con el papel del riesgo financiero percibido en el valor atribuido a esos sistemas(Ho et al., 2025)y con la importancia de los incentivos financieros públicos en el contexto mexicano(Andrade-Arias et al., 2025). La redacción del reactivo sobre la aceptación, que la condiciona a un costo total accesible, recoge precisamente esa condición; su media alta indica disposición, pero no informa sobre la aceptación a los costos reales de los equipos. En una región con tarifas eléctricas subsidiadas(Galindo-Borbón et al., 2024), el beneficio económico percibido de las energías renovables podría depender, además, del esquema tarifario de cada hogar, aspecto que el instrumento no registra.

La menor valoración de la vivienda propia es relevante para el objetivo del proyecto. Las condiciones de la vivienda para las actividades cotidianas obtuvieron la media más baja y la mayor dispersión, lo que sugiere que las personas encuestadas difieren en la habitabilidad de sus viviendas más que en su disposición hacia las energías renovables. En la región, la vivienda de bajo costo se ha descrito como calurosa y sin protección solar(Barraza-Bracamontes et al., 2022; Galindo-Borbón et al., 2024), y el ambiente térmico de la vivienda se ha relacionado con el bienestar de sus ocupantes en el verano(Espinoza Gallego et al., 2014). Un solo reactivo, sin embargo, no basta para describir la habitabilidad, y la relación entre esta y la aceptación de las energías renovables no puede examinarse con el instrumento actual.

El conocimiento declarado de opciones renovables obtuvo una media alta y la correlación más alta con el total de los reactivos. La literatura muestra que el conocimiento y la familiaridad con la tecnología se relacionan con su adopción, y que se fortalecen mediante interacciones locales como las demostraciones y las conversaciones con usuarios previos(Chen et al., 2021; Ho et al., 2025).

El reactivo, no obstante, mide un conocimiento declarado y no verificado, y la aceptación declarada puede no traducirse en adopción efectiva, como muestra la persistencia de barreras estructurales y brechas de adopción en el caso mexicano(Hancevic y Sandoval, 2023).

La concentración de las respuestas en los valores altos merece también atención. Las cinco medias superaron el punto medio de la escala y todos los reactivos mostraron asimetría negativa, de modo que el corte describe un grupo de personas con una disposición favorable hacia las energías renovables. Esa disposición puede reflejar la opinión real de las personas encuestadas, pero también las características de quienes completaron el cuestionario, que en este corte fueron 28 de las 64 personas que lo abrieron. La literatura mexicana muestra que la disposición a respaldar la energía solar varía con la edad y la escolaridad(Andrade-Arias et al., 2025), variables que el corte no registra, por lo que no es posible saber si el grupo encuestado se distingue en ellas de la población de la región.

Para la política pública, los resultados sugieren que la disposición declarada de los hogares no es el principal obstáculo, sino las condiciones bajo las cuales esa disposición se traduciría en adopción. La literatura revisada apunta a la confianza en los apoyos públicos, a la información accesible y a los incentivos financieros como condiciones relevantes (Andrade-Arias et al., 2025; Chen et al., 2021), y la literatura regional señala que la mejora de la envolvente de la vivienda reduce la demanda de enfriamiento a un costo moderado (Galindo-Borbón et al., 2024). Un programa que combinara ambas estrategias atendería a la vez la habitabilidad y el gasto energético de los hogares, pero su diseño requiere información que el presente corte no ofrece, como el tipo de vivienda, el gasto en electricidad y la tenencia, de la que depende la posibilidad de instalar equipos.

En cuanto al funcionamiento del instrumento, el corte permite tres observaciones. La primera es que la estructura de un reactivo por dimensión impide estimar la consistencia interna de cada dimensión, que requiere varios reactivos(Cronbach, 1951; McDonald, 1999/2013), y deja cada constructo a merced de la redacción de un solo enunciado. La segunda es que la adecuación muestral global se situó por debajo de la referencia orientativa y que el ahorro esperado, con la menor dispersión del instrumento, tuvo una adecuación individual baja, lo que concuerda con la concentración de sus respuestas en los valores altos. La tercera es que la solución factorial presentó un caso Heywood, de modo que la agrupación de los reactivos en dos factores, uno asociado con el conocimiento y la vivienda y otro con los beneficios económicos, solo puede leerse como una hipótesis para examinar con un instrumento ampliado y una muestra mayor(Ferrando et al., 2022; Goretzko et al., 2021).

CONCLUSIONES

El estudio cumplió su objetivo en el alcance que permite un corte preliminar de 28 casos y un instrumento de cinco reactivos. Las personas encuestadas mostraron una disposición favorable hacia las energías renovables en su vivienda, con las medias más altas en el ahorro energético esperado y en la aceptación condicionada a un costo accesible, y una valoración menos favorable y más dispersa de las condiciones de su vivienda para las actividades cotidianas. La adecuación muestral fue de .564 y la solución factorial de dos factores presentó un caso Heywood, por lo que no aporta evidencia sobre la estructura del instrumento.

Las limitaciones son sustanciales. La muestra de 28 casos, frente a la meta de 100 y con el levantamiento abierto, produce estimaciones inestables. La población se definió como las personas que habitan una vivienda del noroeste de México, sin que conste el lugar de aplicación ni el procedimiento de selección, por lo que los resultados no se generalizan a la región. Cada dimensión consta de un solo reactivo, lo que impide estimar su consistencia interna y limita la validez de contenido de cada constructo. El estudio no midió las características de las personas encuestadas ni de sus viviendas, ni su tarifa eléctrica o el uso actual de energías renovables. Los reactivos miden disposiciones y expectativas declaradas, no conductas de adopción. El diseño transversal no permite establecer la dirección de las relaciones. No se ejecutó análisis factorial confirmatorio.

De estos resultados se desprenden decisiones para las autoras y los autores. La primera es ampliar el instrumento para que cada dimensión cuente con varios reactivos, en particular la habitabilidad de la vivienda, que hoy se mide con un solo enunciado. La segunda es incorporar reactivos o preguntas que distingan la aceptación a costos reales de la aceptación condicionada a un costo accesible, y registrar la tarifa eléctrica, la disponibilidad de aire acondicionado y la tenencia de la vivienda. La tercera es documentar el lugar de aplicación, el procedimiento de selección y el origen de los reactivos. Ninguna de estas decisiones se tomó en el presente análisis, que conserva los cinco reactivos.

Como líneas futuras, se propone completar el levantamiento con el instrumento ampliado; estimar la consistencia interna de cada dimensión y repetir el análisis factorial exploratorio; confirmar la estructura en una muestra independiente mediante análisis factorial confirmatorio, y, una vez establecidas las evidencias de validez, examinar la relación entre la habitabilidad de la vivienda, el gasto en energía y la aceptación de las energías renovables en las ciudades del noroeste. Esa línea permitiría vincular el estudio de la habitabilidad con la transición energética residencial en una región donde el confort térmico depende en gran medida del consumo de electricidad.

REFERENCIAS

1. Andrade-Arias, A. S., Kabir, G., Mirmohammadsadeghi, M., Gunasekaran, A., y Elizondo-Noriega, A. (2025). Exploring public perspectives on solar energy adoption in Mexico. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 212, Artículo 115410. https://doi.org/10.1016/j.rser.2025.115410
2. Barraza-Bracamontes, C., Íñiguez-Ayón, Y. P., Íñiguez-Sepúlveda, C. D., y Bojórquez-Morales, G. (2022). Habitabilidad de la vivienda social. Caso: Fraccionamiento Urbi Villa del Cedro, Culiacán, Sinaloa. Revista de Ciencias Tecnológicas, 5(4), 387–406. https://doi.org/10.37636/recit.v54387406
3. Chen, C.-f., Li, J., Shuai, J., Nelson, H., Walzem, A., y Cheng, J. (2021). Linking social-psychological factors with policy expectation: Using local voices to understand solar PV poverty alleviation in Wuhan, China. Energy Policy, 151, Artículo 112160. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112160
4. Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. Psychometrika, 16(3), 297–334. https://doi.org/10.1007/BF02310555
5. Espinoza Gallego, N. B., González Lomelí, D., Ochoa de la Torre, J. M., y Corral Verdugo, V. (2014). Ambiente térmico y bienestar psicológico en viviendas de interés social en clima cálido seco. Psicumex, 4(2), 4–23. https://doi.org/10.36793/psicumex.v4i2.273
6. Ferrando, P. J., Lorenzo-Seva, U., Hernández-Dorado, A., y Muñiz, J. (2022). Decalogue for the factor analysis of test items. Psicothema, 34(1), 7–17. https://doi.org/10.7334/psicothema2021.456
7. Galindo-Borbón, C., Borbón-Almada, A., Ochoa-de-la-Torre, J. M., y Marincic-Lovriha, I. (2024). Análisis costo-beneficio de estrategias para eficiencia energética en vivienda, aplicando la normatividad vigente en el Noroeste de México. Revista Hábitat Sustentable, 14(2), 32–47. https://doi.org/10.22320/07190700.2024.14.02.03
8. Goretzko, D., Pham, T. T. H., y Bühner, M. (2021). Exploratory factor analysis: Current use, methodological developments and recommendations for good practice. Current Psychology, 40(7), 3510–3521. https://doi.org/10.1007/s12144-019-00300-2
9. Hancevic, P. I., y Sandoval, H. H. (2023). Solar panel adoption among Mexican small and medium-sized commercial and service businesses. Energy Economics, 126, Artículo 106979. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106979
10. Harris, C. R., Millman, K. J., van der Walt, S. J., Gommers, R., Virtanen, P., Cournapeau, D., Wieser, E., Taylor, J., Berg, S., Smith, N. J., Kern, R., Picus, M., Hoyer, S., van Kerkwijk, M. H., Brett, M., Haldane, A., Fernández del Río, J., Wiebe, M., Peterson, P., . . . Oliphant, T. E. (2020). Array programming with NumPy. Nature, 585(7825), 357–362. https://doi.org/10.1038/s41586-020-2649-2
11. Hernández Ilizaliturri, A. A., Graciano Casas, L., y Haces Atondo, G. (2025). La efectividad de la política de vivienda social en México. Ciencias Administrativas Teoría y Praxis, 21(1), 62–82. https://doi.org/10.46443/catyp.v21i1.467
12. Ho, C.-W., Kuo, C.-C., y Chang, H.-C. (2025). A deep dive into the factors affecting household solar photovoltaic adoption: An extended perspective of the value-based adoption model. Evaluation and Program Planning, 108, Artículo 102514. https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2024.102514
13. Lorenzo-Seva, U., y Ferrando, P. J. (2021). MSA: The forgotten index for identifying inappropriate items before computing exploratory item factor analysis. Methodology, 17(4), 296–306. https://doi.org/10.5964/meth.7185
14. McDonald, R. P. (2013). Test theory: A unified treatment. Psychology Press. https://doi.org/10.4324/9781410601087 (Obra original publicada en 1999)
15. Python Software Foundation. (2026). Python (Versión 3.13.16) [Software]. https://www.python.org/
16. Saleem, S., y Alchalabi, O. (2025). An in-depth analysis of factors impacting housing satisfaction: A systematic review and post-occupancy evaluation. International Journal of Sustainable Development and Planning, 20(1), 119–131. https://doi.org/10.18280/ijsdp.200113
17. Shakeel, S. R., Yousaf, H., Irfan, M., y Rajala, A. (2023). Solar PV adoption at household level: Insights based on a systematic literature review. Energy Strategy Reviews, 50, Artículo 101178. https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101178
18. Treviño Hernández, R., y Hernández Rejón, E. M. (2026). Análisis documental de la temperatura en las viviendas en México: Implicaciones sociales, energéticas y de salud. Vivienda y Comunidades Sustentables, 10(20), 33–42. https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i20.338
19. van de Kamp, E., Schneider, F., Daanen, H., y Huynen, M. (2026). Comparing heatwave experiences, behaviors, and risk perceptions across high-risk populations in the Netherlands: A cross-sectional survey study. The Journal of Climate Change and Health, 29, Artículo 100689. https://doi.org/10.1016/j.joclim.2026.100689
20. Virtanen, P., Gommers, R., Oliphant, T. E., Haberland, M., Reddy, T., Cournapeau, D., Burovski, E., Peterson, P., Weckesser, W., Bright, J., van der Walt, S. J., Brett, M., Wilson, J., Millman, K. J., Mayorov, N., Nelson, A. R. J., Jones, E., Kern, R., Larson, E., . . . Vázquez-Baeza, Y. (2020). SciPy 1.0: Fundamental algorithms for scientific computing in Python. Nature Methods, 17(3), 261–272. https://doi.org/10.1038/s41592-019-0686-2

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Daniela Sinaloa Arellano Martínez
Curación de datos: Pedro Antonio Valdez Lizárraga
Análisis formal: Víctor Manuel Martínez García
Investigación: Daniela Sinaloa Arellano Martínez
Metodología: Yennifer Díaz Romero
Administración del proyecto: Pedro Antonio Valdez Lizárraga
Software: Pedro Antonio Valdez Lizárraga
Supervisión: Víctor Manuel Martínez García
Validación: Víctor Manuel Martínez García
Visualización: Yennifer Díaz Romero
Redacción – borrador original: Daniela Sinaloa Arellano Martínez
Redacción – revisión y edición: Yennifer Díaz Romero