

Estudios Sociales

Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional

Volumen 36, Número 67. Enero – Junio de 2026
Revista Electrónica. ISSN: 2395-9169

Artículo

Vulnerabilidad en espacios rurales en un caso de estudio de México a partir de técnicas multicriterio

Vulnerability in rural areas in a case study from Mexico using multi-criteria techniques

DOI: <https://doi.org/10.24836/es.v36i67.1648>
e261648

Marcelo Ramírez Álvarez*

<https://orcid.org/0000-0002-6411-8492>
marcelo.kr10@outlook.com

Jose Prada-Trigo**

<https://orcid.org/0000-0002-4071-1195>
jose.prada@uva.es

Irene Sánchez-Ondóño**

<https://orcid.org/0000-0002-8280-6547>
irene.sanchez.ondono@uva.es

Laura Elena Trujillo-Ortega*

<https://orcid.org/0000-0002-3731-6987>
lauratrujillo.ortega@gmail.com

Fecha de recepción: 02 de mayo de 2025.

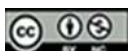
Fecha de aceptación: 03 de noviembre de 2025.

*Universidad Autónoma Chapingo, México.

**Universidad de Valladolid, España.

Autora para correspondencia: Laura Elena Trujillo-Ortega.

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.
Hermosillo, Sonora, México.



Resumen

Objetivo: analizar la vulnerabilidad social en espacios rurales mediante una metodología multicriterio que considere sus distintas dimensiones. **Metodología:** se examinaron diversas localidades rurales del municipio de Misantla, México, utilizando datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Se aplicaron los métodos TOPSIS y la entropía de Shannon para identificar y priorizar indicadores (criterios) asociados a la vulnerabilidad en las localidades estudiadas. Estas técnicas ofrecen un marco analítico que permite captar la complejidad y la importancia relativa de las dimensiones involucradas. **Resultados:** el análisis identificó diez criterios fundamentales que sirvieron para clasificar y priorizar 21 localidades rurales. Los hallazgos proporcionan una visión detallada de las condiciones de vulnerabilidad en el área, en la que destacan los bajos niveles de ocupación y ciertas carencias en los servicios de vivienda. **Limitaciones:** el estudio se basa en estadísticas disponibles únicamente para localidades con datos reportados, lo que podría excluir a comunidades con niveles de vulnerabilidad más altos. Esta limitación podría superarse mediante la obtención directa de datos. **Conclusiones:** el estudio resalta la utilidad de herramientas analíticas objetivas y contextualizadas espacialmente para abordar la vulnerabilidad en contextos rurales, y proporciona información relevante para la planificación y para la posible adaptación de la metodología en otros territorios.

Palabras clave: desarrollo regional, TOPSIS, Entropía de Shannon, Exclusión social, pobreza, marginación.

Abstract

Objective: To analyze social vulnerability in rural areas through a multicriteria methodology that incorporates its various dimensions. **Methodology:** Several rural localities in the municipality of Misantla, Mexico, were examined using data from the National Institute of Statistics and Geography (INEGI). The TOPSIS method and Shannon entropy were applied to identify and prioritize indicators (criteria) associated with vulnerability in the selected localities. These techniques provide an analytical framework that captures both the complexity and the relative importance of the dimensions involved. **Results:** The analysis identified ten fundamental criteria used to classify and prioritize 21 rural localities. The findings provide a detailed overview of vulnerability conditions in the area, particularly low employment levels and shortcomings in certain housing services. **Limitations:** The study relies on statistics available only for localities with reported data, which may exclude communities with higher levels of vulnerability. This limitation could be addressed through direct data collection. **Conclusions:** The study highlights the value of objective and spatially contextualized analytical tools for understanding vulnerability in rural settings and provides relevant information for planning, as well as a basis for adapting the methodology to other regions.

Keywords: regional development, TOPSIS, Shannon entropy, social exclusion, poverty, margination.

Introducción

La vulnerabilidad es un fenómeno que abarca múltiples dimensiones y carencias y, por lo tanto, distintas escalas para ejercer acciones. Por ejemplo, en el caso de las carencias sociales en México, el papel del presupuesto de los programas federales podría resultar una herramienta eficaz para su reducción; sin embargo, también se identifican aspectos del crecimiento y desarrollo económico del conjunto del país que influyen en esos resultados (Huerta-Pineda, 2016). Incluso aplicando medidas presupuestarias federales, persiste una brecha de acción que no depende de la agencia directa del Estado. Otra perspectiva sugiere que la vulnerabilidad y las relaciones sociales de las personas suelen retroalimentarse, pues la primera, mediante el crecimiento de necesidades insatisfechas de servicios sociales, afecta el tejido social, debilitando la organización y generando estigmas negativos (Alguacil-Gómez, Camacho Gutiérrez y Hernández-Aja, 2014). Estas dos ideas ilustran un contraste en el que la vulnerabilidad puede ser comprendida y atendida, lo que reafirma la pertinencia de estudiarla de manera amplia.

Ampliar esta perspectiva, sin embargo, no significa renunciar a aspectos más elementales. Si se considera que la vulnerabilidad es una condición que media entre la inclusión y la exclusión y que es la antesala de esta (Alguacil-Gómez et al., 2014), incluso las cuestiones económicas permiten inferir condiciones de vulnerabilidad. En ese sentido, aspectos básicos, como el nivel de ingresos, arrojan luz sobre los procesos de exclusión, como bien ilustraron Banerjee y Duflo (2014). Según estos autores, vivir con 99 centavos de dólar al día se traduce en un acceso limitado a la información, lo que implica desconocer algunos hechos que otros grupos de mayores ingresos dan por sentados como, por ejemplo, que las vacunas pueden impedir que un niño tenga sarampión o:

Significa vivir en un mundo cuyas instituciones no están diseñadas para alguien como tú. La mayor parte de los pobres no tienen un salario y, no digamos, un plan de jubilación que dependa de él automáticamente. Significa tomar decisiones sobre asuntos que llegan con un

montón de letra pequeña cuando ni siquiera sabes leer bien la grande. Aquel que no puede leer, ¿cómo hace para contratar un seguro médico que no cubre muchas enfermedades impronunciables? Significa ir a votar cuando toda la experiencia con el sistema político consiste en promesas incumplidas. Significa no tener ningún lugar seguro donde guardar el dinero, porque lo que el encargado del banco puede sacar de esos escasos ahorros no alcanza para cubrir sus comisiones de mantenimiento. Y así sucesivamente. (Banerjee y Duflo, 2014, p. 6).

A pesar de que el análisis de la vulnerabilidad implica ir de aspectos amplios a otros más concretos, y pese a que esto pueda resultar abrumador, lo cierto es que es necesario situarla en contextos prácticos. Por lo anterior, la presente investigación traza una línea teórica de la vulnerabilidad, pensada desde múltiples aristas, con una metodología pertinente a dicha perspectiva. Tras una breve revisión de la literatura, se presentan la metodología empleada y el estudio de caso, y posteriormente se analizan los resultados obtenidos mediante el método TOPSIS y la entropía de Shannon. La investigación finaliza con una discusión de los resultados y las conclusiones.

El concepto de vulnerabilidad y sus análisis en los espacios rurales

En las últimas décadas, han surgido numerosos conceptos para describir la evolución y las particularidades de los territorios. Así, Méndez (2012) destacaba la proliferación de *marcas* en un contexto en el que parecía prioritario construir una *imagen* en el ámbito académico. En este grupo de *marcas* podría incluirse el concepto de vulnerabilidad socioespacial, aunque su validez para responder a procesos territoriales parece haber sido destacada en trabajos recientes (Benito-del Pozo y Prada-Trigo, 2022).

El concepto ha abarcado desde el análisis de desastres naturales hasta el estudio de procesos socioeconómicos, incluyendo también perspectivas socioambientales relacionadas con el cambio climático y la adaptación humana y urbana ante este fenómeno, así como el rol de la vivienda como vector de vulnerabilidad (Krellenberg, Welz, Link y Barth, 2017; Sera et al., 2019; Sánchez-Ondoño y Prada-Trigo, 2023). Las sucesivas crisis económicas desde el último tercio del siglo XX, junto con las respuestas desiguales de diferentes sociedades y territorios, han terminado de

consolidar la adaptación del concepto de vulnerabilidad al análisis de las consecuencias de estos periodos de incertidumbre. Así, existirían áreas geográficas que, ante una disrupción socioeconómica, verían limitado su desarrollo económico y debilitada su cohesión social (Ruiz, 2019), comprendiendo la vulnerabilidad como un estado caracterizado por una alta exposición al riesgo y una baja o inexistente capacidad de defensa (Méndez, 2012). En esta línea, Yáñez-Romo y Muñoz-Parra (2017), en el contexto de América Latina, describen a las poblaciones más vulnerables como aquellas que carecen de la capacidad y las herramientas necesarias para afrontar los riesgos a los que se ven expuestas.

En relación con lo anterior, Egea-Jiménez, Nieto Calamestra, Domínguez Clemente y González Rigo (2008) mencionan la aparición de una vulnerabilidad estructural, en la cual factores como el nivel de formación, los ingresos o el porcentaje de población extranjera no solo actúan como detonantes de una mayor vulnerabilidad, sino que además dificultan la recuperación en tiempos de crisis o de incertidumbre económica. En esa visión, el territorio se convierte en un escenario donde confluyen las manifestaciones físicas de la vulnerabilidad (como viviendas deterioradas o de baja calidad, equipamientos insuficientes o en mal estado) junto con las manifestaciones socioeconómicas, como altos índices de pobreza, población en riesgo de exclusión social y tasas elevadas de desempleo (Selby y Desouza, 2019). En este sentido, se observa una construcción socioterritorial del concepto de vulnerabilidad.

En el ámbito rural, los trabajos sobre vulnerabilidad muestran un enfoque muy desigual entre los países más y menos desarrollados. En los primeros, las problemáticas que se destacan están vinculadas a la dependencia respecto al medio urbano, la falta de servicios y el deterioro del comercio, la ausencia de relevo generacional en el sector primario o la progresiva desaparición de la vida social (Alberdi-Collantes, 2024). El resultado es la configuración del rural como un espacio “dormitorio”, con pérdidas absolutas de población y un proceso de desestructuración acelerado (Ainz-Ibarrondo y González-Amuchastegui, 2016). Paradójicamente, esta *desvitalidad* de lo rural (Reques-Velasco, 2011) se produce en paralelo a un redescubrimiento de este en base a valores positivos, a menudo idealizados, como la autenticidad, sencillez o pureza, muchas veces desde discursos generados en el ámbito urbano (Martínez-Lorea, 2024)

Por el contrario, en el llamado “Sur Global” los trabajos parten de una perspectiva muy distinta. En estos se pone de manifiesto la importancia del proceso de globalización económica como detonante de fenómenos de fragmentación, que resultan principalmente en el empobrecimiento y la marginalización de los campesinos, con mayor incidencia en aquellos que ya vivían en una situación de pobreza, quienes quedarían en una situación de mayor vulnerabilidad, producida por su desconexión respecto al desarrollo de otros espacios y una pauperización creciente (Neuburger, 2004). Desde el ámbito latinoamericano, se considera que la vulnerabilidad es un proceso de construcción social que excede las categorizaciones de pobreza, exclusión y marginalidad, ya que, si bien es muy probable que quienes sean pobres, excluidos y/o marginales sean los más vulnerables, esta no es sinónimo de pobreza e incorpora otras dimensiones (Maldonado, 2015). Así, la vulnerabilidad social se caracteriza como un fenómeno complejo con múltiples aristas, atribuible a la ausencia de políticas territoriales activas en las comunidades rurales (López-Zavala y Zeballos-Claure, 2019).

La exclusión respecto a los procesos de toma de decisiones políticas afectaría la tradicional solidaridad en las comunidades, que se ve dificultada por una competencia creciente por unos recursos menguantes (Neuburger, 2004). En este sentido, Milton Santos ya planteaba, hace más de dos décadas, las dificultades para desarrollar solidaridades orgánicas en un momento en que la “razón global” instauraba formas verticales de gestión (Santos, 2000). Por ello, la vulnerabilidad socioterritorial en espacios rurales debe analizarse desde la trama compleja que la define en un contexto social con claros problemas de desarrollo no resueltos, que requieren un abordaje transversal y dinámico (Maldonado, 2015). De esta forma, se identifica una conexión entre vulnerabilidad, pobreza y exclusión, al entender la vulnerabilidad social como el riesgo de caer en estos estados. Así, la vulnerabilidad podría concebirse como una situación intermedia entre la inclusión y la exclusión social (Torres-Gutiérrez, 2013). Este enfoque, cuya base teórica se encuentra en los estudios de Castel (1991), implica ver la vulnerabilidad como una zona de transición inestable, caracterizada por la precariedad laboral y la fragilidad de los vínculos relacionales. La relación entre la vulnerabilidad y la exclusión puede ser constatada en la literatura más consolidada sobre el concepto, en el que más consolidada sobre el concepto, en el que el concepto suele ser profundizado en subcampos como los de periferización y marginalidad

(Stankulova, Barreca, Rebaudengo y Rolando, 2023); o en definiciones como la de Cruz et al. (2013) que sugieren que la vulnerabilidad implica el paso de una condición de pobreza a una de indigencia, y que tal desplazamiento se origina en trayectorias marcadas por diversas formas de vulneración, las cuales conducen a las personas hacia una situación límite de desvinculación y, en última instancia, a la exclusión.

Así, la vulnerabilidad se configura nuevamente como un elemento construido y dinámico, cuya evolución dependerá de factores internos de cada territorio, como el capital humano, las políticas públicas, la gestión de los recursos territoriales o la infraestructura estatal (Méndez Gutiérrez, 2013). En este sentido, emerge un vínculo entre los crecientes riesgos y amenazas del entorno y la disminución de los mecanismos para enfrentarlos, derivada de la reducción de las políticas públicas. De esta manera, el concepto de vulnerabilidad adquiere también una dimensión operativa, relacionada con la implementación de medidas preventivas para evitar que las amenazas potenciales se materialicen en realidades concretas (Alguacil-Gómez et al., 2014).

Como se observa, la vulnerabilidad es un concepto socialmente construido que abarca tanto componentes objetivos como subjetivos. Sin embargo, este enfoque se enfrenta con frecuencia a la dificultad de desarrollar metodologías e indicadores precisos, una limitación señalada recientemente por Benito-del Pozo y Prada-Trigo (2022). La falta de datos, las dificultades para realizar estudios diacrónicos y la complejidad de traducir el concepto de vulnerabilidad en indicadores concretos han restringido, en ocasiones, la aplicación de este enfoque a escalas de proximidad (Prada-Trigo, 2018).

Lo anterior sugiere que la vulnerabilidad rural es un fenómeno dinámico y condicionado por múltiples factores, lo que exige herramientas capaces de integrar esta complejidad multidimensional, frente a la dificultad de traducirla en indicadores precisos y de generar metodologías objetivas para su medición. En este contexto, el uso de técnicas multicriterio se justifica plenamente: métodos como la entropía de Shannon y TOPSIS permiten ponderar y jerarquizar indicadores de manera objetiva, reproducible y coherente con la naturaleza multidimensional del fenómeno, superando en parte las limitaciones señaladas por estudios previos y ofreciendo una aproximación analítica más robusta para la comprensión y comparación de la vulnerabilidad en territorios rurales.

Li (2021), en una aplicación de la entropía de Shannon a procesos de vulnerabilidad, sugiere que esta técnica posibilita determinar ponderaciones basadas en la variabilidad real de los datos, revelando la información implícita en los indicadores, aumentando su capacidad discriminante y evitando sesgos derivados de diferencias mínimas entre ellos: la idea es que entre mayor sea la diferencia del valor del objeto de evaluación en un determinado índice, más importante será este y, en consecuencia, mayor será su ponderación. Con ello, se asigna mayor peso a los indicadores con mayor aporte informativo. Complementariamente, TOPSIS ofrece un método robusto de evaluación multicriterio que jerarquiza las alternativas en función de su proximidad relativa a soluciones ideales y anti-ideales, utilizando distancias en el espacio de criterios para construir una clasificación objetiva y reproducible de las unidades evaluadas (Li, 2021).

Considerando la naturaleza multidimensional de la vulnerabilidad, la combinación de métodos de ponderación de indicadores con técnicas multicriterio permite no solo comparar los criterios, sino también evaluarlos atendiendo a dimensiones como la severidad, la probabilidad y la vulnerabilidad (Jozi et al., 2012). Esta integración metodológica no solo es pertinente, sino también necesaria para establecer prioridades en contextos donde los recursos son limitados. El objetivo de la presente contribución es analizar la vulnerabilidad en espacios rurales a partir del estudio de varias de sus dimensiones mediante una metodología multicriterio, tomando como referencia localidades de un municipio mexicano. En este estudio adoptamos un enfoque que concibe la vulnerabilidad como un proceso dinámico asociado a transiciones hacia formas de exclusión social y, en consecuencia, de desigualdad. Tal como se desprende de la revisión teórica, este proceso se manifiesta de manera especialmente compleja en territorios marcados por problemas de desarrollo no resueltos, lo que le confiere una naturaleza inherentemente multidimensional. Dado que su medición y operacionalización han mostrado limitaciones en la literatura, optamos por emplear herramientas analíticas que permitan, simultáneamente, valorar la singularidad de cada condición de desigualdad y reconocer su interdependencia con otras dimensiones del fenómeno. En este sentido, los enfoques TOPSIS y la entropía de Shannon resultan adecuados, pues permiten integrar múltiples criterios: por un lado, ponderando su variabilidad específica y, por el otro, evaluándolos en conjunto dentro de un sistema de relaciones. Con ello, el enfoque del estudio busca explicar cómo, aun en localidades aparentemente homogéneas, la

vulnerabilidad se expresa como un proceso matizado, susceptible de análisis diferenciado y con potencial para orientar intervenciones más precisas.

Caso de estudio y metodología

Descripción del área de estudio

El análisis tomó como área de estudio al municipio¹ de Misantla, en el estado de Veracruz, México (figura 1). El municipio se encuentra entre los paralelos 19° 46' y 20° 09' de latitud norte; los meridianos 96° 45' y 97° 00' de longitud oeste; y su altitud oscila entre 10 y 1 900 msnm.



Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Misantla, en Veracruz, México, y de las localidades priorizadas.
Fuente: elaboración propia.

¹ El municipio es la unidad político-jurídica que divide los estados, con límites geográficos, normas jurídicas propias y como órgano de gobierno tiene al ayuntamiento. En México, todos los estados se dividen en municipios, a excepción de la Ciudad de México que se divide en demarcaciones territoriales. El estado de Veracruz se divide en 212 municipios.

De acuerdo con los datos de la Secretaría de Finanzas y Planeación (2023) sus climas son i) semicálido con lluvias todo el año (45 %), ii) cálido húmedo con lluvias todo el año (38 %) y cálido húmedo con lluvias abundantes en verano (17 %); y sus usos de suelo son para agricultura (220 Km²) y para zona urbana (6.2 Km²), con el resto de vegetación de pastizal cultivado (244 Km²), bosque (27.2 Km²) y vegetación secundaria (25.1 Km²). Estas condiciones le confieren una variabilidad paisajística caracterizada por explotaciones de ganado extensivo, producción de naranjas y de limón persa, caña de azúcar, maíz y café, entre otras.

La población total del municipio es de 68 700 habitantes, de la cual el 51.3 % son mujeres (Secretaría del Bienestar, 2024). En cuanto a las condiciones socioeconómicas, Misantla tenía en 2015 al 70.1 % de su población en situación de pobreza y al 17.5 % en situación de pobreza extrema (Sedesol, 2015 y Coneval, 2015). Actualmente, la población en pobreza es de 60.8 % y en pobreza extrema de 10.3 % (Secretaría del Bienestar, 2024). Esta es una de las razones fundamentales para seleccionar este caso de estudio, que se presenta en una situación de ruralidad y de vulnerabilidad manifiesta.

Considerando las carencias sociales, que son parte de los indicadores de pobreza multidimensional, en el municipio la población presenta una evolución positiva en los últimos años, según los datos de Sedesol (2015) y Coneval (2015) y de la Secretaría del Bienestar (2024), habiendo pasado el rezago educativo de 29 % a 20.5 %; el acceso a servicios de salud de 22.1 % a 31 %; el acceso a seguridad social de 83.3 % a 73.3 %; la calidad y espacios de vivienda de 32.4 % a 11.1 %; el acceso a los servicios básicos en la vivienda de 55.2 % a 31.1 %; y el acceso a la alimentación nutritiva y de calidad de 23.7 % a 18.2 %. En general, todos los indicadores mejoraron en el periodo revisado. Sin embargo, la carencia de acceso a la seguridad social sigue siendo más grave en el municipio que en el resto del estado, pues en este último el porcentaje de personas que la experimentan es de 60.9, es decir, 13 puntos porcentuales menos.

Los indicadores ofrecen una perspectiva general sobre las condiciones en las que se desarrollan los procesos de vida de los habitantes. Sin embargo, analizar e interpretar la vulnerabilidad de este espacio requiere avanzar hacia un análisis más complejo y que articule distintos indicadores.

El Análisis Multicriterio para el estudio de la vulnerabilidad

El *Multi-Criteria Analysis* (MCA, por sus siglas en inglés y en adelante MCA), entendido en español como análisis multicriterio, es compatible con nuestro enfoque de la vulnerabilidad, concebida como un proceso de múltiples de múltiples dimensiones. De acuerdo con Malczewski (2018) el MCA aborda un problema en forma de matriz (cuadro 1) con filas como alternativas y columnas como criterios. En esa matriz, la intersección de cualquier alternativa con su criterio, por ejemplo, en a_{11} , indica el desempeño (valor de la variable) de la alternativa en ese criterio. De acuerdo con el autor, el MCA permite asignar pesos diferenciados a cada criterio, y en un análisis de vulnerabilidad esto permite ponderar cada criterio en función de las condiciones concretas ante distintos contextos.

Cuadro 1.

Matriz de decisión

Alternativa, A_i	Criterio/atributo, C_k				
	C_1	C_2	C_3	...	C_n
A_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	...	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	...	a_{2n}
A_3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	...	a_{3n}
...
A_m	a_{m1}	a_{m2}	a_{m3}	...	a_{mn}
Peso global, w_k	w_1	w_2	w_3	...	w_n

Fuente: elaboración propia a partir de Malczewski (2018)

En este estudio, los dos elementos que componen la matriz MCA son las 21 localidades del municipio de Misantla (alternativas) y 10 indicadores de esas localidades (criterios), seleccionados tras un doble proceso de evaluación. A continuación, se explica por qué fueron seleccionadas esas localidades y esos indicadores. En primer lugar, en relación con las localidades.

Selección de localidades rurales

A partir de los principales resultados por localidad (ITER) del Censo de Población y Vivienda 2020, se obtuvo una base de datos con 276 indicadores para las localidades de cada municipio del estado de Veracruz, México (INEGI, 2022). A partir de esta base de datos se identificaron 205 localidades del municipio de Misantla, de las cuales se desagregaron aquellas menores a 500 habitantes,

considerando, especialmente, las que contaran con datos en los indicadores del ejercicio censal del 2020. Como resultado, se obtuvieron 21 localidades con una población mínima de 255 y máxima de 426 habitantes.

Si bien la definición de localidad rural en México se basa en aquellas de hasta 2,500 habitantes, en una localidad rural de, por ejemplo, alrededor de 2.000 habitantes existirán diferencias claras con una localidad de pequeño tamaño. La definición tradicional de localidad rural presupondría que ambas localidades son iguales, sin embargo desde una perspectiva de localidad rural que considere el tamaño de la población, pero también su densidad, accesibilidad, cercanía a otras ciudades, área construida, predomios de ciertos cultivos, y otras variables socioeconómicas, como se propone desde la CEPAL y el FIDA (Soloaga, Plassot y Reyes, 2022), implicaría pensar a las localidades menores a 500 habitantes de forma distinta que al resto. Por ello, una primera razón para circunscribir el análisis a localidades con menos de 500 habitantes es la búsqueda de una homogeneidad interna en la muestra.

El interés por el análisis de la vulnerabilidad en localidades menores a 500 habitantes radica, precisamente, en sus singularidades respecto a otras de mayor población. En ese sentido, el Consejo Nacional de Población (2022) afirma que en México existen 169, 211 localidades de estas características que representan el 89.3 % del total, y en ellas habitan 10.5 millones de habitantes, sugiriendo un vínculo entre el elevado número de localidades de tamaño reducido y una menor accesibilidad de éstas a centros urbanos. Por ello, una segunda razón para seleccionar estas localidades es su importancia dentro del conjunto de localidades del país.

Una tercera razón es la accesibilidad, al estar relacionada con factores orográficos como montañas y extensas zonas de altiplano, lo que se traduce en un aislamiento que, a su vez, se relaciona con niveles de alta y muy alta marginación (Conapo, 2022). Además, la accesibilidad desempeña un papel determinante en la cantidad y la calidad de los datos de las localidades de menos de 500 habitantes. Como ejemplo de ello, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social dejó como nota aclaratoria en su reporte:

Considerando el número de localidades con menos de 500 habitantes, el tamaño de muestra necesario para cubrir este tipo de localidades aumentaría los costos de la encuesta de forma

importante, además de que este tipo de localidades son las más inaccesibles. Por ello, se consideró que con una encuesta a localidades de 500 a 2.499 habitantes se podía obtener información suficiente... (2014, p. 3)

La combinación de la escasez de cantidad y calidad de datos, la alta y muy alta marginación asociada y el porcentaje que representan dentro del contexto nacional, justifican que en esta investigación se empleen los datos sobre localidades menores a 500 habitantes.

Selección y validación de indicadores

Para seleccionar los indicadores, se establecieron cinco dimensiones de la vulnerabilidad que los agruparan: formativa, física y mental, laboral, vivienda y material, en consonancia con la revisión de la literatura (Alguacil-Gómez et al., 2014; Benito-del Pozo y Prada-Trigo, 2022; Egea-Jiménez et al., 2008). Inicialmente se propusieron 27 indicadores del ITER (INEGI, 2022) que contaban con información disponible para las 21 localidades y que, además, representaban alguna de las cinco dimensiones de la vulnerabilidad. No obstante, los indicadores se redujeron a aquellos con un nivel de importancia superior al de sus contrapartes, mediante el método de ponderación que se describirá en el siguiente apartado. Los mismos fueron ratificados posteriormente por un panel de expertos integrado por colegas del Departamento, al que pertenecen dos de los autores de este trabajo.

Métodos de ponderación: Entropía de Shannon

Para determinar el nivel de importancia de un indicador en MCA, que para efectos de este tipo de análisis nos referiremos a ellos como “criterios”, existen métodos como el Delphi en el cual un grupo de expertos identifican, sintetizan y priorizan criterios y subcriterios (Joshi, Banwet y Shankar, 2011) u otros métodos como el análisis de Entropía de Shannon, que a partir del análisis de datos valoran una medida cuantitativa de desorden, inestabilidad, desequilibrio e incertidumbre de un sistema específico (Roodposhti, Aryal, Shahabi y Safarrad, 2016). El método Delphi, de carácter subjetivo, posee ventajas como el aprovechamiento del conocimiento y la experiencia de

los expertos, y como desventaja, el tiempo que puede requerir debido a las iteraciones que implican las consultas (Ho y Lee, 2022). El análisis de entropía, de carácter objetivo, tiene como ventaja que emplea datos precisos y, por lo tanto, los pesos que asigna a los criterios también podrían serlo (Lotfi y Fallahnejad, 2010). Además, suele ser un análisis más rápido que el Delphi.

Una desventaja del análisis de entropía es que carece de las apreciaciones y preferencias que podrían aportar múltiples perspectivas. El método Delphi y la valoración objetiva basada en la entropía de Shannon no son enfoques excluyentes; de hecho, suelen emplearse de manera complementaria como etapas sucesivas. El Delphi facilita la identificación y validación inicial de los indicadores, mientras que, ante la incertidumbre propia de su jerarquización o priorización, la entropía de Shannon aporta un criterio no arbitrario y cuantitativo para asignar pesos (véase Won, Chung y Choi, 2015).

No obstante, la elección del método de entropía se sustentó en su capacidad para asignar pesos de manera autónoma y basada en la variabilidad interna de los datos, evitando recurrir a valoraciones subjetivas. Dado que la selección inicial de los 27 indicadores ya la había realizado, la aplicación del método Delphi habría sido redundante, mientras que la entropía de Shannon ofrecía un mecanismo objetivo, consistente y suficiente para la etapa de ponderación. Para nuestro problema, se recurrió al análisis de la entropía de Shannon.

El procedimiento, descrito en el cuadro 2 parte de la normalización de la matriz de decisión para hacer comparables las variables (Etapa 1). Luego, se calcula la entropía de cada variable (Etapa 2), que refleja su nivel de desorden o uniformidad. A partir de ello se obtiene el grado de divergencia (Etapa 3), que indica cuánta información útil aporta cada variable para discriminar entre casos. Finalmente, los pesos basados en la entropía se calculan proporcionalmente a la información aportada (Etapa 4). Este enfoque es especialmente pertinente para estudios de vulnerabilidad porque permite distinguir objetivamente qué dimensiones y variables son más influyentes en las diferencias entre individuos o, en este caso, entre localidades, evitando asignaciones arbitrarias y asegurando la coherencia con la naturaleza multidimensional del fenómeno. El uso de esta tuvo dos objetivos. El primero fue reducir los 27 indicadores del ITER y el segundo asignar pesos a los indicadores resultantes. Para la reducción de indicadores se emplearon únicamente las etapas 1 a 3, pues la asignación de pesos aún no era necesaria.

Cuadro 2.

Selección de variables y asignación de pesos mediante entropía de Shannon

Etapa	Descripción	Fórmula empleada
1	Normalización de la matriz de decisión	$P_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{p=1}^n X_{pj}}, i = 1, 2, \dots n.$
2	Cálculo de la Entropía	$E_j = -k \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln p_{ij}$ Donde $k=1/\ln(n)$ y n es el número de alternativas
3	Cálculo del grado de divergencia	$d_j = 1 - e_j$
4	Cálculo del peso basado en entropía	$w_j = \frac{d_j}{\sum_{n=1}^m d_k}$

Fuente: elaboración propia a partir de Deng et al. (2000) y Shannon (1948)

La reducción de indicadores a partir de las etapas 1 a 3 de la entropía dio como resultado 13 indicadores, ya que los 14 restantes presentaban niveles bajos de entropía. Posteriormente, estos indicadores fueron valorados mediante pruebas de correlación y una valoración cualitativa de la redundancia conceptual entre las variables, a fin de seleccionar la final de 10 indicadores, la cual se detalla en el capítulo de resultados. La selección de localidades menores de 500 habitantes con información disponible, así como la selección y ponderación objetivas de los indicadores que reflejen alguna de las 5 dimensiones de la vulnerabilidad, permiten aplicar el MCA en forma de matriz de decisión.

Método de evaluación TOPSIS

El MCA es una metodología que permite abordar diversas dimensiones de la vulnerabilidad y contrastar entre distintas localidades. Sin embargo, existen varios métodos para MCA y, dado el objetivo de esta contribución, se empleó la Técnica de Orden de Preferencia por Similitud con la solución Ideal (TOPSIS), desarrollada inicialmente por Hwang y Yoon (1981). El TOPSIS se basa en que la mejor alternativa tiene la distancia más corta a la solución ideal-positiva, y la más larga a la solución ideal-negativa (Chakraborty, 2022). La solución ideal-positiva considera los valores mayores de cada criterio benéfico (criterios que se desean maximizar) y los valores menores de cada criterio perjudicial (criterios que se desean minimizar). La solución ideal-negativa considera

los valores más bajos de los criterios benéficos y los más altos de los criterios perjudiciales. Las etapas del análisis TOPSIS se describen en el cuadro 3.

Cuadro 3.

Etapas TOPSIS para la selección de localidades

Etapas	Descripción	Fórmula empleada
1	Normalización de los ratings de desempeño	$y_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^I x_{ij}^2}}$
2	Integración de los pesos con los ratings	$v_{ij} = W_j * y_{ij}$
3	Identificación de las soluciones ideales "A ⁺ "	$A^+ = [V_1^*, V_2^*, \dots V_j^*]$
4	Identificación de las soluciones anti-ideales "A ⁻ "	$A^- = [V_1^-, V_2^-, \dots V_j^-]$
5	Cálculo del índice de proximidad ideal	$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^J (v_{ij} - v_j^*)^2}$
6	Cálculo del índice de proximidad anti-ideal	$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^J (v_{ij} - v_j^-)^2}$
7	Cálculo del índice de proximidad relativa	$V_i = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+}$

Fuente: elaboración propia a partir de Chakraborty (2022) y Hwang y Yoon (1981)

Para el presente análisis la solución ideal-positiva refleja las condiciones de menor vulnerabilidad y la solución ideal-negativa las de mayor vulnerabilidad: las localidades se sitúan en función de estas dos posibilidades. Esto no quiere decir que una localidad cercana a la solución ideal-positiva no sea vulnerable, sino que se encuentra en una posición de menor vulnerabilidad que las más cercanas a la solución anti-ideal. TOPSIS posiciona a las localidades a partir de sus propias condiciones, pero también en relación con las de otras. Esto es especialmente útil en tanto se pretenda que esta contribución ofrezca una comprensión de la vulnerabilidad como concepto socioespacial, que implica su identificación y priorización.

Resultados

Como se muestra en la figura 2a, el rango de población en las 21 localidades a analizar varía entre un mínimo de 255 y un máximo de 426 habitantes. En 13 de ellas, el número de mujeres es superior al de hombres, siendo el promedio de mujeres 171 frente al 167 de hombres por localidad. El número mínimo de viviendas es de 66, mientras que el máximo, que se destaca como valor atípico, es de 133 (figura 2b). Solo en siete localidades, el número de viviendas rebasa las cien. En cuanto al número medio de habitantes por vivienda, calculado como el cociente entre el total de población y el número de viviendas habitadas, oscila entre tres y cinco habitantes (figura 2c). Casi la mitad de las localidades presentan viviendas con un promedio de tres habitantes, con una media de 4.

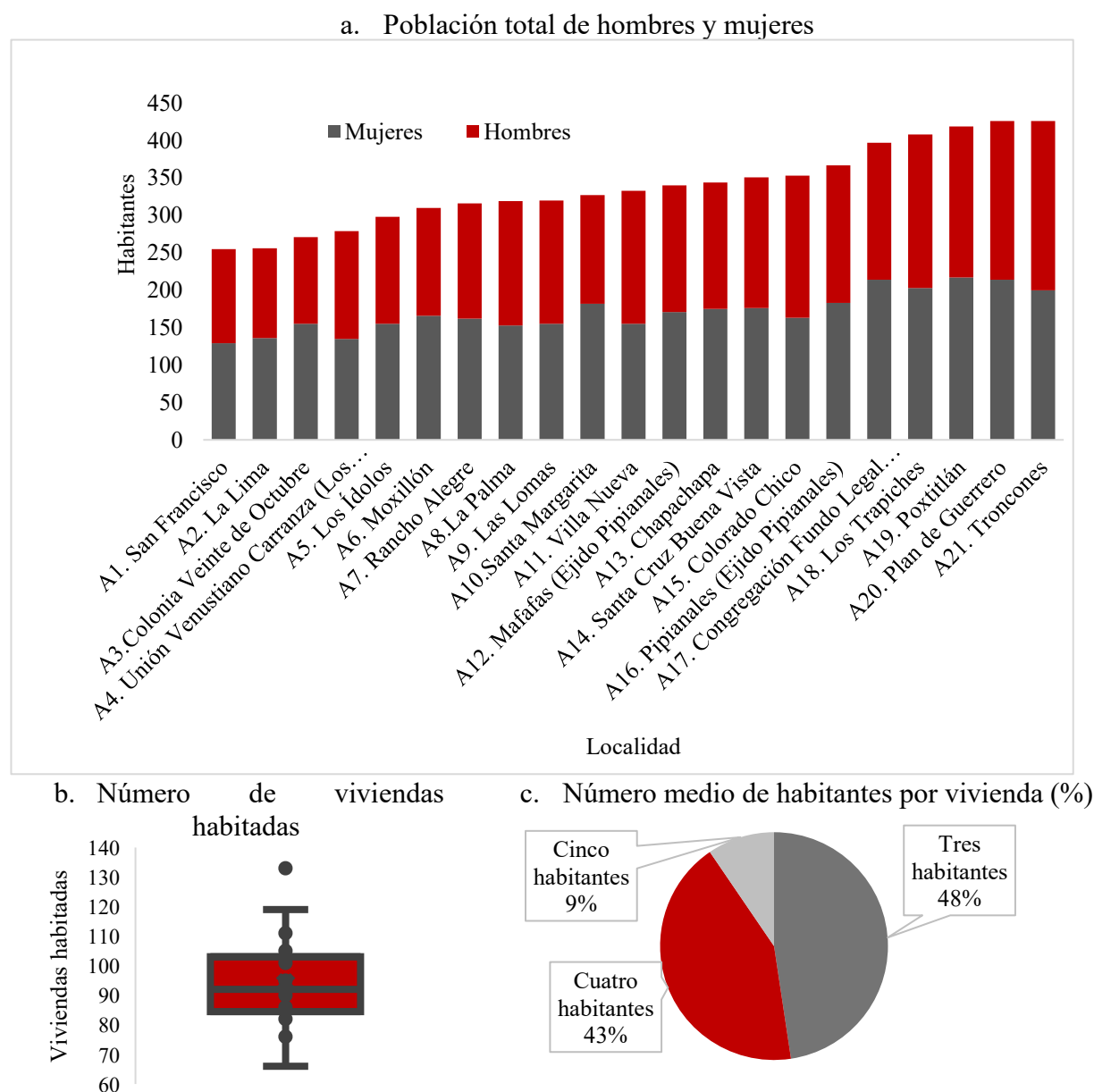


Figura 2. Características de la población y viviendas de las localidades. Fuente: elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 ITER

Los indicadores resultantes para el análisis TOPSIS se obtuvieron a partir de todas las etapas del análisis de entropía de Shannon, incluida la asignación de pesos. Los resultados se muestran en el cuadro 4. El análisis de los indicadores a partir de la Entropía colocó al C5 en la posición número 1, con mayor peso, seguido del C9 y, como criterios con menor peso, al C6 y al C4.

Cuadro 4.

Análisis de Entropía y pesos asignados para cada criterio

Dimensión	Criterio	Ej	dj	Wj	Ranking
D1. Formativa	C1. Población de 6 a 11 que no asiste a la escuela (%)	0.82 2	0.17 8	0.07 3	6
	C2. Población de 12 a 14 no asiste a la escuela (%)	0.77 6	0.22 4	0.09 2	4
	C3. Población de 8 a 14 años en analfabetismo (%)	0.80 7	0.19 3	0.07 9	5
	C4. Población con algún problema o condición mental (%)	0.93 1	0.06 9	0.02 8	9
D2. Física o mental		0.39 3	0.60 7	0.24 8	1
D3. Laboral	C5. Población desocupada (%)	0.94 0	0.06 0	0.02 4	10
D4. Vivienda	C6. Viviendas particulares habitadas con piso de tierra (%)	0.92 6	0.07 4	0.03 0	8
	C7. Viviendas particulares habitadas con sólo un cuarto (%)	0.63 3	0.36 7	0.15 0	3
	C8. Viviendas particulares habitadas que disponen de letrina (%)	0.41 5	0.58 5	0.23 9	2
	C9. Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje (%)	0.90 8	0.09 2	0.03 8	7
D5. Material	C10. Viviendas particulares habitadas sin ningún bien (%)				

Fuente: elaboración propia.

Así, los criterios más relevantes se relacionan con la ocupación y servicios en la vivienda, mientras que los menos relevantes a los pisos de tierra y problemas o condiciones mentales. En cuanto a número de indicadores, las dimensiones *D4. Vivienda* y *D1. Formativa* son las que más criterios incluyen. A pesar de las asimetrías en pesos y en el número de indicadores, los criterios mostraron las cinco dimensiones de la vulnerabilidad, por lo que el análisis se enriqueció tanto por aspectos materiales como por otros sociales y culturales. A continuación, el análisis TOPSIS consideró el desempeño de cada una de las 21 localidades en 10 de los criterios seleccionados. Dado que los datos corresponden a diferentes mediciones, los desempeños fueron normalizados y sus pesos integrados, como se señaló en el cuadro 3. Los resultados se muestran en la figura 3.

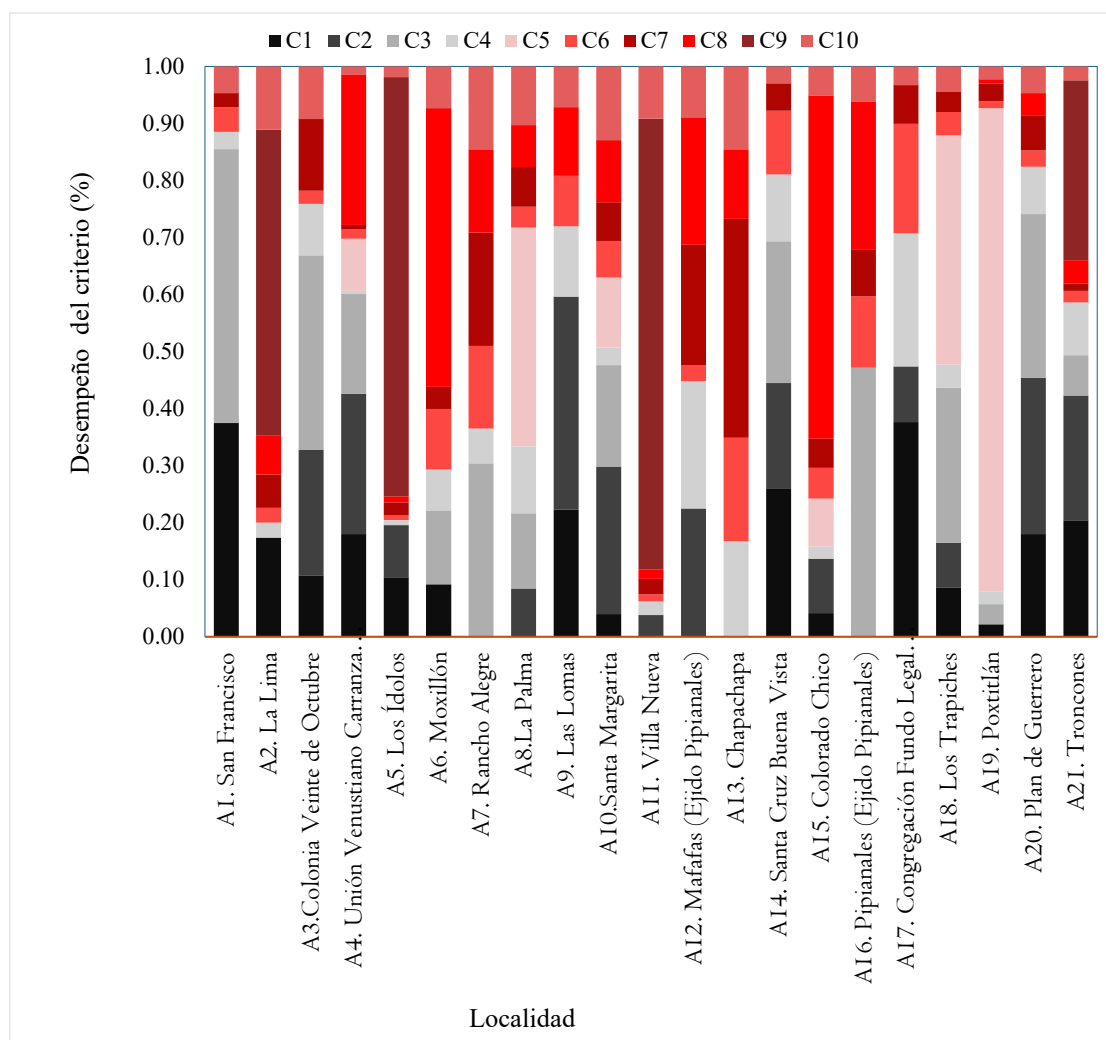


Figura 3. Matriz normalizada de desempeño de criterios para 21 localidades. Fuente: elaboración propia

Los criterios normalizados y con pesos asignados evidencian variabilidad en los niveles de desempeño en las localidades analizadas. El criterio con mayor peso, C5 (Población desocupada %), predomina en las localidades A8, A18 y A19, mientras que el segundo más relevante, C9 (Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje %), lo hace en las de A2, A5, A11 y A21. Los criterios C3 (Población de 8 a 14 años en analfabetismo %) y C8 (Viviendas particulares habitadas que disponen de letrina %) se caracterizan por su relativa estabilidad en varias de las localidades reflejando aspectos como la vulnerabilidad

formativa y la vivienda. Estos criterios ocupan el quinto y tercer lugar en términos de peso asignado. Estas diferencias subrayan la heterogeneidad en las condiciones de vulnerabilidad que afectan al conjunto de localidades evaluadas.

Finalmente, a partir de las ecuaciones descritas en el cuadro 3, se generó el ranking de las localidades con base en los diez criterios incluidos en el análisis. La clasificación se determinó según los valores de cercanía relativa, en los que un valor más alto indica un menor nivel de vulnerabilidad. En este contexto, la localidad A13 (Chapachapa) presentó el nivel de vulnerabilidad más bajo en comparación con el resto, mientras que la A19 (Poxtitlán) mostró el más elevado, lo que evidencia la mayor distancia entre ambas. Aunque no se establecieron rangos discretos de vulnerabilidad, la representación mediante un gradiente de color continuo permite visualizar con mayor precisión las diferencias relativas entre las localidades. En la figura 4, los tonos más claros hacia el extremo izquierdo indican menor vulnerabilidad, mientras que los tonos más intensos hacia la derecha reflejan niveles más altos, lo que facilita una interpretación más fina y comparativa del índice obtenido.

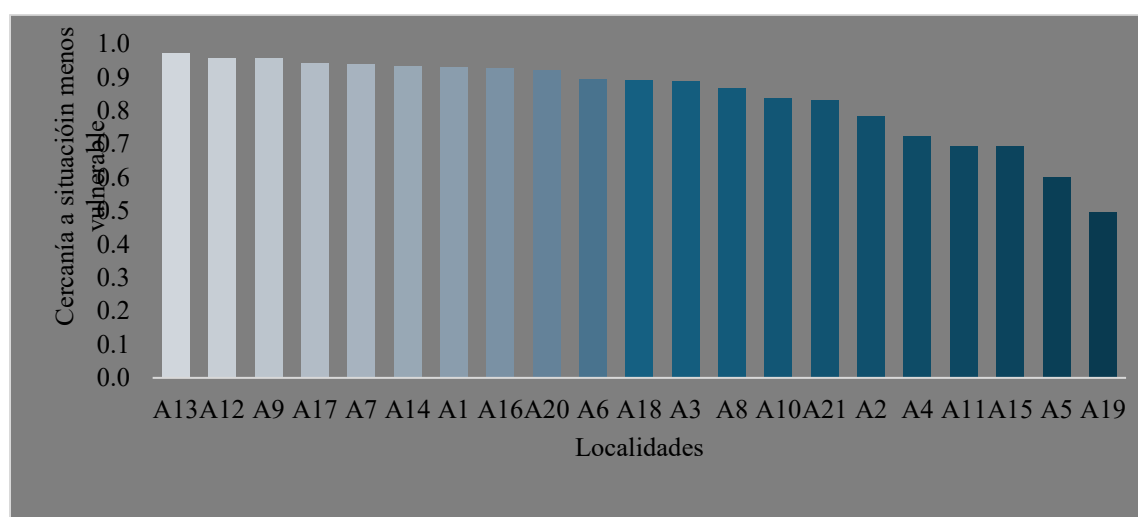


Figura 4. Proximidad de las localidades a la solución ideal positiva. Fuente: elaboración propia.

Discusión

Aunque hay una idea más o menos consensada, en trabajos como el de Fekete (2010), de que pese a las diversas explicaciones de la vulnerabilidad, ésta representa una tendencia inherente de un sistema a ser susceptible a un shock externo, nuestra distinción entre localidades, más y menos vulnerables, parte de que ese shock externo es similar al que proponen Alguacil et al., (2014): la vulnerabilidad como un proceso que conduce a la exclusión. Por lo tanto, nuestras estimaciones no perciben los criterios como medidas estáticas y autónomas, sino como un conjunto de condiciones cuya interacción y evolución pueden conducir a las localidades y sus habitantes a zonas de exclusión más acentuadas.

Tanto el método como los resultados, en términos generales, aportaron estimaciones diferenciadas de la vulnerabilidad en localidades rurales que, en apariencia, tienen un estatus homogéneo en cuanto al tamaño poblacional o a la composición demográfica. El valor de un ejercicio de ese tipo radica en que hay trabajos de intervención con resultados exitosos de, por ejemplo, combate a la pobreza (una condición común en zonas rurales) que parten de medidas de diferenciación cada vez más detalladas sobre las personas y sus capacidades (Banerjee et al., 2015), las cuales podrían estar influidas por criterios como los analizados aquí. Los resultados son también pertinentes si se consideran las crecientes necesidades de i) información sobre la realidad de cada territorio rural, para la identificación de necesidades estructurales y propias, áreas de oportunidad y desarrollo, que sugieren García-Sandoval, Adalpe Ballesteros y Esquivel (2020); y ii) de borrar las representaciones urbanas que abordan el problema de la vulnerabilidad y la exclusión social en los espacios rurales, tomando en serio la geografía y la organización local, como sugieren Escribano-Pizarro, Serrano Lara y Martínez Guirao (2019).

Otro aspecto que destacamos en esta investigación es la diferenciación entre indicadores relevantes de los que no lo son. Se ha mencionado en otros trabajos que un gran número de indicadores podría llevar a considerar erróneamente significativas a variables sin ningún impacto real sobre el fenómeno en estudio (Raffinetti y Romeo, 2015), y también que en bases de datos amplias suelen encontrarse características redundantes e irrelevantes que han demostrado ser un gran obstáculo para el análisis eficiente y efectivo de los estos (Chauhan y Kaur, 2017). Frente a esto, el análisis redujo los indicadores de los cuáles se tenía certeza de sus atributos, pudiendo agruparlos en las cinco dimensiones propuestas.

Con ello, el análisis sugirió que, dadas las características de las localidades rurales estudiadas, la población desocupada y un conjunto de servicios de la vivienda eran los elementos diferenciadores en la expresión de la vulnerabilidad, algo mencionado en otros trabajos (Egea et al., 2008; Benito-del Pozo y Prada-Trigo, 2022). Con respecto a la ocupación, hay estudios que también lo señalan como el principal impulsor de la alta vulnerabilidad económica, pues hay efectos negativos bajo la prevalencia de bajos ingresos de los agricultores y sus desafíos significativos para la obtención de seguros y préstamos, además de que no emplearse fuera de las localidades anula la oportunidad de ofrecer soporte a familiares de manera externa (Rasool, Rana y Waseem, 2024), y hay efectos derivados de la precariedad laboral si esta supone el peligro de desembocar en una situación de desempleo, sobre todo en periodos de crisis y la aparición y consolidación posterior de una población trabajadora con un nivel salarial que no garantiza ya la cobertura de las necesidades básicas de sus familias (Alguacil-Gómez et al., 2014).

La importancia de los servicios en la vivienda es que al no cubrir necesidades básicas exagera aún más la vulnerabilidad (Rasool et al., 2024). El estudio puso énfasis en estos

indicadores que reflejan condiciones estructurales, y su priorización podría contribuir a una mejor planificación de intervenciones, la focalización de acciones y el uso eficiente de recursos.

Por su parte, el método TOPSIS permitió priorizar las localidades. Esto tiene ventajas similares a la asignación de pesos a los indicadores, con una diferencia clara. Mientras que la priorización de criterios a partir del análisis de entropía ofrece herramientas para priorizar acciones, el TOPSIS las ofrece para priorizar los espacios rurales. En ese sentido, el análisis enfocado en la diferenciación tanto de localidades como de criterios tiene la ventaja de crear contextos de análisis: estos contextos están determinados por el espacio concreto en el que se desenvuelven las personas y por el valor relativo que tienen ciertas condiciones, valoradas como indicadores, en su experiencia de vida en esos espacios.

Limitaciones

La investigación presentó algunas limitaciones. El análisis se basa en datos estadísticos existentes; en consecuencia, las localidades sin información disponible quedaron fuera del análisis. Una posible extensión sería incorporar trabajo de campo y levantamiento directo de datos en estas zonas, lo que permitiría integrar variables ausentes en los registros nacionales y fortalecer la capacidad explicativa y comparativa del modelo. Asimismo, el estudio no incorpora valoraciones subjetivas de actores comunitarios ni de especialistas. Si bien estas apreciaciones no son indispensables para asegurar la solidez del proceso de selección y priorización de indicadores de vulnerabilidad, su integración futura podría enriquecer la interpretación de los resultados y ofrecer una lectura más matizada de las dinámicas locales, particularmente desde la perspectiva de quienes habitan y experimentan directamente estas condiciones.

Conclusiones

Las evidencias obtenidas permiten afirmar que el estudio cumplió su objetivo de analizar la vulnerabilidad en espacios rurales del municipio de Misantla, Veracruz (México), desde un enfoque que reconoce su naturaleza dinámica y multidimensional. Mediante la articulación de la variabilidad singular de cada indicador con su interdependencia dentro del sistema de condiciones que configuran la vulnerabilidad, la metodología empleada, basada en la entropía de Shannon y en TOPSIS, permitió capturar matices que no son visibles mediante aproximaciones unidimensionales o clasificatorias convencionales. Este enfoque analítico permitió examinar las diferencias internas entre localidades rurales aparentemente homogéneas y ofrecer una lectura más precisa de los procesos que las conducen a situaciones de mayor o menor vulnerabilidad.

Los resultados obtenidos mediante la aplicación conjunta de la entropía de Shannon y TOPSIS permitieron establecer una clasificación objetiva de las localidades según sus niveles de vulnerabilidad, distinguiendo con claridad aquellas en situaciones más críticas. Esta metodología multicriterio, al operar adecuadamente en contextos de ambigüedad y heterogeneidad, aportó una base analítica sólida para la priorización territorial y la toma de decisiones. El análisis reveló que los factores con mayor incidencia en las localidades más vulnerables están relacionados con la inserción laboral y el acceso limitado a servicios básicos, como la energía eléctrica, el agua entubada y el drenaje, condiciones que se articulan con procesos de exclusión social y profundizan las desigualdades entre comunidades.

Se recomienda, como aplicación práctica de estos resultados, focalizar los esfuerzos en intervenciones que atiendan los criterios priorizados, en particular aquellos relacionados con el

acceso a servicios básicos y la mejora de la ocupación laboral, ya que son los factores centrales que determinan la vulnerabilidad de las comunidades rurales. Con ello, se podrá reducir la desigualdad y mejorar las condiciones de vida en las localidades más necesitadas, contribuyendo a disminuir la exclusión social.

El peso de esta contribución radica en que permitió evaluar la vulnerabilidad rural a partir de datos disponibles y en su adecuada operacionalización, lo que demuestra que la metodología es flexible y escalable. Su aplicabilidad no depende de atributos estáticos (como el tamaño poblacional, criterios dicotómicos sobre identidad indígena o niveles predeterminados de marginación), sino de la integración de indicadores contextualizados, derivados de fuentes abiertas. Esta característica facilita adaptar el enfoque a distintos entornos rurales e incluso urbanos, lo que permite elaborar diagnósticos comparables y apoyar el diseño de proyectos, programas y políticas públicas en diversos contextos territoriales.

Referencias bibliográficas

- Ainz Ibarrondo, M. J. y González Amuchastegui, M. J. (2016). Impacto del desarrollo urbanístico reciente en el paisaje del caserío vasco: una propuesta metodológica en la Reserva de la Biósfera de Urdaibai. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 70, 305-327. doi: <https://doi.org/10.21138/bage.2173>
- Alberdi Collantes, J. C. (2024). Territorio y vulnerabilidad, ejes de la zonificación rural del País Vasco. *Estudios Geográficos*, 85(296), doi: <https://doi.org/10.3989/estgeogr.2024160.160>
- Alguacil-Gómez, J., Camacho Gutiérrez, J. y Hernández Aja, A. (2014). La vulnerabilidad urbana en España. Identificación y evolución de los barrios vulnerables. *EMPIRIA. Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, 27(14), 73-94. doi: <https://doi.org/10.5944/empiria.27.2014.10863>
- Banerjee, A. V. y Duflo, E. (2014). *Repensar la pobreza: un giro radical en la lucha contra la desigualdad global*. Barcelona: Penguin Random House.
- Banerjee, A., Duflo, E., Goldberg, N., Karlan, D., Osei, R., Parienté, W., ... Udry, C. (2015). A multifaceted program causes lasting progress for the very poor: Evidence from six countries. *Science*, 348(6236). doi: <https://doi.org/10.1126/science.1260799>
- Benito-del Pozo, P. y Prada-Trigo, J. (2022). Aproximación teórico-metodológica a los espacios desindustrializados desde el concepto de vulnerabilidad. *Revista De Geografía Norte Grande*, (83), 352-372. Recuperado de <https://revistachilenadederecho.uc.cl/index.php/RGNG/article/view/18035>
- Castel, R. (1991) La dinámica de los procesos de marginalización: de la vulnerabilidad a la exclusión. En M. J. Acevedo y J. C. Volnovich (Ed.), *El Espacio Institucional* (pp.37-54). Buenos Aires, Argentina: Lugar.

- Chakraborty, S. (2022). TOPSIS and Modified TOPSIS: A comparative analysis. *Decision Analytics Journal*, 2(100021), 1-7. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2021.100021>
- Chauhan, R. y Kaur, H. (2017). A feature-based selection technique for reduction of large scale data. *International Journal of Data Analysis Techniques and Strategies*, 9(3), 207-221. doi: <https://doi.org/10.1504/IJDATS.2017.086630>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval, 2015). *Características productivas de los hogares rurales en México*. Recuperado de https://www.coneval.org.mx/Informes/Evaluacion/Cruzada%20contra%20el%20Hambre/Caract_Prod_hogares_rurales.pdf#search=Características%20productivas%20de%20los%20hogares%20rurales%20en%20México
- Consejo Nacional de Población (Conapo, 2022). *Análisis geoespacial de la accesibilidad a centros urbanos de las localidades de México*. Recuperado de <https://www.gob.mx/conapo/documentos/analisis-geoespacial-de-la-accesibilidad-a-centros-urbanos-de-las-localidades-de-mexico>
- Cruz, R. S., Sousa, F. Q., Oliveira, C. J., Alves, A. B., Souto, J. S. y Nunes, E. N. (2013). Vulnerabilidade socioeconômica em comunidades rurais do município de Areia, Estado da Paraíba. *Scientia Plena*, 9(5), 1-10. Recuperado de www.scientiaplenu.org.br059911-1
- Deng, H., Yeh, C. H. y Willis, R. J. (2000). Inter-company comparison using modified TOPSIS with objective weights. *Computers and Operations Research*, 27, 963-973. doi: [https://doi.org/10.1016/S0305-0548\(99\)00069-6](https://doi.org/10.1016/S0305-0548(99)00069-6)
- Egea-Jiménez, C., Nieto-Calamestra, J.A., Domínguez-Clemente, J. y GonzálezRigo, R. A. (2008). *Vulnerabilidad del tejido social de los barrios desfavorecidos de Andalucía. Análisis y Potencialidades*. Sevilla: Centro de Estudios Andaluces.
- Escribano-Pizarro, J., Serrano-Lara, J. J. y Martínez-Guirao, P. (2019). Análisis del riesgo de exclusión social en el medio rural: el índice Z como solución «low cost» a la falta de indicadores sintéticos municipales. *Cuadernos Geográficos*, 58(3), 103-124. doi: <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v58i3.8636>
- Fekete, A. (2010). *Assessment of social vulnerability for river-floods in Germany*. Recuperado de <https://collections.unu.edu/eserv/UNU:1978/pdf8069.pdf>
- García Sandoval, J. R., Adalpe Ballesteros, L. A. y Esquivel, F. A. (2020). Perspectivas del desarrollo social y rural en México. *Revista de Ciencias Sociales*, XXVI(2), 45-55. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/280/28063519011/28063519011.pdf>
- Ho, T. C. y Lee, H. S. (2022). Application of Fuzzy Delphi-AHP-TOPSIS for selecting an International Crew Change Center in Taiwan. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(10), 1-18. doi: <https://doi.org/10.3390/jmse10101538>
- Huerta-Pineda, A. (2016). Carencias sociales. *Economía Informa*, 399, 77-87. Recuperado de <https://www.elsevier.es/es-revista-economia-informa-114-pdf-S0185084916300226>
- Hwang, C. L. y Yoon, K. (1981). Multiple attribute decision making. Methods and applications. A state-of-the-art survey. In *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems* (pp. 58-191). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2022). *Censo de población y vivienda. Principales resultados por localidad (ITER)*. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/app/scitel/doc/descriptor/fd_iter_cpv2020.pdf
- Joshi, R., Banwet, D. K. y Shankar, R. (2011). A Delphi-AHP-TOPSIS based benchmarking framework for performance improvement of a cold chain. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 10170-10182. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.02.072>
- Jozi, S. A., Shafiee, M., Moradimajd, N. y Saffarian, S. (2012). An integrated Shannon's Entropy-TOPSIS methodology for environmental risk assessment of Helleh protected area in Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184(11), 6913-6922. doi: <https://doi.org/10.1007/s10661-011-2468-x>
- Krellenberg, K., Welz, J., Link, F. y Barth, K. (2017). Urban vulnerability and the contribution of socio-environmental fragmentation: Theoretical and methodological pathways. *Progress in Human Geography*, 41(4), 408-431. doi: <https://doi.org/10.1177/0309132516645959>
- Li, X. (2021). TOPSIS model with entropy weight for eco geological environmental carrying capacity assessment. *Microprocessors and Microsystems*, 82, 1-8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.micpro.2020.103805>

- López-Zavala, F. y Zeballos-Claure, N. (2019). *Vulnerabilidad social y estructuración física del espacio rural en Cirminuelas*. Centro de Estudios Rurales Urbano Regionales. Recuperado de <https://repositorio.ucb.edu.bo/xmlui/bitstream/handle/20.500.12771/203/6.%20Cuaderno%20de%20Investigación%20006.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lotfi, F. H. y Fallahnejad, R. (2010). Imprecise shannon's entropy and multi attribute decision making. *Entropy*, 12(1), 53-62. doi: <https://doi.org/10.3390/e12010053>
- Malczewski, J. (2018). Multicriteria Analysis. En B. Huang (Ed.), *Comprehensive geographic information systems* (First, Vol. 3, pp. 197-217). Hong, Kong: Elsevier. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09698-6>
- Maldonado, G. I. (2015). Vulnerabilidad, adaptación y desarrollo en los espacios rurales: un debate necesario. *Reflexiones Geográficas*, 16(16), 9-20. Recuperado de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/180122?show=full>
- Martínez-Lorea, I. (2024). La vulnerabilidad de los territorios: estado de crisis y futuros sociales posibles. *RES. Revista Española de Sociología*, 33(1), a200. doi: <https://doi.org/10.22325/fes/res.2024.200>
- Méndez, R. (2012). Ciudades y metáforas: sobre el concepto de resiliencia urbana. *Ciudad Y Territorio Estudios Territoriales*, 44(172), 215-231. Recuperado de <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/76122>
- Méndez Gutiérrez del Valle, R. (2013). Crisis económica, vulnerabilidad urbana y desempleo en España. *Ciudad y territorio: Estudios territoriales* 45(178), 649-667. Recuperado de <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/76243>
- Neuburger, M. (2004). Vulnerabilidad y estrategias de supervivencia de campesinos en espacios degradados. Ejemplos del centro-oeste brasileño. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, (52), 77-102. Recuperado de <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/desarrolloRural/article/view/1267/754>
- Prada-Trigo, J. (2018) Vulnerabilidad territorial, crisis y “post–crisis económica”: trayectoria y persistencia a escala intraurbana. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 22(587), 581-604. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6884208>
- Raffinetti, E. y Romeo, I. (2015). Dealing with the biased effects issue when handling huge datasets: the case of INVALSI data. *Journal of Applied Statistics*, 42(12), 2554-2570. doi: <https://doi.org/10.1080/02664763.2015.1043867>
- Rasool, S., Rana, I. A. y Waseem, H. Bin. (2024). Assessing multidimensional vulnerability of rural areas to flooding: An index-based approach. *International Journal of Disaster Risk Science*, 15(1), 88-106. doi: <https://doi.org/10.1007/s13753-024-00547-9>
- Reques-Velasco, P. (2011). *El Factor D. Los nueve retos demográficos de la España actual*. España: Cinco Días.
- Roodposhti, M. S., Aryal, J., Shahabi, H. y Safarrad, T. (2016). Fuzzy Shannon entropy: A hybrid GIS-based landslide susceptibility mapping method. *Entropy*, 18(10). doi: <https://doi.org/10.3390/e18100343>
- Ruiz, A. (2019). El potencial de la percepción social aplicada al análisis de la vulnerabilidad en planificación urbana. *Revista EURE*, 45(136), 31-50. Recuperado de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612019000300031
- Sánchez-Ondoño, I. y Prada-Trigo, J. (2023). Medición de la vulnerabilidad urbana a partir del catastro: Aplicación a la ciudad de Valladolid. *Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 27(3), 143-181. doi: <https://doi.org/10.1344/sn2023.27.42092>
- Santos, M. (2000). *La naturaleza del espacio: técnica y tiempo. Razón y emoción*. Barcelona, España: Ariel Geografía.
- Secretaría de Desarrollo Social y Comisión Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (SEDESOL y CONEVAL, 2015). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2015*. Misanlta. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41275/Veracruz_109.pdf
- Secretaría del Bienestar (SB, 2024). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2024*. Misanlta. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/890260/30109Misanlta2024.pdf>
-

- Secretaría de Finanzas y Planeación (Sefiplan, 2023). *Cuadernillos municipales 2023. Misanthla*. Recuperado de <https://ceieg.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2023/08/Misanthla.CM.Ver.2023.2.pdf>
- Selby, J. D. y Desouza, K. C. (2019). Fragile cities in the developed world: A conceptual framework. *Cities*, 91, 180-192. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.11.018>
- Sera, F., Armstrong, B., Tobias, A., Vicedo-Cabrera, A. M., Åström, C., Bell, M. L., Chen, B. Y., ... Gasparrini, A. (2019). How urban characteristics affect vulnerability to heat and cold: a multi-country analysis. *International journal of epidemiology*, 48(4), 1101-1112. doi: <https://doi.org/10.1093/ije/dyz008>
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 623-656. Recuperado de <https://people.math.harvard.edu/~ctm/home/text/others/shannon/entropy/entropy.pdf>
- Soloaga, I., Plassot, T. y Reyes, M. (2022). *Lo rural y lo urbano en México. Una nueva caracterización a partir de estadísticas nacionales*. Santiago. Recuperado de https://www.cepal.org/sites/default/files/infographic/files/6_infografiua_cepai-fida-nr_lo_rural_mexico.pdf
- Stankulova, A., Barreca, A., Rebaudengo, M. y Rolando, D. (2023). Emerging trends in the territorial and rural vulnerability-vibrancy evaluation. A bibliometric analysis. En O. Gervasi, M. Beniamino, M. A. C. Rocha, C. Garau, F. Scorza, Y. Karaka y C. M. Torre (Eds.), *Computational Science and Its Applications-ICCSA 2023 Workshops: Vol. 14106 LNCS* (pp. 277-288). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-031-37111-0_20
- Torres-Gutiérrez, F. J. (2013) *Segregación urbana y exclusión social en Sevilla. El paradigma Polígono Sur*. Sevilla: Ediciones de la Universidad de Sevilla.
- Won, K., Chung, E. S. y Choi, S. U. (2015). Parametric assessment of water use vulnerability variations using SWAT and fuzzy TOPSIS coupled with entropy. *Sustainability (Switzerland)*, 7(9), 12052-12070. doi: <https://doi.org/10.3390/su70912052>
- Yáñez-Romo, V. y Muñoz-Parra, C. (2017). Construcción metodológica para determinar la vulnerabilidad socio-territorial frente a la pobreza. *Estudios Geográficos*, 78(282), 339-372. doi: <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201712>