



Revista INVI

ISSN: 0718-1299

ISSN: 0718-8358

Universidad de Chile. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Instituto de la Vivienda

Medina-Pérez, Patricia Catalina; Quiroz-Jiménez, Jesús David; Tapia-Fernández, Héctor Jesús
Pobreza energética y cambio climático. Aproximación desde el análisis territorial en los municipios de México
Revista INVI, vol. 38, núm. 109, 2023, pp. 134-171
Universidad de Chile. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Instituto de la Vivienda

DOI: <https://doi.org/10.5354/0718-8358.2023.70731>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25876245005>

- ▶ [Cómo citar el artículo](#)
- ▶ [Número completo](#)
- ▶ [Más información del artículo](#)
- ▶ [Página de la revista en redalyc.org](#)

UNIVERSIDAD DE CHILE
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Pobreza energética y cambio climático. Aproximación desde el análisis territorial en los municipios de México

Recibido: 2023-05-21

Aceptado: 2023-10-20

Cómo citar este artículo:

Medina-Pérez, P. C., Quiroz-Jiménez, J. D. y Tapia-Fernández, H. J. (2023). Pobreza energética y cambio climático. Aproximación desde el análisis territorial en los municipios de México. *Revista INVI*, 38(109), 134-171. <https://doi.org/10.5354/0718-8358.2023.70731>

Patricia Catalina Medina-Pérez

El Colegio del Estado de Hidalgo, México,
pmedina@elcolegiodehidalgo.edu.mx
<http://orcid.org/0000-0002-2098-6570>

Jesús David Quiroz-Jiménez

El Colegio del Estado de Hidalgo, México,
[jquroz@elcolegiodehidalgo.edu.mx](mailto:jquiroz@elcolegiodehidalgo.edu.mx)
<https://orcid.org/0000-0003-2439-2048>

Héctor Jesús Tapia-Fernández

El Colegio del Estado de Hidalgo, México,
htapia@elcolegiodehidalgo.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0003-1680-9747>



Pobreza energética y cambio climático. Aproximación desde el análisis territorial en los municipios de México

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo abordar la pobreza energética desde la dimensión social del acceso a la energía y su relación con variables ambientales como relieve, temperatura y precipitación en los municipios de México. Esto se realizará mediante la construcción de un indicador de pobreza energética con información censal del año 2020 y un análisis cartográfico con SIG. Los resultados obtenidos para México de 2020 muestran que aproximadamente 43.75% de los municipios viven en pobreza energética alta y muy alta. Se advierten diferencias regionales de la pobreza energética. Se localizaron tres sectores focalizados de pobreza energética, al norte, poniente y sur de México; lo anterior puede explicarse por las marcadas diferencias económicas y sociales que existen en el país. Se encontró una relación entre la pobreza energética y las condiciones sociales que puede verse influida por el cambio climático. Además, la incorporación de la dimensión espacial puede ser relevante en el estudio de la pobreza energética en México.

Palabras clave: cambio climático, energía y pobreza, factores ambientales, índice pobreza energética.



Energy poverty and climatic change. Approach from the territorial analysis in the municipalities of Mexico

Abstract

The paper aims to address energy poverty from the social dimension of access to energy and its relationship with environmental variables such as relief, temperature, and precipitation in the municipalities of Mexico; through the construction of an energy poverty indicator using 2020 census data and cartographic analysis with GIS. The results for Mexico 2020 reveal that approximately 43.75% of the municipalities experience high and very high energy poverty. Regional differences in energy poverty are noted, three targeted sectors of energy poverty were located, to the north, west and south of Mexico. This can be explained by the marked economic and social differences that exist in the country. A relationship was found between energy poverty and social conditions that can be influenced by climate change. The incorporation of the spatial dimension may be relevant in the study of energy poverty in Mexico.

Keywords: Climatic change, energy and poverty, energy poverty index, environmental factors.

Introducción

La pobreza energética es un fenómeno que afecta a personas que no tienen acceso a la energía para satisfacer sus necesidades básicas, como la calefacción, la iluminación y la refrigeración. Las personas mayores, los enfermos, los niños y las personas de bajos ingresos, suelen ser las más vulnerables. Si bien, el acceso a la energía eléctrica puede mejorar las condiciones de vida, no es el único factor por considerar; la calidad de los equipos o bienes económicos y las características del nivel de ingreso (desigualdades sociales) pueden tener graves consecuencias para la salud, el bienestar y la calidad de vida de la población (García, 2022; Soriano-Hernández *et al.*, 2022). Las definiciones generadas en países en desarrollo se centran en el acceso equitativo a la energía, dicha referencia no permite identificar la equidad, calidad y seguridad del acceso (Urquiza y Billi, 2020), por lo que el fenómeno, para el caso latinoamericano, debe considerar sus efectos en la calidad de vida de la población (Calvo *et al.*, 2021) para satisfacer los servicios energéticos necesarios (García, 2022).

Los servicios energéticos son beneficios que derivan del uso de la energía, como iluminación, entretenimiento, calentamiento de agua, conservación y preparación de alimentos, la higiene de la vivienda y el confort térmico (García, 2022). En ese contexto, factores como la percepción de ingresos bajos, altos costos de energía y una vivienda inadecuada en su infraestructura, la vinculan directamente con la limitación para realizar actividades cotidianas (Bouzarovski y Simcock, 2017; Castaño *et al.*, 2020; European Commission, 2021; Sovacool y Dworkin, 2015).

La pobreza energética, por lo tanto, se relaciona con tres dimensiones. En primer lugar, la dimensión de equidad, en la que se evalúan los límites en el ingreso total del hogar en relación con el pago por servicios de energía (en este caso, cuando la proporción de gasto en energía con relación al del ingreso es muy elevada, el presupuesto del hogar se ve limitado y limita la satisfacción de otras necesidades). En segundo lugar, la dimensión de calidad, donde se consideran la confiabilidad, disponibilidad y estabilidad del suministro energético, las condiciones de confort ambiental derivadas de las condiciones climáticas de cada región y la envolvente de la vivienda finalmente, para el presente trabajo, se considera la dimensión de acceso a los servicios energéticos y su interacción con el ingreso de los hogares (Calvo *et al.*, 2021; Castelao y Méndez, 2019) como la electricidad, combustibles para la preparación de alimentos y el agua caliente sanitaria. Además, se refiere a las limitaciones geográficas y de infraestructura del suministro energético del hogar, así como a la disponibilidad de bienes tecnológicos (Calvo *et al.*, 2021).

Por otro lado, existe un vínculo entre la pobreza energética y el territorio, ya que la pobreza energética se manifiesta de manera desigual en el espacio. Las condiciones territoriales pueden influir en la definición de los servicios energéticos prioritarios según las condiciones climáticas, pues este fenómeno puede ser agravado/moderado por variables ambientales. En el caso más evidente, los fenómenos hidrometeorológicos pueden afectar el suministro (por ejemplo, tormentas eléctricas e inundaciones), pero también las características del medio físico particulares de cada región condicionan la necesidad energética (Pachauri y Spreng,

2004). Por ejemplo, en lugares que alcanzan temperaturas mínimas extremas, la calefacción es necesaria, independientemente de las fuentes de acceso (Bouzarovski y Petrova, 2015).

También hay que considerar el papel que está jugando y jugará el cambio climático y calentamiento global, pues este fenómeno de origen antropogénico agravará los problemas económicos, sociales, políticos y ambientales ya existentes en todo el mundo (Masson-Delmotte *et al.*, 2021). Aunque los países desarrollados están optando por disminuir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera, las proyecciones de uso de combustibles fósiles siguen al alza, aún con su transición energética a fuentes limpias (Elisha *et al.*, 2021; International Energy Agency, 2023).

Por otra parte, en naciones de desarrollo medio y bajo, el panorama energético debe ser abordado desde un punto de vista diferente, pues la inequidad y las carencias limitan el acceso a servicios eficientes, como la electricidad o la cocción limpia de alimentos (“Tracking SDG 7”, 2023). Para el caso de México, cerca del 15% de la población no tiene acceso a fuentes de energía limpias, lo que enfatiza el problema cuando se trata de contextos rurales, en los que dicho porcentaje se eleva a 41% (García y Bracamonte, 2019). En este entorno de pobreza, el cambio climático es un agravante que amenaza la adaptación social y ambiental, pues ante mayor necesidad energética las posibilidades de cumplimiento de las mismas disminuyen (Jessel *et al.*, 2019; Romitti y Sue Wing, 2022).

El presente trabajo tiene como objetivo abordar la pobreza energética para destacar la dimensión social del acceso a la energía y su relación con la pobreza y algunas variables ambientales (relieve, temperatura y precipitación). Considerando el contexto social latinoamericano, el presente trabajo tiene como hipótesis que las condiciones de acceso limitado a bienes y a infraestructura de la vivienda, (explicados a través de factores territoriales, entre otras condicionantes sociales de la población) amplifican la pobreza y reducen sus herramientas de adaptación para contrarrestar los posibles cambios ambientales de su entorno.

Para lograr el objetivo, se construyó un indicador de pobreza energética municipal (IPEM) con información del Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020), donde se consideran entre otras variables, características sociodemográficas, dotación de servicios básicos y de saneamiento de las viviendas, materiales constructivos y acceso a bienes y tecnologías de la información. Mediante sistemas de información geográfica (SIG), se determina el comportamiento y distribución de la pobreza energética en el territorio mexicano, además de sus posibles condicionantes ambientales y climáticas a escala municipal.

En la primera sección de este trabajo, se analiza la pobreza energética como tema de investigación y se presentan los supuestos teórico-metodológicos para estudiarla. En la segunda sección, se aborda un panorama general de las variables ambientales y de cambio climático, destacando la relación que tiene con la calidad de vida de la población mexicana. En el tercer apartado, se presentan los resultados del indicador de pobreza energética, su distribución geográfica, su relación con las variables sociales-ambientales y se discuten las posibles repercusiones del cambio climático en un contexto territorial para México.

Problemática y estado del arte

La relación entre pobreza y energía se hace relevante por su papel en mejorar la calidad de vida de la población, a través del logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, especialmente en la relación que se estableció entre el impulso de mejorar el acceso de los hogares a la energía y la reducción de la pobreza. Actualmente, 1.600 millones de personas en el mundo no cuentan con energía eléctrica dentro de sus viviendas y 2.400 millones utilizan otra fuente combustible diferente al gas para la preparación de alimentos. Para el caso de México, el 22.81% de las viviendas —a nivel nacional— cocinan con leña como combustible (INEGI, 2020).

La pobreza energética es una situación en la que los hogares no pueden satisfacer sus necesidades básicas de energía debido a ingresos bajos, altos costos de energía y/o una vivienda inadecuada en términos de eficiencia energética (Castaño *et al.*, 2020). Esta situación puede tener consecuencias negativas para la salud, el bienestar y la calidad de vida de las personas afectadas, así como para el medio ambiente, debido al mayor consumo de energía y a las emisiones de gases de efecto invernadero.

La pobreza energética es un problema que afecta principalmente a la población de países en desarrollo y en hogares con ingresos bajos y/o vulnerables (Bouzarovski y Simcock, 2017; European Commission, 2021; Sovacool y Dworkin, 2015). Es una especie de círculo vicioso en el que la falta de acceso a servicios energéticos adecuados impacta más a la población pobre y la ubica en una condición de anquilosamiento; por lo que sus ingresos son empleados en el pago de servicios deficientes e inseguros. La geografía condiciona el acceso a los servicios energéticos, tecnologías y dotación de infraestructura debido a la diversidad del territorio latinoamericano, que afecta principalmente a las poblaciones más alejadas de las concentraciones urbanas (Calvo *et al.*, 2021).

La pobreza energética se trabajó como línea de investigación principalmente en el continente europeo durante la década de los ochenta. En ese periodo, se consideró a la calefacción como unidad de medida, sin embargo, la realidad económica, social y cultural propias del contexto latinoamericano, requiere un planteamiento diferente (García, 2022; García y Graizbord, 2016a). De acuerdo con Soriano-Hernández *et al.* (2022), el estudio en contextos latinoamericanos proporciona diferentes interpretaciones de la pobreza energética y vuelve emergentes dichas interpretaciones; debido a la escasez de dichos trabajos en el contexto académico. Para el caso de México, es crucial el desarrollo de la investigación sobre pobreza energética para romper la brecha de conocimiento en este tema, en donde se reconoce un número reducido de publicaciones (Thomson *et al.*, 2022).

De acuerdo con García (2014, 2022), la visión europea del estudio de la pobreza energética no es aplicable a la realidad latinoamericana, debido a que la calefacción se considera como elemento clave para su medición. No obstante, en el contexto latinoamericano y especialmente en el caso de México, no

existe una homogeneidad climática¹ ni de las condiciones socioeconómicas. Por lo anterior, deben considerarse otros elementos para el estudio de la pobreza energética como la refrigeración, las condiciones físicas de la vivienda, el acceso a las tecnologías de la información y la comunicación, y elementos sociodemográficos que limitan el ingreso de la población.

En la literatura relacionada, se identifican los trabajos realizados durante la década de los setenta y ochenta, en los que la base para el estudio de la pobreza energética es la desigualdad social que se vivió en Europa, debido a la crisis del petróleo que tuvo un impacto en el precio del combustible y recrudesció las carencias económicas de los hogares más pobres (García, 2022).

En el estudio de la pobreza energética se reconocen cuatro enfoques (Bouzarovski y Simcock, 2017; Sovacool y Dworkin, 2015): primero, el enfoque de la vulnerabilidad energética, que se centra en la capacidad de las personas para afrontar los costos energéticos; segundo, el enfoque de la justicia energética (Soriano-Hernández *et al.*, 2022), que se basa en la equidad en la distribución de los recursos energéticos y en la protección de los derechos de los consumidores energéticos; tercero, el enfoque de la eficiencia energética (Alamonte *et al.*, 2003; Carpio y Coviello, 2013; Linares, 2009), centrado en la reducción del consumo de energía y la promoción de tecnologías más eficientes y sostenibles; por último, existe el enfoque de pobreza de combustible como parte de la dimensión social de la energía (García, 2014), en el que la pobreza se mide a partir de las limitaciones de los hogares para mantener la eficiencia física de las personas. En este último enfoque, se establece una línea de pobreza basada en un umbral de temperatura necesario para el confort térmico. Sin embargo, como ya se ha mencionado, el enfoque de pobreza en el contexto latinoamericano obliga a considerar la relación entre energía y pobreza, en vez de la relación combustible-pobreza abordada en el contexto europeo. A pesar de que han mejorado las condiciones de acceso a la energía de la población latinoamericana, aún existen dificultades para acceder y pagar los servicios energéticos y los bienes y TICs² para satisfacer sus necesidades básicas (Calvo *et al.*, 2021).

Para el caso de Latinoamérica, se encuentran los trabajos de García (2014, 2022) y García y Graizbord (2016b), en los que se plantea un marco teórico del concepto de pobreza del hogar, que toma como base la relación entre ingresos, emisiones de efecto invernadero y el desarrollo humano. En García y Graizbord (2016b), a partir del marco de las necesidades humanas relacionadas con los usos de la energía de los hogares, se construye un índice sintético (Índice estatal de Pobreza Energética en el Hogar) que incorpora variables como estufa, televisión o computadora con acceso a internet, lámparas incandescentes, calentador de agua, de gas o eléctrico y ventilador para caracterizar espacialmente el fenómeno de pobreza energética en México.

Urquiza y Billi (2020) por su parte, proponen una medición basada en la igualdad, en la que se obtienen umbrales más altos y un acercamiento más aproximado al fenómeno de la pobreza energética.

1 En México se presentan climas: subhúmedo, seco y semiseco, muy seco o seco desértico; cálido húmedo, templado subhúmedo, templado húmedo y frío (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e INECC. 2022).

2 Tecnologías de la información y la comunicación.

Los resultados de las investigaciones sobre el tema en México destacan que el porcentaje de hogares con pobreza energética de este país se ha visto reducido de 2014 a 2016, de 61% (García, 2014) a 36.7% (2016) debido a problemas de accesibilidad y asequibilidad económica. Para 2022, a pesar de que, según fuentes oficiales, prácticamente el 100% de los hogares mexicanos tienen acceso a electricidad (Cedano *et al.*, 2021; Soriano-Hernández *et al.*, 2022) —y que se emplean combustibles modernos para cocinar o para calentar los hogares— existen dificultades para acceder y pagar los servicios energéticos y los bienes y TICs y para satisfacer sus necesidades básicas (Calvo *et al.*, 2021).

Así mismo, la pobreza energética alcanza diferentes dimensiones, desde casas sin acceso a algún servicio energético hasta hogares que no tienen ninguno en contextos económicos, sociales, geopolíticos y ambientales diversos (Cedano *et al.*, 2021; Franco y Velázquez, 2016; García y Graizbord, 2016a); por lo que es necesario desarrollar estudios a nivel subnacional para comprender el efecto de la pobreza energética y comprender su comportamiento y relaciones con los factores ambientales.

CLIMA, ENTORNO NATURAL Y POBREZA ENERGÉTICA EN MÉXICO

El término clima es uno de los elementos más destacables de nuestro entorno natural y se refiere a las condiciones atmosféricas de un lugar, dadas durante un largo lapso. Las variables climáticas más importantes son la precipitación de agua (líquida y sólida), la temperatura y la evaporación, y son influidas por numerosos factores geográficos como la elevación y el relieve (Schneider *et al.*, 2011). Por ejemplo, por cada kilómetro de elevación en la atmósfera, se estima que la temperatura disminuye en 6.5 °C aproximadamente. Así mismo, los relieves montañosos pueden actuar como trampas para la humedad procedente del océano (Barry y Chorley, 2009). Por lo tanto, la modificación de cualquiera de los elementos que controlan el clima implica alteraciones en el entorno físico y retos de adaptación para los ecosistemas y la población.

De acuerdo con los reportes más recientes emitidos por el Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] (2022, 2023), el cambio climático actual es, sin duda alguna, causado por el ser humano y sus estragos se perpetuarán por cientos o miles de años (Masson-Delmotte *et al.*, 2021). Actuar ante esto es un desafío integral que altera los ecosistemas y tiene grandes repercusiones sociales y económicas, pues modifica los patrones climáticos regionales aumentando la vulnerabilidad y forzando la adaptación de organismos y sistemas. En el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático realizada en París en 2015 (COP 21), 175 países, entre ellos México, adquirieron compromisos para realizar acciones encaminadas a limitar el calentamiento global a 1.5 °C a finales de siglo —con respecto a las temperaturas preindustriales (1850)— en aras de cambios ambientales predecibles y menores (United Nations, 2015). Parte de estas acciones se encaminan a alcanzar cero emisiones de GEI a mediados de este siglo, a partir de la producción de energía mediante fuentes limpias no contaminantes.

En la cumbre más reciente (COP 27, Egipto 2022), México se comprometió a reducir en un 35% las emisiones de GEI, con respecto a las del 2000 para el 2030, optando por la protección ambiental,

electromovilidad y energías renovables (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2022). Lo anterior supone un gran reto debido a las deficiencias en la infraestructura eléctrica y limitantes económicas de la población. Sin embargo, las proyecciones de pobreza, migración, afectaciones a la agricultura, acceso al agua y energía, entre otras, no son alentadoras y fuerzan a México a actuar eficientemente y de manera inmediata (Comisión Nacional del Agua, 2011; Feng *et al.*, 2010; Martínez-Austria *et al.*, 2016; Romero-Lankao *et al.*, 2014; Saldaña-Zorrilla y Sandberg, 2009).

A grandes rasgos, las proyecciones de cambio climático para México sugieren incrementos de temperatura de hasta 2.0 °C entre 2035-2050 y hasta 6 °C para 2099, en comparación con las temperaturas entre 1971 y 2000 en escenarios de media y alta emisión de gases de efecto invernadero (RCP -4.5 - 8.5). De la misma forma, la precipitación sufrirá un decremento anual de hasta el 16% a final de siglo, con amplias reducciones en invierno-verano y ligeros aumentos en otoño, siendo las latitudes inferiores a 25° N las más afectadas para mediados y final del siglo (Colorado-Ruiz *et al.*, 2018; Martínez-Austria y Patiño Gómez, 2010, 2012; Romero-Lankao *et al.*, 2014).

En cuanto al ámbito social, la degradación y destrucción de los ecosistemas incrementa la vulnerabilidad de la población, especialmente en las comunidades que carecen de los medios para acceder a servicios básicos como la sanidad, electricidad, además de aquellas donde su forma de vida ha estado estrecha y tradicionalmente relacionada con su entorno natural (por ejemplo, pueblos originarios) (Abeygunawardena *et al.*, 2009; Fayazi *et al.*, 2020; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023; Romero-Lankao *et al.*, 2014). Diferentes estudios sugieren que la salud de la población mexicana se ve amenazada cuando se presentan días extremadamente cálidos (>32 °C) y con alta humedad (climas cálidos húmedos-subhúmedos) (Cohen y Dechezleprêtre, 2022). Además, los problemas pueden incrementarse cuando se supera la temperatura de mínima mortalidad (Bell *et al.*, 2008; Tobias *et al.*, 2021). En estas condiciones ambientales la regulación de temperatura se convierte en una necesidad para disminuir la temperatura corporal (ventiladores, aire acondicionado), conservar alimentos (frigoríficos), etc. De esta forma, el calentamiento global y recurrencia de domos de calor, además de poner en riesgo a las poblaciones, también incrementará la demanda de energía de los hogares en todos los estratos sociales (Jones *et al.*, 2023; Philip, Kew, Van Oldenborgh *et al.*, 2021; Philip, Kew, Vautard *et al.*, 2023; Zachariah *et al.*, 2022).

Cabe resaltar que la investigación en pobreza energética en México ha derivado en diversos estudios; diferente ha sido el caso de los estudios respecto a su posible vínculo con las variables físico-geográficas como agravantes, tema mucho menos explorado, al igual que el papel del cambio climático en este problema social (García, 2014; García y Graizbord, 2016a, 2016b; Soriano-Hernández *et al.*, 2022).

Metodología

El presente trabajo consta de dos etapas. En la primera se construye el índice de pobreza energética para los municipios de México, con información censal 2020 por municipio (los censos son la fuente primaria más amplia de información estadística para México, ya que permiten realizar comparaciones entre áreas geográficas y observar la evolución de los fenómenos en el tiempo y el espacio); en la segunda etapa, se realiza un análisis cartográfico, se muestra el comportamiento del indicador de pobreza energética en el territorio en los municipios de México y se establece la relación entre la pobreza energética y las condiciones ambientales.

ÍNDICE DE POBREZA ENERGÉTICA MUNICIPAL (IPEM)

El índice de pobreza energética municipal (IPEM), se construye con el marco de acceso a la energía (Calvo *et al.*, 2021), a partir del análisis de los elementos físicos de la vivienda que permiten estimar el nivel socioeconómico de la población, como herramientas necesarias para contrarrestar los elementos adversos del medio, en el contexto del cambio climático. Lo anterior es esencial para que los cambios propios de la transición energética no profundicen las desigualdades existentes o generen nuevos contextos de vulnerabilidad.

En la construcción del IPEM, se consideran elementos fundamentales para mejorar la calidad de vida de la población, de acuerdo con la disponibilidad de información respecto al acceso a refrigerador para la conservación de alimentos, a las condiciones físicas de la vivienda como el hacinamiento, al acceso a TICs, además de variables sociodemográficas, como población femenina, dependencia demográfica y jefatura femenina en hogares. Tales elementos adicionales, fortalecen el indicador y brindan un panorama de las condiciones socioeconómicas de los municipios estudiados, puesto que no se dispone de información sobre ingresos en los censos nacionales.

El IPEM se construye con la técnica de componentes principales (ACP), debido a su capacidad para conformar grupos de unidades analizadas y calcular su proximidad (López y Fachelli, 2016). El ACP forma parte del análisis factorial, que se basa en la relación previa entre variables que explican un mismo fenómeno y, en menor o mayor medida, se encuentra dentro de los métodos más recurridos para la construcción de indicadores porque permite reducir el espacio multidimensional del fenómeno estudiado. El ACP sintetiza las variables analizadas en un indicador que permite observar los niveles de pobreza energética en las unidades estudiadas (López y Fachelli, 2016). El primer paso es la selección de variables con base en un criterio teórico, se toma como base la dimensión de acceso de acuerdo con Calvo *et al.* (2021). Dado un territorio determinado y una población que lo habita, con atributos sociales susceptibles de distribución desigual entre las unidades de análisis, la pobreza energética es definida por el peso que tiene su localización en la variación total de dicho atributo entre ellas. Se han empleado procedimientos similares a partir de la construcción de indicadores para medir la pobreza energética, sin embargo, al no disponer de información censal por municipio sobre el nivel de ingresos, para la construcción del IPEM, se consideran variables de segmentación socioeconómica. En este contexto, las variables consideradas en la construcción del IPEM y sus estadísticos, se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1.
Variables y estadísticas descriptivas, 2020.

Variable	Indicador	Media	Desviación
vph_pisoti	Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	7.976	8.816
vph_lcto	Viviendas particulares habitadas de un cuarto	7.742	5.774
vph_selec	Viviendas particulares habitadas sin electricidad	1.840	2.809
pob_desocu	Población desocupada	0.855	0.722
dep_dem	Dependencia demográfica	41.833	4.230
jef_fem	Jefatura femenina	24.940	6.034
pob_fem	Población femenina	51.193	1.543
vph_norefri	Viviendas particulares habitadas sin refrigerador	26.127	20.708
vph_sincint	Viviendas particulares habitadas sin computadora ni internet	67.806	18.373
vph_sintic	Viviendas particulares habitadas sin tecnologías de la información y comunicación	7.241	8.785

Fuente: Elaboración propia con información del Censo de Población y Vivienda 2020.

La calidad de la vivienda juega un papel primordial para comprender la pobreza energética, ya que los materiales que componen su envolvente permiten brindar protección frente a las condiciones ambientales exteriores (Calvo *et al.*, 2021). Con relación a las variables que explican las condiciones de la vivienda, existen factores físicos como los materiales del piso de la vivienda, que son relevantes en el aseo del hogar, como un servicio necesario para garantizar el bienestar físico de las personas (García, 2022); y factores de confort como la temperatura saludable, que sólo puede mantenerse si los materiales constructivos de la vivienda son adecuados. La exposición a temperaturas por debajo de 18 °C o por encima de 24 °C, puede representar un mayor riesgo a contraer enfermedades respiratorias y cardiovasculares; principalmente para la población de 0 a 14 años y de 65 y más, respectivamente (Brito *et al.*, 2022).

Los equipos o bienes del hogar son los bienes económicos que pueden mantener vigentes los satisfactores de las necesidades humanas (Sen, 1983), ya que se vinculan con los procesos de desarrollo económico (García, 2022). La refrigeración de alimentos es fundamental para su conservación y para la prevención de enfermedades diarreicas e intestinales (García, 2022). Otro factor que afecta el bienestar y confort térmico de los hogares es el hacinamiento, esto debido a que restringe el acceso a servicios energéticos modernos y compromete la salud de sus habitantes, fomentando la presencia de hongos y bacterias debido a malas condiciones de ventilación, calefacción y aislamiento térmico (Calvo *et al.*, 2021).

El acceso a internet contribuye al bienestar y a un mejor nivel de vida, ya que promueve la comunicación y el acceso a la información y el conocimiento (García, 2022).

Dado que no se dispone de información de ingreso de los hogares en los censos nacionales de México, es necesario estimar, a partir de ciertos factores socioeconómicos, el nivel socioeconómico de los hogares en los municipios, para llevar a cabo un acercamiento a las condiciones sociales de los municipios de México; es por esto que en el IPEM se incluyen variables sociodemográficas. Los hogares liderados por mujeres perciben menores ingresos, lo que genera un limitado acceso a tecnologías y combustibles de alta calidad, por lo que enfrentan en mayor medida condiciones negativas de salud (Calvo *et al.* 2021; UN Environment Programme, 2016).

A pesar de que en trabajos relacionados (García, 2022; García y Graizbord, 2016b) se incluyen variables como agua caliente, disposición de plancha, materiales en muros y techos de las viviendas, y ventilación y aire acondicionado, para el caso de México dicha información no se encuentra disponible a nivel de desagregación municipal. Por esto, el IPEM se acota a la dimensión de acceso.

Una vez que se seleccionan las variables, se grafican con el objetivo de conocer si presentan una distribución normal; en el caso de que así sea, se realiza una prueba de correlación de Pearson (Anexo 1). Posteriormente, los resultados se estratifican en grupos de clases, a partir de n características similares (López y Fachelli, 2016) mediante métodos de optimización.

CARTOGRAFÍA DEL ÍNDICE DE POBREZA ENERGÉTICA MUNICIPAL

El método de clasificación conocido como «*natural breaks*» u «optimización de Jenks» es una técnica empleada para agrupar datos en distintas categorías de forma óptima, tomando en cuenta la variabilidad interna de los datos y buscando minimizar la variabilidad entre los grupos resultantes. Este enfoque fue desarrollado por Jenks (1967) y tiene como objetivo principal lograr clases con alta homogeneidad interna y máxima diferencia entre ellas, tomando en cuenta el número de intervalos previamente especificado (cinco clases), en lugar de simplemente dividirlos en intervalos iguales o tener clases basadas en umbrales predefinidos. Esto posibilita clasificar al IPEM e identificar cinco categorías, y con ello visualizar de manera más clara y precisa la distribución espacial del IPEM en los municipios y estados que conforman México. Para llevar a cabo esta representación, se utiliza como base cartográfica el Marco Geoestadístico Nacional de INEGI (2020).

El IPEM fue representado mediante cartografía (mapas) para proporcionar una representación visual y espacial de la información. Los mapas permiten mostrar datos geográficos de manera clara y concisa, lo que facilita la comprensión y el análisis del indicador. Cuando se representa un indicador social en un mapa, se puede identificar fácilmente su distribución geográfica. Los patrones espaciales y las disparidades regionales se vuelven evidentes, lo que ayuda a comprender las diferencias y desigualdades territoriales. Además, los mapas permiten agregar información adicional a través de la superposición de capas. Para el caso de esta investigación, se agregaron isolíneas de variables como la temperatura máxima y mínima (°C), precipitación (mm) y elevación (msnm) para comparar y analizar las relaciones entre ellos y el IPEM. Esto facilita la identificación de correlaciones espaciales y la comprensión de los factores que contribuyen a la distribución espacial del indicador.

METODOLOGÍA DE LA INTERPOLACIÓN IDW PARA LAS ISOLÍNEAS DE TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN Y RELIEVE

Las isolíneas en cartografía son líneas imaginarias que conectan puntos que tienen el mismo valor o atributo en un mapa. Estas líneas se utilizan para representar datos geográficos cuantitativos, para el caso de este trabajo de investigación, las variables representadas son temperatura máxima y mínima, precipitación y relieve. Cada isolínea muestra el valor constante de la característica que se está representando. Las isolíneas se dibujan utilizando técnicas de interpolación, lo que significa que se estima el valor entre los puntos de datos conocidos para crear una representación continua y son útiles porque permiten identificar patrones, gradientes y cambios en los atributos geográficos representados. Las isolíneas precipitación, temperatura y relieve se realizaron ponderando una superficie de ráster a partir de puntos (en este caso datos de datos georreferenciados de CONABIO) utilizando una técnica denominada *inverse distance weighing* (IDW).

Los mejores resultados de la IDW se obtienen cuando la muestra es lo suficientemente densa respecto de la variación local que intenta simular. Si la muestra de los puntos de entrada es dispersa o dispareja, los resultados pueden no representar en forma suficiente la superficie deseada (Watson y Philip, 1985). Por esta razón se utilizaron datos ráster de precipitación (Vidal-Zepeda, 1990) y temperaturas del periodo 1910-2009 (Cuervo-Robayo *et al.*, 2014), con la finalidad de obtener mejores resultados. Para el caso del relieve se utilizó el Continuo de Elevaciones Mexicano, versión 3.0 de INEGI. La influencia de un punto de entrada sobre un valor interpolado es isotrópica. Dado que la influencia de un punto de entrada sobre un valor interpolado se relaciona con la distancia entre puntos (Philip y Watson, 1982).

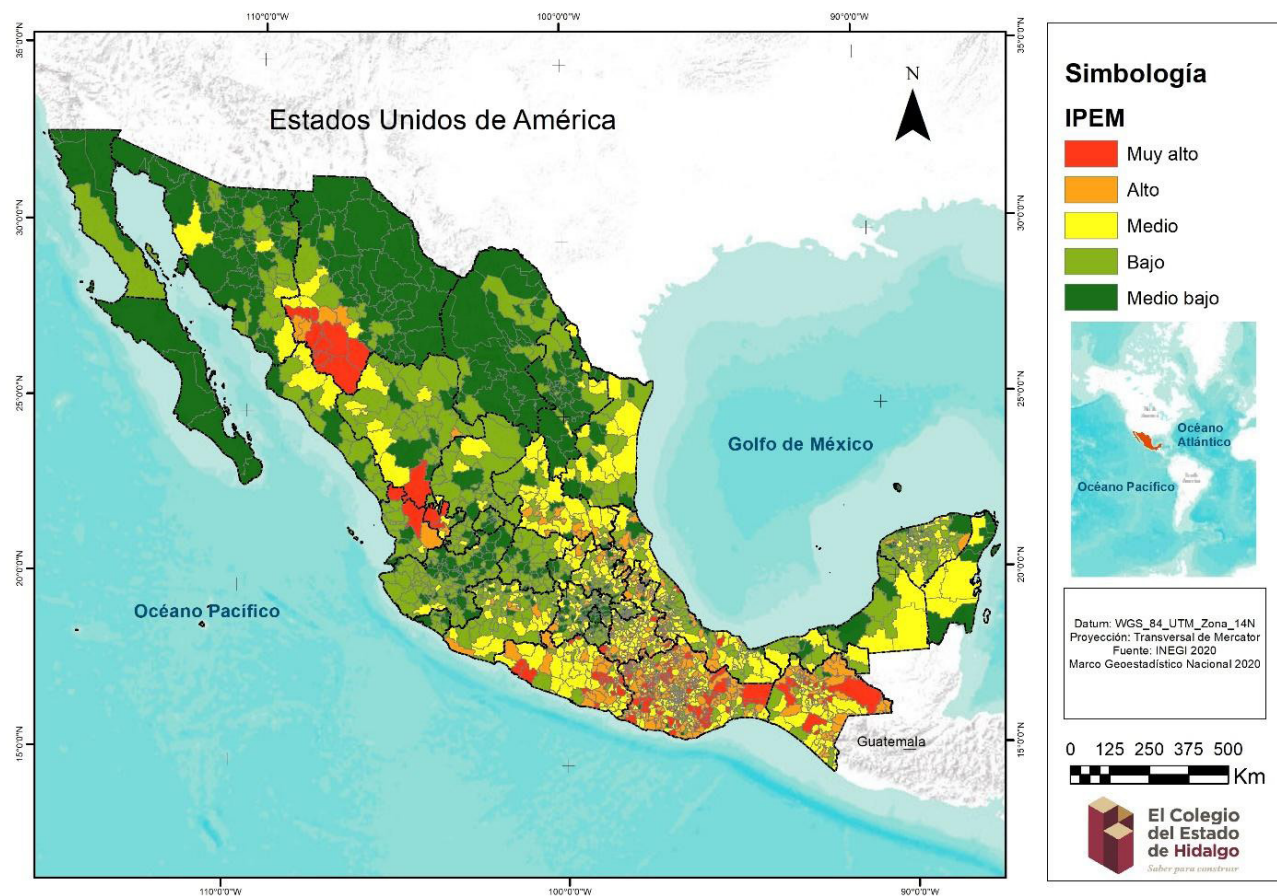
Resultados

El IPEM fue cartografiado para los 2.469 municipios de México. La construcción del IPEM permitió la localización de los agrupamientos de población en municipios con pobreza energética. La varianza del indicador se explica con un 42% por el primer componente, como puede observarse en los gráficos de sedimentación (Anexo 2). La prueba de Kaiser-Meyer-Olkin arroja valores superiores a 0.77, lo que indica que se realizó un análisis factorial que resulta útil con los datos analizados y que la proporción de la varianza causada por factores subyacentes no es significativa. La prueba de esfericidad de Bartlett, tiene un nivel de significancia de .000, lo que indica la utilidad de los datos del análisis realizado (IBM, 2023).

Las variables analizadas muestran el nivel de pobreza energética a partir de variables asociadas a condiciones físicas de la vivienda, sociodemográficas y de acceso a servicios básicos, lo que, de manera directa, influye en el nivel de vida de la población de los municipios de México (Anexo 1). Los segmentos se calcularon con el método *natural breaks*, del que se obtienen cinco categorías: *muy alto*, *alto*, *moderado*, *bajo* y *muy bajo*.

Los niveles de pobreza energética no son uniformes; por el contrario, presentan variaciones y patrones espaciales de agrupamiento (Figura 1). El 7.6% de los municipios analizados presenta niveles muy altos y el 36.15% niveles altos de pobreza energética (en suma 43.75%), lo que puede observarse en la Figura 1. Por otro lado, los niveles de pobreza energética moderada corresponden al 17.21% y los municipios con niveles bajos y muy bajos, constituyen el 3.3% y 49.75%.

Figura 1.
Índice de Pobreza energética municipal, 2020.



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2020).

POBREZA ENERGÉTICA Y ENTORNO AMBIENTAL

Exceptuando las regiones del noroeste de México con muy alta pobreza energética, el centro-norte del país se caracteriza por IPEM de muy bajo a moderado, destacando los municipios de los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua y Nuevo León como los menos pobres del territorio nacional (Figura 1). El resto del país exhibe amplios rangos de pobreza energética, destacando como los municipios más pobres (IPEM = Alto-Muy Alto) los del suroeste del estado de Chihuahua, los colindantes entre los estados de Nayarit, Durango y Jalisco y los municipios de los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas (Figura 1).

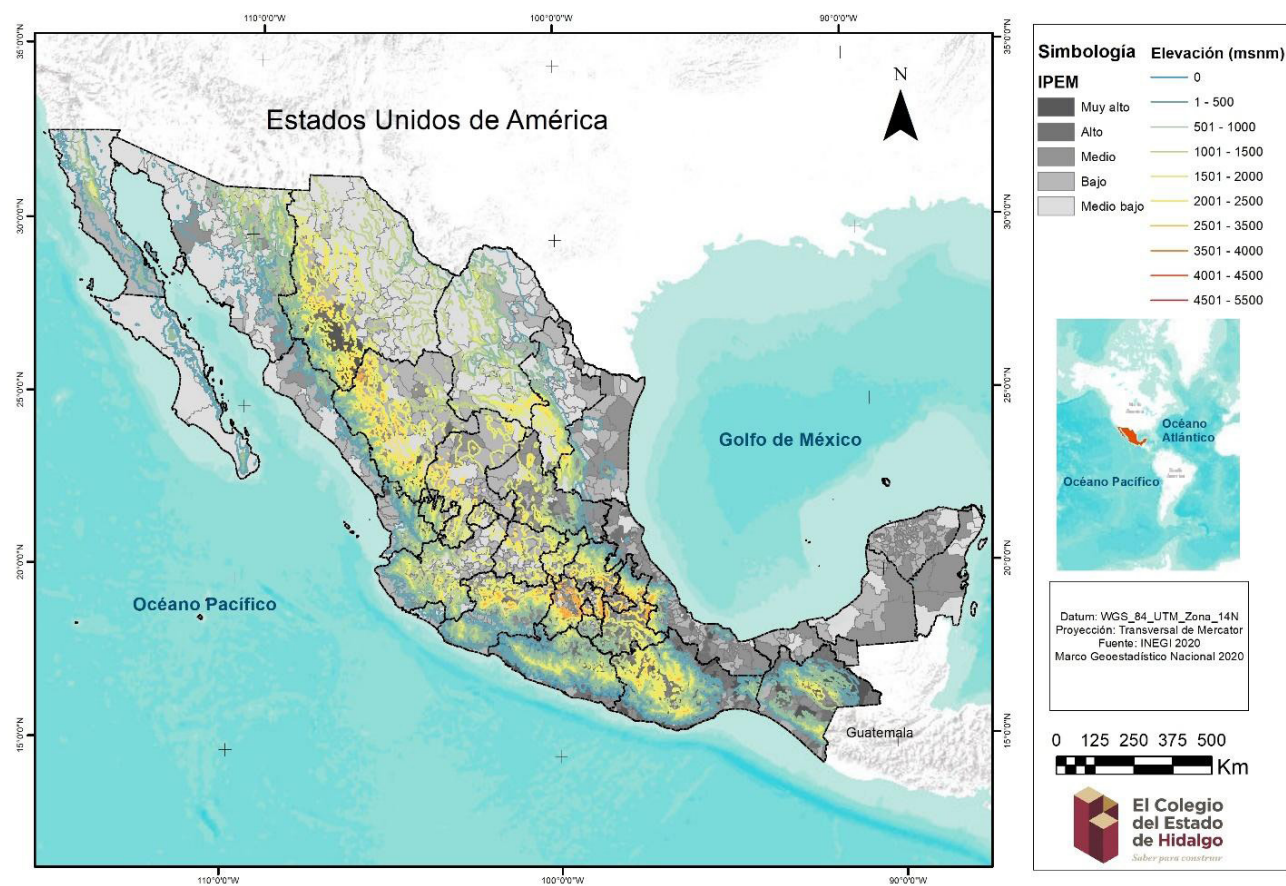
Por otra parte, tanto a nivel nacional como estatal la relación del IPEM a nivel municipal con las variables ambientales es nula como en el caso del relieve ($r = 0.0014$; $p = .0001$); y estadísticamente poco significativa en el caso de la temperatura máxima ($r = 0.2123$; $p = .0001$) y temperatura mínima ($r = 0.1236$; $p = .0001$); y de cierta magnitud en el caso de la precipitación ($r = 0.2920$; $p = .0001$) (Figura 2; Anexos 3 y 4). De manera particular se seleccionaron los estados que cartográficamente muestran un IPEM municipal alto (Chihuahua, Chiapas y Oaxaca); resulta contrastante que estadísticamente se obtuvieron resultados poco significativos, siendo para el relieve ($r = 0.0008$; $p = .0001$); temperatura máxima ($r = 0.1897$; $p = .0001$); temperatura mínima ($r = 0.1345$; $p = .0001$); y finalmente, la precipitación ($r = 0.1244$; $p = .0001$) (Figura 3; Anexos 3 y 4). De esta manera, se puede aseverar que la temperatura, precipitación y relieve no condicionan la pobreza energética, pero sí pueden ser agravantes/atenuantes en función de la necesidad y acceso a los servicios energéticos.

En la región central este-oeste de México, donde se encuentran las mayores elevaciones sobre el nivel del mar, relieves agrestes e indicadores de mejor calidad de vida, el IPEM es predominantemente bajo a moderado. Sin embargo, el IPEM es muy alto en regiones del noroeste y sur de México con condiciones geográficas similares, pero con indicadores sociales precarios.

En estos lugares los factores climáticos (temperaturas extremas máximas y/o mínimas) pueden recrudecer las condiciones sociales existentes (López-Feldman y Mora Rivera, 2019).

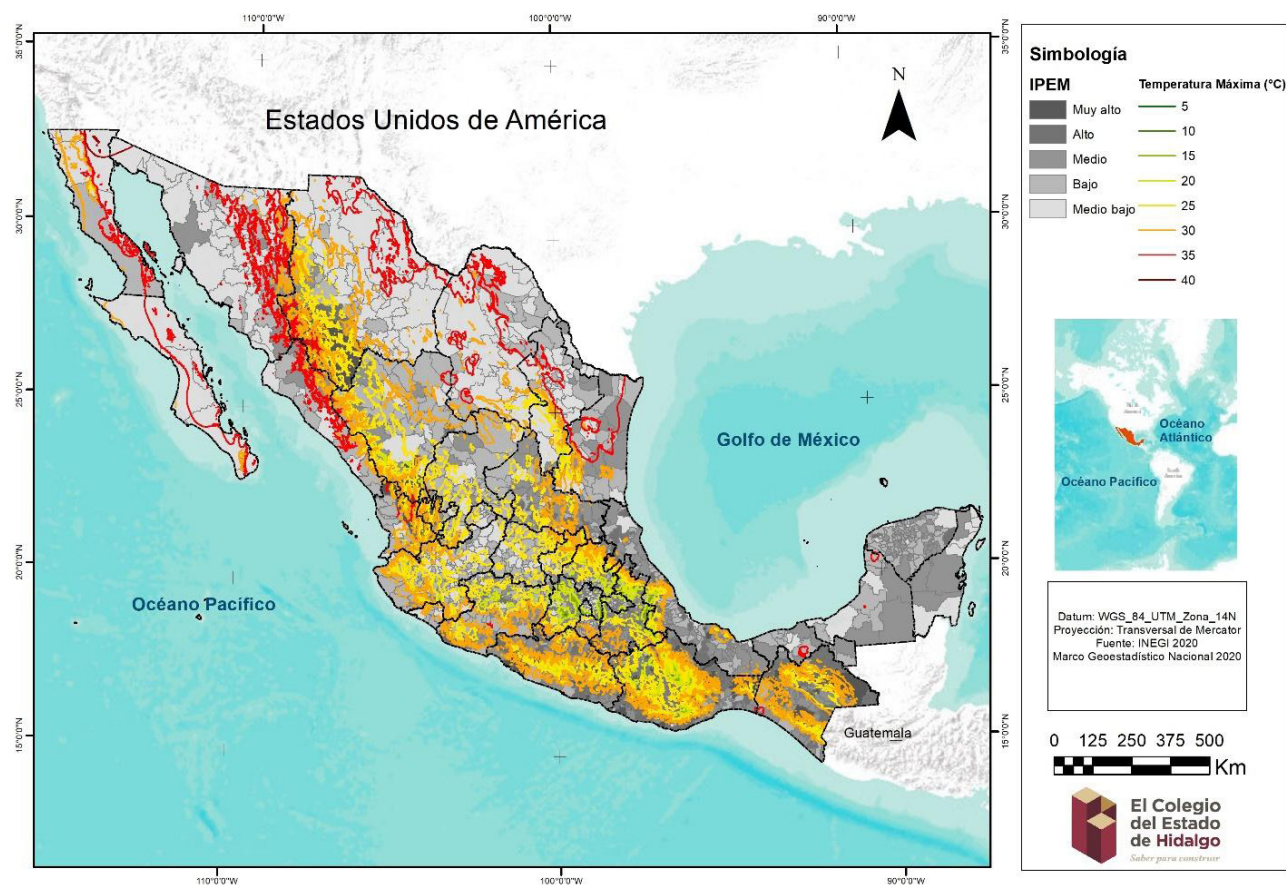
En un entorno frío y de alta pobreza los gastos energéticos de la población se destinan para la subsistencia. Es por ello que la calefacción y cocción de alimentos es sorteada mediante combustibles asequibles como petróleo y biomasa (Calvo *et al.*, 2021; García, 2022). En el caso opuesto, cuando el entorno es en extremo cálido y los sistemas de refrigeración son necesarios (ventiladores, frigoríficos, aire acondicionado, etc.), las personas no pueden optar por estos servicios debido a su situación económica, y en consecuencia sufren los estragos del calor.

Figura 2.
Mapa de elevación e IPEM, municipios de México.



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2020).

Figura 3.
Mapa de temperatura máxima e IPEM.



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2020) y Servicio Meteorológico Nacional (2023).

Estos dos escenarios ocurren de manera continua en algunos municipios del norte de México, por ejemplo, en la Sierra Tarahumara (Guadalupe y Calvo, Chihuahua) y el norte de Nayarit (por ejemplo, Huajicori). En el primer caso, las temperaturas descienden hasta $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en invierno y superan los $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ en verano. En el segundo pueden superar los $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ en diferentes meses del año (Fuente: Servicio Meteorológico Nacional) (Figura 3). En ambas regiones, la población con grandes carencias ve recrudescida su situación, debido a factores ambientales.

En el caso del sur de México, específicamente en los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas (donde la mayor parte de los municipios presentan pobreza energética moderada a muy alta), las variables climáticas también pueden influir de manera directa en la pobreza energética. Al igual que en el noroeste de México, las temperaturas máximas extremas (superiores a $40\text{ }^{\circ}\text{C}$) en diferentes épocas del año impactan en la salud y el confort térmico, al mismo tiempo que los factores sociales impiden el acceso a servicios energéticos indispensables para elevar su calidad de vida (Figuras 4 y 5).

Las consecuencias de la pobreza energética se traducen en un amplio rango de enfermedades de diferente tipo. Peralta *et al.* (2017) reportan la prevalencia de enfermedades respiratorias y cardiovasculares en zonas climáticas frías donde el consumo de biomasa (leña, carbón, desechos y otros) para calefacción es intensivo, debido a la producción de material particulado y monóxido de carbono. Este fenómeno es recurrente durante el invierno, debido a la escasez de sistemas climatizados, y es consistente con los altos índices de pobreza energética en el noroeste y sur de México.

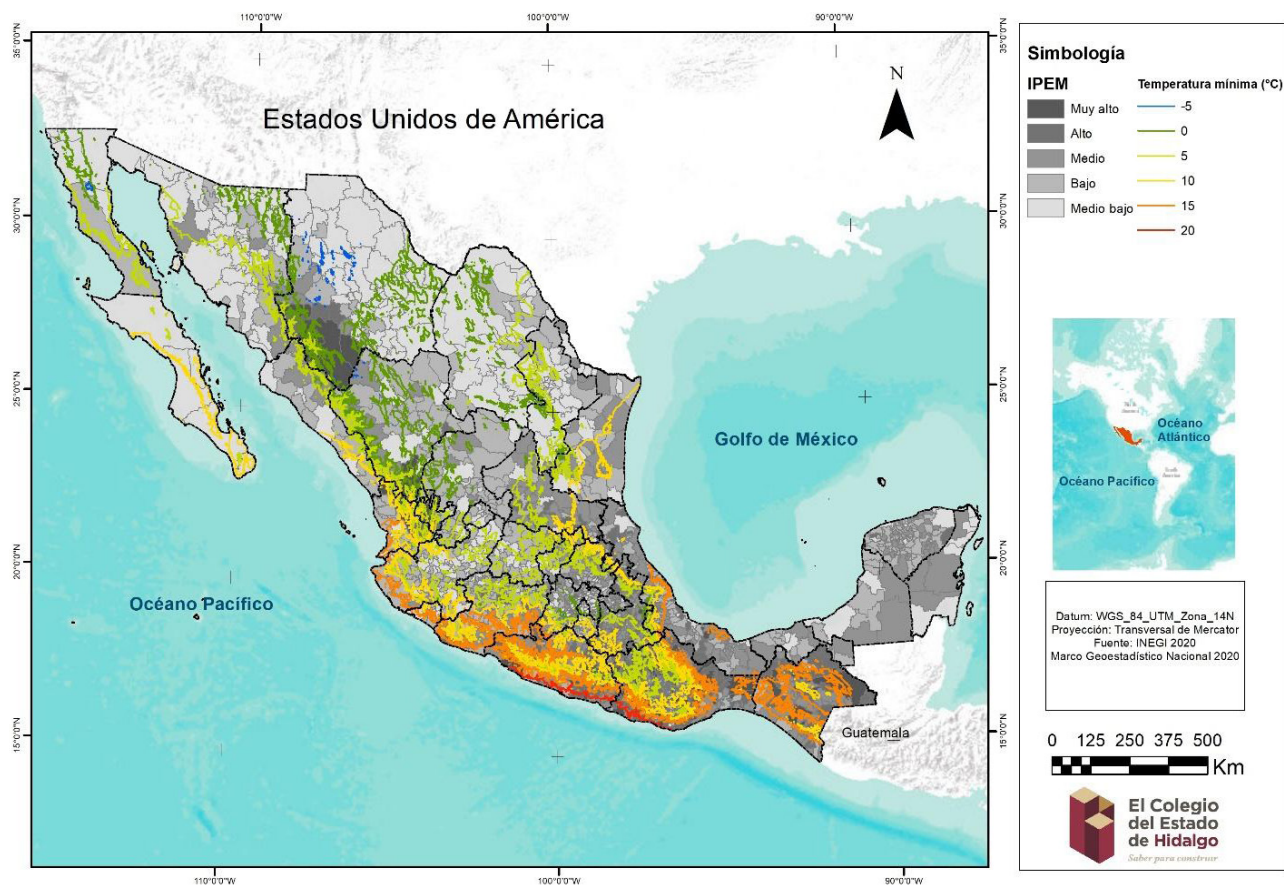
POBLACIÓN INDÍGENA Y POBREZA ENERGÉTICA

La población indígena presenta algunas características que la vuelven más susceptible a los cambios en su entorno, pues conforman el grupo más amenazado con relación a la vulnerabilidad social, económica, ambiental y del cambio climático (Masson-Delmotte *et al.*, 2021; Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2018). La población indígena en situación de pobreza en México es de 69.5% y en pobreza extrema alcanza el 39.4%. La precariedad de este sector social³ ha sido mayor que la no indígena en México, pues históricamente ha experimentado situaciones de pobreza acentuada, tanto en la región sur (Chiapas) como norte (Durango y San Luis Potosí) del país; ambas regiones con porcentajes mayores al 80% de pobreza (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL], 2019) (Figura 6).

Por otra parte, los indígenas mantienen un fuerte vínculo con su entorno natural, ya que sus actividades económicas, sociales y culturales dependen de este. Por lo tanto, estas comunidades establecidas en regiones de selva tropical, montañosas, costeras y áridas, ven amenazada su cultura y forma de vida por los posibles cambios de su territorio (Masson-Delmotte *et al.*, 2021; OIT, 2018).

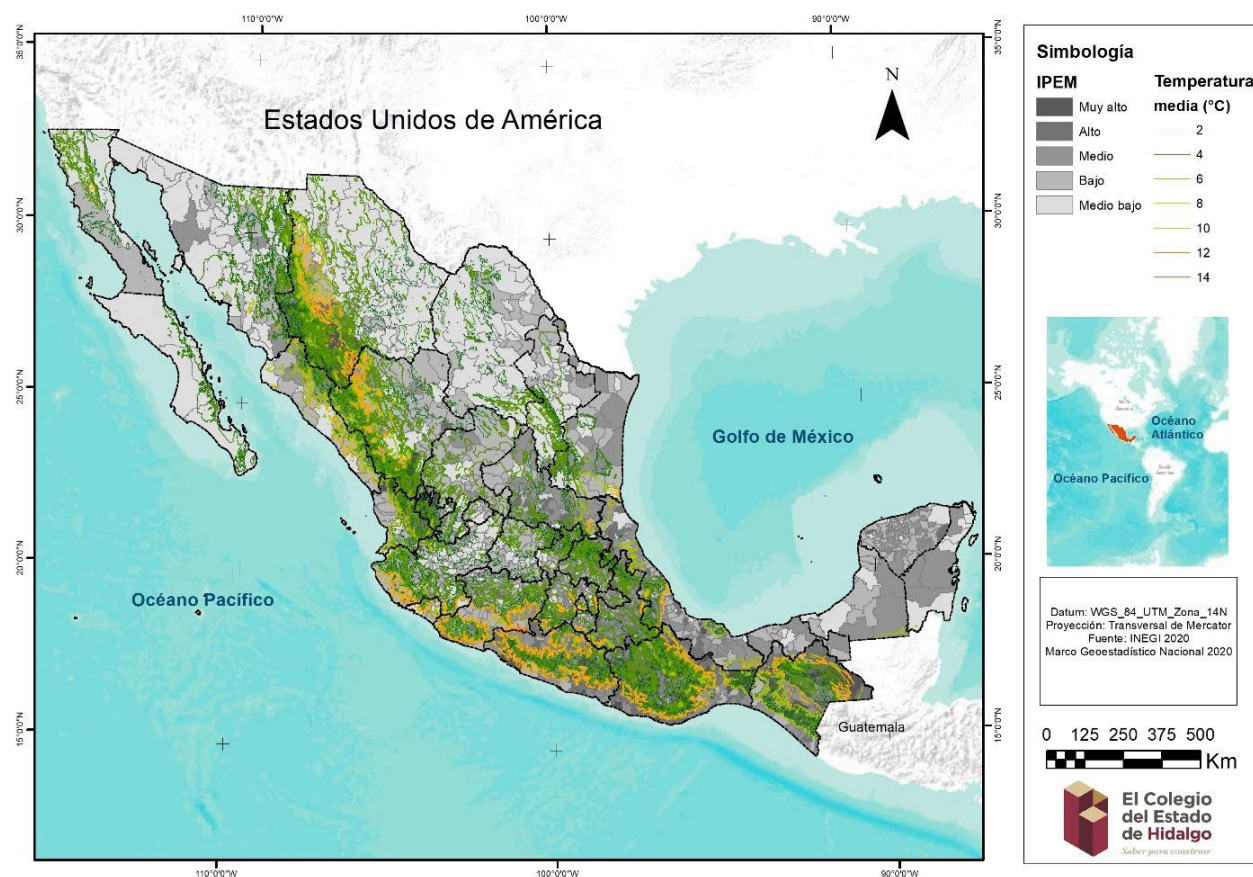
³ Todas las personas que forman parte de un hogar indígena (CONEVAL, 2019).

Figura 4.
Mapa de temperatura mínima e IPEM.



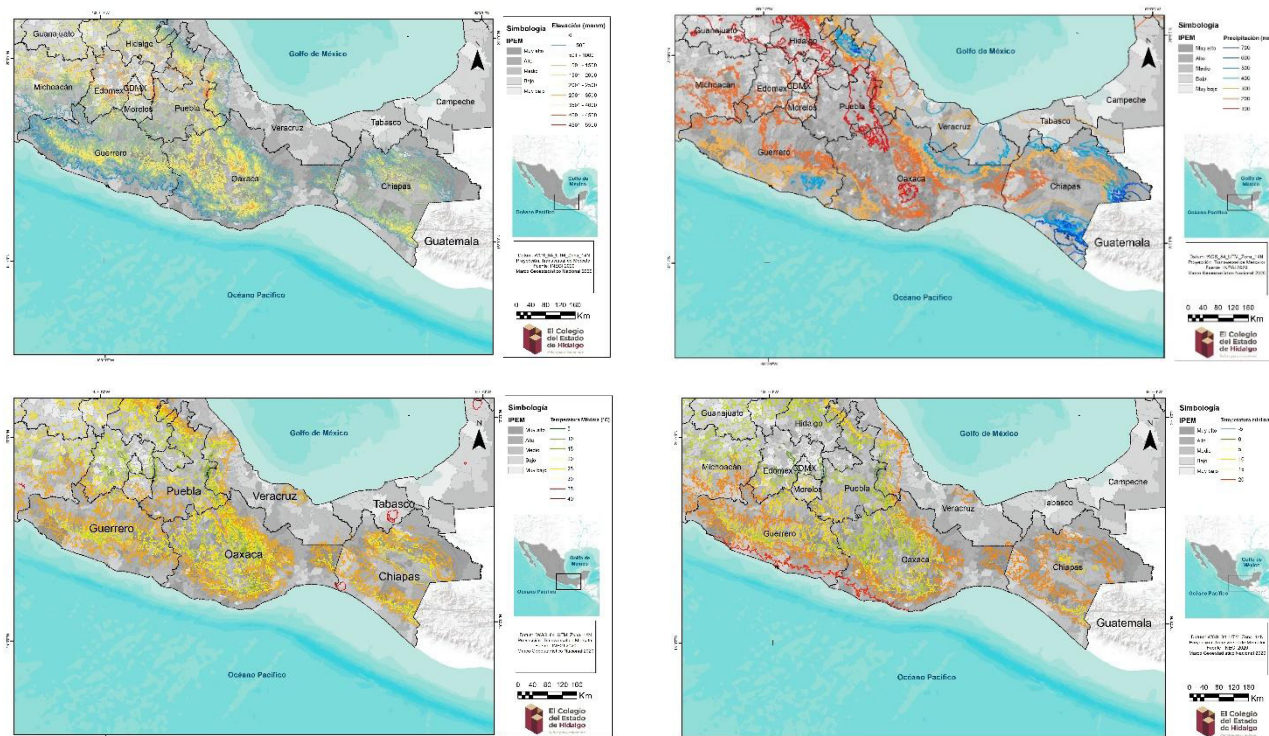
Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2020) y Servicio Meteorológico Nacional (2023).

Figura 5.
Mapa de temperatura media e IPEM.



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2020) y Servicio Meteorológico Nacional (2023).

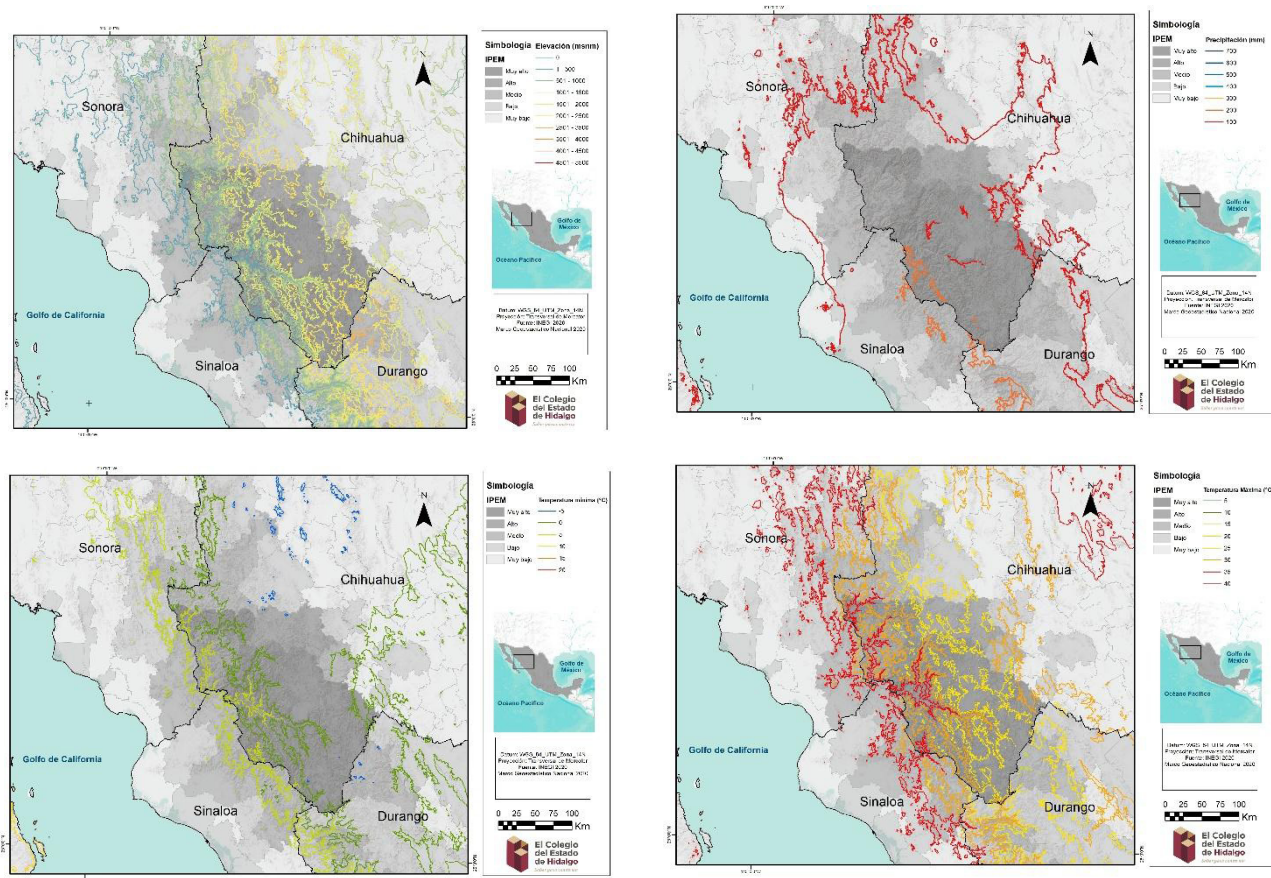
Figura 6.
Mapa de relieve, precipitación, temperaturas mínimas, máximas región Sur e IPEM.



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2020).

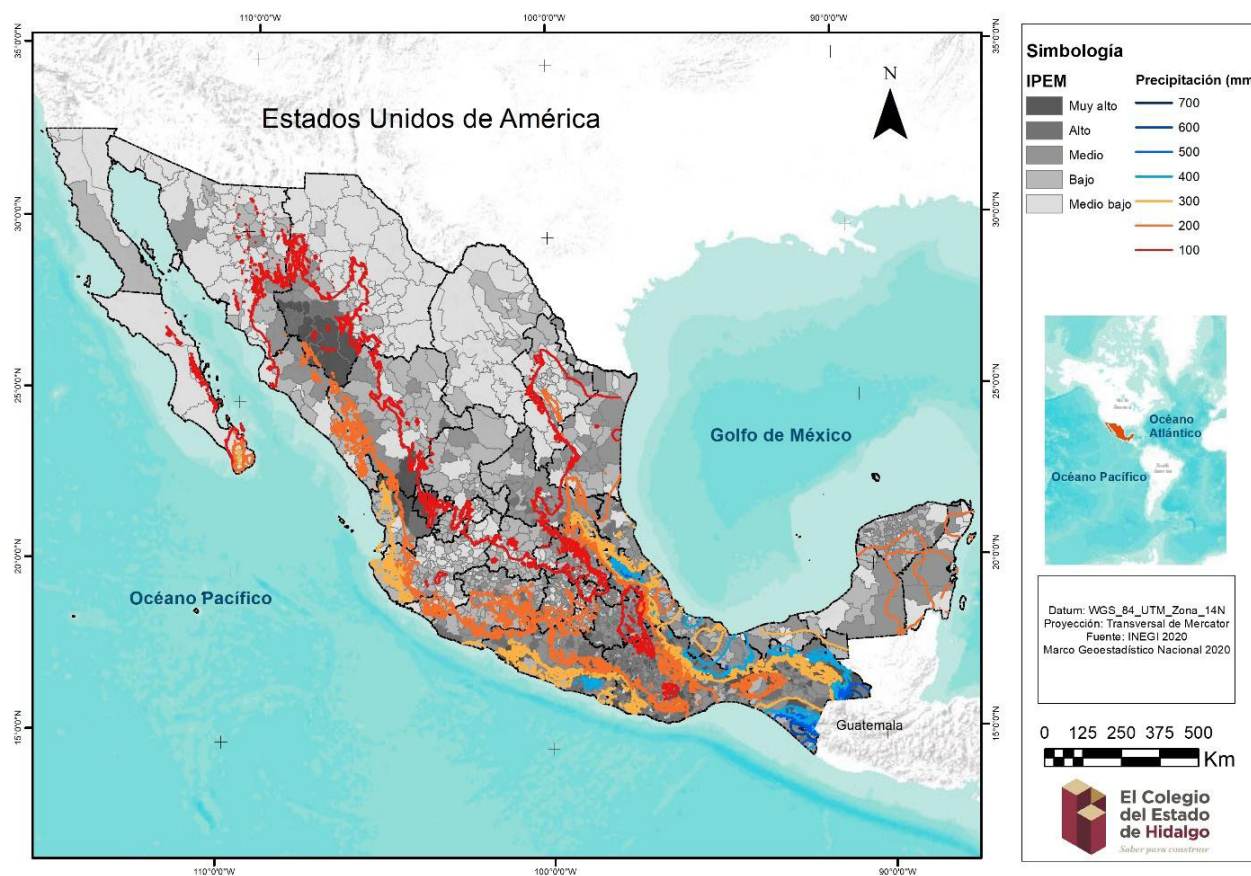
Figura 7.

Mapa de relieve, precipitación, temperaturas mínimas, máximas región Tarahumara e IPEM.



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2020) y Servicio Meteorológico Nacional (2023).

Figura 8.
Mapa de precipitación e IPEM.



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2020).

De acuerdo con el IPEM, las regiones municipales con mayor pobreza energética —tanto del norte como del sur del país— corresponden a poblaciones rurales predominantemente indígenas (Figura 7). La región con mayor pobreza energética del país (IPEM = Muy Alto) se sitúa en el suroeste del estado de Chihuahua y corresponde con los municipios donde se asienta el pueblo Rarámuri en la Sierra Tarahumara. Así mismo, al norte de Nayarit y sur de Durango (IPEM = Muy Alto) se asientan el pueblo Cora, Huichol, Tepehuano y Naha. El mismo escenario ocurre en los municipios de los estados Oaxaca y Chiapas, donde vive alrededor del 40% de la población indígena del país (CONEVAL, 2020).

Si bien hay una clara asociación del IPEM con la población indígena, también existen regiones que, a pesar de contar con gran cantidad de pueblos originarios, no presentan altos índices de pobreza energética. Este es el caso de la Península de Yucatán, hogar de cerca de un millón de indígenas Mayas, donde únicamente dos municipios (Chemix y Tetiz en Yucatán) presentan alta pobreza energética.

Discusión

Teniendo en cuenta que el contexto latinoamericano es uno de los más diversos, existe una preocupación en la línea de investigación sobre las formas específicas de vulnerabilidad a la pobreza energética. El presente análisis confirma que la pobreza energética es un tema nuevo en Latinoamérica y, para el caso de México, es aún más escasa la producción científica relacionada. Una observación importante es que las aproximaciones al tema en trabajos producidos para países europeos (Bouzarovski y Simcock, 2017; Colorado–Ruiz *et al.*, 2018; Sovacool y Dworkin, 2015) no pueden aplicarse al contexto latinoamericano, debido a que existen condiciones diferenciadas de acceso a los servicios básicos y de heterogeneidad geográfica (Calvo *et al.*, 2021).

Diferentes estudios realizados sobre pobreza energética han considerado los parámetros ambientales y climáticos como factores primordiales para su caracterización (González-Eguino, 2015; Hernández, 2013; Jessel *et al.*, 2019). Incluso se han sugerido límites de temperatura para medirlos (Boardman, 2012; García y Graizbord, 2016a).

Si bien, los forzamientos sociales influyen principalmente en los grados de pobreza energética, también lo hacen los factores ambientales (García, 2014). Tanto el relieve como la temperatura y la precipitación pueden controlar la disponibilidad, servicios, acceso, necesidad y costos de energía, como se menciona en Calvo *et al.* (2021).

En los municipios con mayores índices de pobreza energética, las temperaturas extremas juegan un papel preponderante. Cuando el ambiente es muy frío o muy cálido aumenta la necesidad energética; sin embargo, en sitios de alta pobreza energética las comunidades no pueden lidiar satisfactoriamente con el aumento de costos de los servicios energéticos básicos (refrigeración-calefacción eléctrica). En el estado de Chiapas, en el sur de México, más del 75% de la población se encuentra en situación de pobreza moderada

(46.4%) y extrema (25%), lo que impide el acceso a servicios de energía (CONEVAL, 2020), lo que es coincidente con García y Graizbord (2016b), en el que también se observan niveles de privación de bienes (Pobreza energética).

Un caso especial es el de los municipios enclavados en la Sierra Tarahumara en Chihuahua, pues exhiben factores determinantes que inciden en la pobreza energética. El relieve extremadamente accidentado (barrancas), el clima extremo y las condiciones sociales interactúan para imposibilitar el acceso a servicios de energía eléctrica y gas a una población sumida en situación de pobreza multidimensional, que debe debatirse entre supervivencia y servicios energéticos. En dichos municipios los medios tradicionales de preparación de alimentos, calefacción (quema de biomasa) y escasa refrigeración son la realidad y se unen a una gran cantidad de problemas sanitarios que hacen de ésta la región con mayor mortalidad infantil de México (Fernández Ham, 1993). Para Cueva *et al.* (2011) el pueblo Tarahumara (Rarámuri), a pesar de estar adaptado a condiciones ambientales extremas, es altamente vulnerable al cambio climático y su adaptación a los cambios de su entorno dependerá de factores sociales ajenos a ellos, como el acceso a servicios de salud y educación. Lo anterior, de acuerdo con García y Graizbord (2016b) se explica mediante la existencia de un patrón regional en la región fronteriza al norte de México, en el que, a pesar de que los niveles de rezago social son muy bajos, debido a la existencia de altas temperaturas extremas en el verano, la mayoría de los hogares sufren de la privación del confort térmico.

En la mayor parte del norte de México, donde la pobreza energética es mínima, los problemas son diferentes a los mencionados, aunque también se relacionan con la adaptabilidad. En el entorno actual, la mayor parte de municipios de los estados de Nuevo León, Coahuila, Chihuahua, Sonora y la península de Baja California, tienen acceso satisfactorio a los servicios de electricidad y gas (CONEVAL, 2020). Sin embargo, los aumentos de temperatura, alteraciones en la precipitación y otras variables ambientales debido al cambio climático, suponen retos de adaptabilidad a estas regiones y una posible re-categorización de pobreza energética municipal.

Ahondando en la relación de pueblos indígenas y pobreza energética, los pueblos originarios suelen ser los más pobres; sin embargo, este panorama puede ser distinto de acuerdo al contexto específico de pobreza regional. Mientras la región de Chiapas y Oaxaca, con un gran porcentaje de personas indígenas, está sumida en pobreza multifactorial, otras regiones —como la península de Yucatán, con características poblacionales similares— no exhiben pobreza energética significativa. Esto se puede vincular directamente a las condiciones económicas sociales de los estados peninsulares y al acceso a servicios energéticos básicos debido a las gestiones gubernamentales (CONEVAL, 2020). Es decir, la pobreza energética de los pueblos originarios puede ser amortiguada por otros factores de índole político-social.

CAMBIO CLIMÁTICO Y POBREZA ENERGÉTICA

La alteración de las variables climáticas por el cambio climático actual plantea desafíos nunca experimentados por la sociedad, pues uno de los tópicos medulares es la adaptación a un entorno cambiante.

Las proyecciones de escenarios de cambio, planteados por el Panel de Expertos en Cambio Climático (IPCC) desde 2014, indican que México será uno de los países más afectados por el calentamiento global, pues este fenómeno agravará los problemas económicos, sociales y ambientales ya existentes en el país, generando a la vez nuevos desafíos a enfrentar, como, por ejemplo, los eventos meteorológicos extremos (por ejemplo, huracanes, domos de calor, sequías) (Feng *et al.*, 2010; Masson-Delmotte *et al.*, 2021; Navarro-Estupiñan *et al.*, 2018; Romero-Lankao *et al.*, 2014).

De acuerdo con las proyecciones de temperatura bajo distintos escenarios de cambio climático (RCP 4.5 - 8.5), en México las temperaturas podrían aumentar entre 1.5 y 2.0 °C a mediano plazo (2035-2050) en comparación con los valores medios de 1971-2000 y hasta 5.8 °C a largo plazo (2099) (Colorado-Ruiz *et al.*, 2018). Esto, además de las proyecciones de disminución de la precipitación en todo el país (Figura 8), forzará la adaptación de los ecosistemas y sociedad que podrían alcanzar un límite y ahondar en temas de migración y pobreza (Diffenbaugh y Field, 2013; Martínez-Austria y Patiño Gómez, 2010, 2012; Romero-Lankao *et al.*, 2014).

En este trabajo las condiciones ambientales se estiman como agravantes (no condicionantes) de la pobreza energética. Por lo tanto, las temperaturas extremas proyectadas (cálidas y frías) por el cambio climático podrían exacerbar la precaria situación social, debido al aumento en el consumo de energía de los hogares (Romitti y Sue Wing, 2022). De esta manera, los incrementos de temperatura proyectados para México y los domos de calor recurrentes, representarán un reto para la respuesta y adaptación de la población más vulnerable (especialmente en regiones de alta carencia social), pero también una amenaza para lugares con índices de pobreza energética menores.

De esta manera, la seguridad energética juega un papel vital en la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, pues los eventos extremos afectan a cualquier estrato social y el acceso a la energía podría disminuir los riesgos asociados (Jessel *et al.*, 2019; Toke y Vezirgiannidou, 2013).

En el caso de los municipios con mayor pobreza energética, todos los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero (RCP 4.5 - 8.5), suponen cambios drásticos en su entorno ambiental (Masson-Delmotte *et al.*, 2021). Las altas temperaturas recurrentes (domos de calor), las condiciones de sequía por falta de agua y eventos meteorológicos extremos (huracanes) transformarán su entorno hasta alcanzar sus límites de adaptación (IPCC, 2022). Estas proyecciones adversas podrían ser agudizadas por la deficiencia de servicios de energía, pero también podrían ser aliviadas impulsando el acceso de las comunidades a las mismas.

Para las regiones de menor pobreza energética, como los municipios y estados del centro-norte de México o la península de Yucatán, los escenarios de cambio climático podrían desencadenar problemas de infraestructura y saturación de la red eléctrica. Si bien, la economía de estos lugares permite respuestas rápidas

a dichos problemas, la variabilidad climática podría conllevar una recategorización de la pobreza energética a los municipios de acuerdo con las nuevas condicionantes ambientales.

Por otra parte, los riesgos hidrometeorológicos, apuntalados por el cambio climático, representan una amenaza latente a la infraestructura eléctrica nacional. Si bien, el acceso a los servicios energéticos en México es una constante y cubre casi el 99% de todo el país, las lluvias puntuales e inundaciones proyectadas podrían dañar severamente la red eléctrica local, regional y nacional por interrupción de servicio y los domos de calor provocar una sobresaturación de la red eléctrica por necesidad de refrigeración (Panteli y Mancarella, 2015; Pérez-Romero *et al.*, 2008). Es por ello que se debe instar a las instituciones gubernamentales a adoptar medidas orientadas a la protección y mantenimiento de la infraestructura energética nacional.

Conclusiones

Este trabajo aborda la dimensión social de la pobreza energética, a partir de la construcción de un Indicador de Pobreza Energética Municipal para México y su vinculación con variables ambientales y territoriales. Expone la relación entre la pobreza energética y los pueblos originarios del país, y hace inferencias sobre el impacto de un entorno cambiante, debido al cambio climático y la pobreza energética. A continuación, se destacan las conclusiones más relevantes:

1. El acercamiento y medición de la pobreza energética para América Latina y, en especial, para México, requiere de una metodología diferente y acorde al contexto regional, tomando en cuenta variables especiales.
2. La pobreza energética en México está condicionada principalmente por factores sociales; sin embargo, las variables climáticas y ambientales pueden influir significativamente en el acceso a la energía. La geografía dificulta el acceso y desarrollo de infraestructura, especialmente en comunidades rurales de difícil acceso y relieve accidentado.
3. Las marcadas brechas de pobreza energética en México deben ocupar un lugar especial en las agendas de desarrollo regional.
4. Los escenarios de cambio climático en México plantean grandes retos a enfrentar por toda la población, pero especialmente por los pueblos más vulnerables, cuya respuesta y adaptación es limitada. Las condiciones existentes y proyectadas deben incentivar a la protección y mantenimiento de la infraestructura energética ante eventos meteorológicos extremos, mientras se incrementa la eficiencia y se opta por energías menos contaminantes.
5. En las entidades federativas con niveles altos de PEM, recrudescerán sus condiciones de vivienda o subsistencia; mientras que, en los estados con bajos niveles, el estrés a la infraestructura eléctrica podría ser una constante; por lo tanto, podría incrementar la PEM.

Referencias bibliográficas

- Abeygunawardena, P., Vyas, Y., Knill, P., Foy, T., Harrold, M., Steele, P., Tanner, T., Hirsch, D., Oosterman, M., Rooimans, J., Debois, M., Lamin, M., Liptow, H., Mausolf, E., Verheyen, R., Agrawala, S., Caspary, G., Paris, R., Kashyap, A., ... Sperling, F. (2009). *Poverty and climate change: reducing the vulnerability of the poor through adaptation*. <http://documents.worldbank.org/curated/en/534871468155709473/pdf/521760WP0poverty0Box35554B01PUBLIC1.pdf>
- Alamonte, H., Coviello, M., y Lutz, W. (2003). *Energías renovables y eficiencia energética en América Latina y el Caribe*. Restricciones y perspectivas. CEPAL.
- Barry, R. G. y Chorley, R. J. (2009). *Atmosphere, weather and climate*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203871027>
- Bell, M. L., O'Neill, M. S., Ranjit, N., Borja-Aburto, V. H., Cifuentes, L. A., y Gouveia, N. C. (2008). Vulnerability to heat-related mortality in Latin America: a case-crossover study in Sao Paulo, Brazil, Santiago, Chile and Mexico City, Mexico. *International Journal of Epidemiology*, 37(4), 796-804. <https://doi.org/10.1093/ije/dyn094>
- Boardman, B. (2012). Fuel poverty synthesis: Lessons learnt, actions needed: Fuel poverty comes of age: Commemorating 21 years of research and policy. *Energy Policy*, 49, 143-148. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.02.035>
- Bouzarovski, S. y Petrova, S. (2015). A global perspective on domestic energy deprivation: Overcoming the energy poverty–fuel poverty binary. *Energy Research & Social Science*, 10, 31-40. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.06.007>
- Bouzarovski, S. y Simcock, N. (2017). Spatializing energy justice. *Energy Policy*, 107, 640-648. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.03.064>
- Brito, R., Villa, D., y Zalamea, E. (2022). Análisis comparativo de confort térmico de una vivienda unifamiliar en LSF frente a mampostería. *Ingenius*, (28), 100-124. <https://doi.org/10.17163/ings.n28.2022.10>
- Calvo, R., Álamos, N., Billi, M., Urquiza, A., y Contreras, R. (2021). *Desarrollo de indicadores de pobreza energética en América Latina y el Caribe*. CEPAL.
- Carpio, C. y Coviello, M. (2013). *Eficiencia energética en América Latina y el Caribe: avances y desafíos del último quinquenio*. CEPAL.
- Castaño, R., Solís, J., y Marrero, M. (2020). Midiendo la pobreza energética. Una revisión de indicadores. *Revista Hábitat Sustentable*, 10(1), 8-21. <https://doi.org/10.22320/07190700.2020.10.01.01>
- Castelao, C. y Méndez, F. (2019). La pobreza energética desde una perspectiva de género en hogares urbanos de Argentina. *SaberEs*, 11(2), 133-151.
- Cedano, K. G., Robles-Bonilla, T., Santillán, O. S., y Martínez, M. (2021). Assessing energy poverty in urban regions of Mexico: The role of thermal comfort and bioclimatic context. *Sustainability*, 13(19), 10646. <https://doi.org/10.3390/su131910646>
- Cohen, F. y Dechezleprêtre, A. (2022). Mortality, temperature, and public health provision: evidence from Mexico. *American Economic Journal: Economic Policy*, 14(2), 161-192. <https://doi.org/10.1257/pol.20180594>

- Colorado–Ruiz, G., Cavazos, T., Salinas, J. A., Grau, P. d., y Ayala, R. (2018). Climate change projections from coupled model intercomparison project phase 5 multi–model weighted ensembles for Mexico, the North American monsoon, and the mid–summer drought region. *International Journal of Climatology*, 38(15), 5699–5716. <https://doi.org/10.1002/joc.5773>
- Comisión Nacional del Agua. (2011). *Atlas del agua en México*. Autor.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2019). *La pobreza en la población indígena de México, 2008-2018* [presentación]. https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/Pobreza_Poblacion_indigena_2008-2018.pdf
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2020). *Medición de la pobreza. Pobreza en México*. https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza_2020.aspx
- Cuervo-Robayo, A. P., Téllez-Valdés, O., Gómez-Albores, M. A., Venegas-Barrera, C. S., Manjarrez, J., y Martínez-Meyer, E., (2014). *Temperatura media anual en México (1910-2009)* [metadatos geográficos]. CONABIO. <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/tman13gw.html>
- Cueva, T. E., Few, R., y Mercado, A. (2011). Afrontando el cambio climático y los riesgos contra la salud: respuestas en la Sierra Tarahumara. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 26(3), 671–708. <https://doi.org/10.24201/edu.v26i3.1378>
- Diffenbaugh, N. S. y Field, C. B. (2013). Changes in ecologically critical terrestrial climate conditions. *Science*, 341(6145), 486–491. <https://doi.org/10.1126/science.1237123>
- Elisha, F., Lin, R., y Shah, S., (2021). *Opportunities for achieving universal energy access through the energy transition in the least developed countries*. RMI, UN-OHRLLS.
- European Commission. (2021). *Energía y el pacto verde*. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/energy-and-green-deal_es
- Fayazi, M., Bisson, I. A., y Nicholas, E. (2020). Barriers to climate change adaptation in indigenous communities: A case study on the mohawk community of Kanesatake, Canada. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 49, 101750. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101750>
- Feng, S., Krueger, A. B., y Oppenheimer, M. (2010). Linkages among climate change, crop yields and Mexico–US cross-border migration. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(32), 14257–14262. <https://doi.org/10.1073/pnas.1002632107>
- Fernández Ham, P. (1993). La mortalidad infantil indígena en 1990: una estimación a través de municipios predominantemente indígenas. En *Seminario taller sobre investigación sociodemográfica contemporánea de pueblos indígenas* (p. 309). CELADE.
- Franco, A. y Velázquez, M. (2016). Una aproximación sociodemográfica al consumo de energía en los hogares mexicanos, 2014. En *La situación demográfica de México 2016* (pp. 159–181). CONAPO.
- García, R. (2014). *Pobreza energética en América Latina*. ONU-CEPAL.
- García, R. (2022). *Pobreza energética. Visiones de América Latina*. Colegio de la Frontera Norte, Colegio de Michoacán.
- García, R. y Bracamonte, A. (2019). Acceso a los servicios de energía. Una crítica a la Agenda 2030 de México. *Región y Sociedad*, 31, e1146. <https://doi.org/10.22198/rys2019/31/1146>
- García, R. y Graizbord, B. (2016a). Privation of energy services in Mexican households: An alternative measure of energy poverty. *Energy Research & Social Science*, 18, 36–49. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.04.014>

- García, R. y Graizbord, B. (2016b). Caracterización espacial de la pobreza energética en México. Un análisis a escala subnacional. *Economía, Sociedad y Territorio*, 16(51), 289-337. <https://doi.org/10.22136/est002016465>
- González-Eguino, M. (2015). Energy poverty: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 377-385. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.013>
- Hernández, D. (2013). Energy insecurity: a framework for understanding energy, the built environment, and health among vulnerable populations in the context of climate change. *American Journal of Public Health*, 103(4), e32-e34. <https://doi.org/10.2105/aiph.2012.301179>
- IBM. (2023, 3 de marzo). Prueba de KMO y Bartlett. <https://www.ibm.com/docs/es/spss-statistics/29.0.0?topic=detection-kmo-bartletts-test>
- INEGI. (2020). Marco geoestadístico. Censo de población y vivienda 2020 [base de datos]. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463807469>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). Summary for policymakers En *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 3–33). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.001>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). Summary for policymakers. En *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1-34). <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001>
- International Energy Agency. (2023). *Coal market update – July 2023*. <https://www.iea.org/reports/coal-market-update-july-2023>
- Jenks, G. F. (1967). The data model concept in statistical mapping: *International Yearbook Cartography*, 7, 186–190.
- Jessel, S., Sawyer, S., y Hernández, D. (2019). Energy, poverty, and health in climate change: a comprehensive review of an emerging literature. *Frontiers in Public Health*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00357>
- Jones, A., Nock, D., Samaras, C., Qiu, Y. L., y Xing, B. (2023). Climate change impacts on future residential electricity consumption and energy burden: A case study in Phoenix, Arizona. *Energy Policy*, 183, 113811. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113811>
- Linares, P. (2009). Eficiencia energética y medio ambiente. *ICE, Revista de Economía*, (847), 75-92. <https://www.revistasice.com/index.php/ICE/article/view/1227>
- López, P. y Fachelli, S. (2016). Análisis factorial. En *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- López-Feldman, A., y Mora Rivera, J. J. (2019). The effects of climate change on poverty and income distribution: A case study for rural Mexico. En S. Quiroga (Ed.), *Economic tools and methods for the analysis of global change impacts on agriculture and food security* (pp. 25-42). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99462-8_3
- Martínez-Austria, P. y Patiño Gómez, C. (2010). *Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático: Volumen III: Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Martínez-Austria, P. F., Bandala, E. R., y Patiño-Gómez, C. (2016). Temperature and heat wave trends in northwest Mexico. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 91, 20-26. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2015.07.005>

- Martínez Austria, P. F. y Patiño Gómez, C. (2012). Efectos del cambio climático en la disponibilidad de agua en México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 3(1), 5-20.
- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., y Zhou, B. (2021). *Climate change 2021: the physical science basis. Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC.
- Navarro-Estupiñan, J., Robles-Morua, A., Vivoni, E. R., Zepeda, J. E., Montoya, J. A., y Verduzco, V. S. (2018). Observed trends and future projections of extreme heat events in Sonora, Mexico. *International Journal of Climatology*, 38(14), 5168-5181. <https://doi.org/10.1002/joc.5719>
- Organización Internacional del Trabajo. (2018). *Los pueblos indígenas y el cambio climático. De víctimas a agentes del cambio por medio del trabajo decente*. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---gender/documents/publication/wcms_632113.pdf
- Pachauri, S. y Spreng, D. (2004). Energy use and energy access in relation to poverty. *Economic and Political Weekly*, 39(3), 271-278.
- Panteli, M. y Mancarella, P. (2015). Influence of extreme weather and climate change on the resilience of power systems: Impacts and possible mitigation strategies. *Electric Power Systems Research*, 127, 259-270. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2015.06.012>
- Peralta, A., Camprubí, L., Rodríguez-Sanz, M., Basagaña, X., Borrell, C., y Mari-Dell'Olmo, M. (2017). Impact of energy efficiency interventions in public housing buildings on cold-related mortality: a case-crossover analysis. *International Journal of Epidemiology*, 46(4), 1192-1201. <https://doi.org/10.1093/ije/dyw335>
- Pérez-Romero, D. M., Bolanos-Sanchez, R., y Silva-Casarín, R. (2008). Predicción de oleaje generado por dos huracanes en las costas mexicanas del Golfo de México. *Ingeniería Hidráulica en México*, 23(2), 5-20.
- Philip, G. M. y Watson, D. F. (1982). A precise method for determining contoured surfaces. *The APPEA Journal*, 22, 205-212. <https://doi.org/10.1071/aj81016>
- Philip, S. Y., Kew, S. F., Van Oldenborgh, G. J., Anslow, F. S., Seneviratne, S. I., Vautard, R., Coumou, D., Ebi, K. L., Arrighi, J., Singh, R., Aalst, M. van, Marghidan, C. P., Wehner, M., Yang, W., Li, S., Schumacher, D. L., Hauser, M., Bonnet, R., Luu, L. N., ... Otto, F. E. L., F. E. (2021). Rapid attribution analysis of the extraordinary heatwave on the Pacific Coast of the US and Canada June 2021. *Earth System Dynamics*, 13(4), 1689-1713. <https://doi.org/10.5194/esd-13-1689-2022>
- Philip, S., Kew, S., Vautard, R., Pinto, I., Vahlberg, M., Singh, R., Driouech, F., Lguensat, R., Barnes, C., Otto, F. (2023). *Extreme April heat in Spain, Portugal, Morocco & Algeria almost impossible without climate change*. <https://doi.org/10.25561/103833>
- Romero-Lankao, P., Smith, J. B., Davidson, D. J., Diffenbaugh, N. S., Kinney, P. L., Kirshen, P., Kovacs, P. y Villers Ruiz, L. (2014). North America. En V. R. Barros, C. B. Field, D. J. Dokken, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea y L. L. White (Eds.), *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: Regional aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1439-1498). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415386.006>
- Romitti, Y. y Sue Wing, I. (2022). Heterogeneous climate change impacts on electricity demand in world cities circa mid-century. *Scientific Reports*, 12(1), 4280. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07922-w>
- Saldaña-Zorrilla, S. O. y Sandberg, K. (2009). Impact of climate-related disasters on human migration in Mexico: a spatial model. *Climatic Change*, 96(1-2), 97-118. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9577-3>

- Schneider, S. H., Root, T., y Mastrandrea, M. D. (Eds.). (2011). *Encyclopedia of climate and weather* (v. 1). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acref/9780199765324.001.0001>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2022). *Contribución determinada a nivel nacional, actualización 2022*. Gobierno de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- Sen, A. (1983). *Poverty and famines: An essay on entitlement and deprivation*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/0198284632.001.0001>
- Servicio Meteorológico Nacional [sitio web]. (2023). <https://smn.conagua.gob.mx/es/>
- Soriano-Hernández, P., Mejía-Montero, A., y Van der Horst, D. (2022). Characterization of energy poverty in Mexico using energy justice and econophysics. *Energy for Sustainable Development*, 71, 200-211. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2022.09.005>
- Sovacool, B. y Dworkin, M. (2015). Energy justice: Conceptual insights and practical applications. *Applied Energy*, 142, 435-444. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.01.002>
- Thomson, H., Day, R., Ricalde, K., Brand-Correa, L. I., Cedano, K., Martínez, M., Santillán, O., Delgado Triana, Y., Grabiél Luis Cordova, J., Milian Gómez, J. F., García Torres, D., Mercado, C., Castelao Caruana, M. E., y Pereira, M. G. (2022). Understanding, recognizing, and sharing energy poverty knowledge and gaps in Latin America and the Caribbean – because *conocer es resolver*. *Energy Research & Social Science*, 87, 2-13. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102475>
- Tobías, A., Hashizume, M., Honda, Y., Sera, F., Ng, C. F. S., Kim, Y., Roye, D., Chung, Y., Dang, T. N., Kim, H., Lee, W., Íñiguez, C., Vicedo-Cabrera, A., Abrutzky, R., Guo, Y., Tong, S., Coelho, M. de S. Z. S., Saldiva, P. H. N., Lavigne, E., ... y Gasparrini, A. (2021). Geographical variations of the minimum mortality temperature at a global scale: A multicountry study. *Environmental Epidemiology*, 5(5), e169. <https://doi.org/10.1097/ee9.000000000000169>
- Toke, D. y Vezirgiannidou, S. E. (2013). The relationship between climate change and energy security: key issues and conclusions. *Environmental Politics*, 22(4), 537-552. <https://doi.org/10.1080/09644016.2013.806631>
- Tracking SDG 7: The Energy Progress Report. (2023). <https://trackingsdg7.esmap.org/>
- UN Environment Programme. (2016). *Global gender and environment outlook (GGeo)*. Autor. <https://www.unep.org/resources/report/global-gender-and-environment-outlook-ggeo>
- United Nations. (2015). *Paris Agreement*. Autor. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf
- Urquiza, A. y Billi, M. (2020). *Seguridad hídrica y energética en América Latina y el Caribe: definición y aproximación territorial para el análisis de brechas y riesgos de la población*. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46408-seguridad-hidrica-energetica-america-latina-caribe-definicion-aproximacion>
- Vidal-Zepeda, R. (1990). Precipitación media anual. En *Atlas nacional de México* (v. 2). Instituto de Geografía, UNAM.
- Watson, D. F. y Philip, G. M. (1985). Refinement of inverse distance weighted interpolation. *Geoprocessing*, 2, 315–327.
- Zachariah, M., Vautard, R., Schumacher, D. L., Vahlberg, M., Heinrich, D., Raju, E., Thalheimer, L., Arrighi, J., Singh, R., Li, S., Sun, J., Vecchi, G., Yang, W., Seneviratne, S. I., Tett, S. F. B., Harrington, L. J., Wolski, P., Lott, F. C., McCarthy, M., ... y Otto, F. E. L. (2022). Without human-caused climate change temperatures of 40 C in the UK would have been extremely unlikely. <https://www.worldweatherattribution.org/wp-content/uploads/UK-heat-scientific-report.pdf>

Anexos

Anexo 1. Correlación de Pearson.

		pobfem	depdem	pobdesoc	hgef_fem	prom_ocup	vph_pisoti	vph_1 cto	vph_selec	vph_srefri	vph_sincint	vph_sintic	tamloc
pobfem	Correlación de Pearson	1	.851**	.105**	.588**	.875**	.174**	.223**	.358**	.358**	.765**	.172**	.253**
	Sig. (bilateral)		.000	.000	.000**	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	4690	4690	4690	4690	4689	4690	4690	4690	4690	4690	4690	4690
depdem	Correlación de Pearson	.851**	1	.102**	.438**	.786**	.267**	.235**	.441**	.441**	.826**	.284**	.109**
	Sig. (bilateral)	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	4690	4690	4690	4690	4689	4690	4690	4690	4690	4690	4690	4690
pobdesoc	Correlación de Pearson	.105**	.102**	1	.115**	.109**	-.010	.003	.056**	.056**	.095**	.010	.073**
	Sig. (bilateral)	.000	.000		.000	.000	.503	.860	.000	.000	.000	.515	.000
	N	4690	4690	4690	4690	4689	4690	4690	4690	4690	4690	4690	4690
hgef_fem	Correlación de Pearson	.568**	.438**	.115**	1	.421**	.026	.118**	.116**	.116**	.340**	.012	.195**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000		.000	.079	.000	.000	.000	.000	.423	.000
	N	4690	4690	4690	4690	4689	4690	4690	4690	4690	4690	4690	4690
prom_ocup	Correlación de Pearson	.875**	.786**	.109**	.421**	1	.219**	.197**	.368**	.368**	.738**	.157**	.259**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	4669	4669	4689	4669	4689	4689	4689	4689	4689	4689	4689	4689
vph_pisoti	Correlación de Pearson	.174**	.267**	-.010	.026	.219**	1	.325**	.548**	.548**	.342**	.524**	-.089**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.503	.079	.000		.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	4690	4690	4690	4690	4689	4690	4690	4690	4690	4690	4690	4690

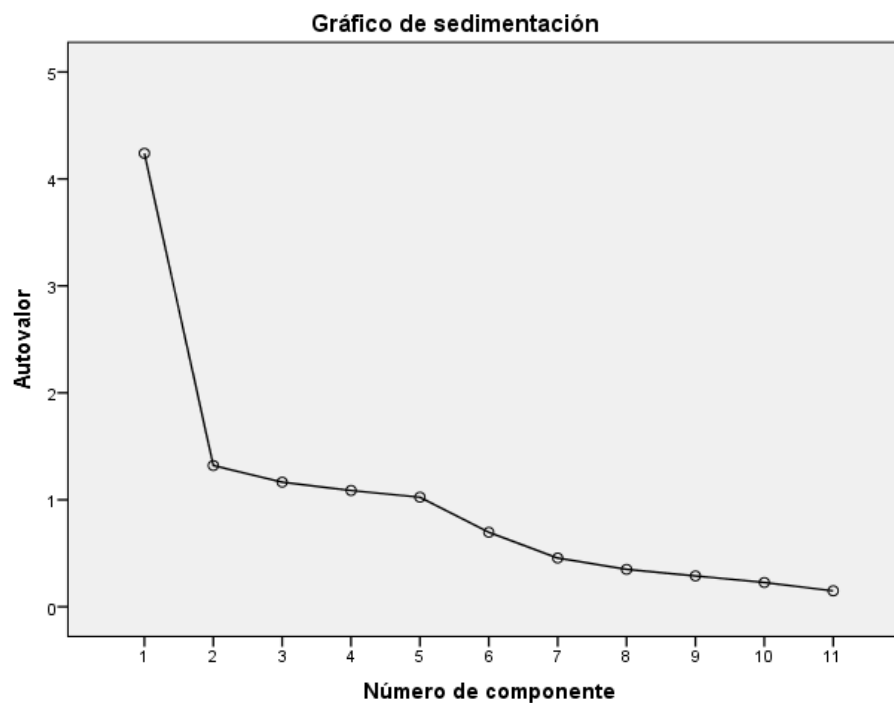
		pobfem	depdem	pobdesoc	hje_fem	prom_ocup	vph_pisoti	vph_1cto	vph_selec	vph_srefri	vph_sincint	vph_sintic	tamloc
v p h _ 1 cto	Correlación de Pearson	.223**	.235**	.003	.118**	.197**	.325**	1	.420**	.420**	.318**	.316**	-.017
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.860	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.234
	N	4690	4690	4690	4690	4689	4690	4690	4690	4690	4690	4690	4690
v p h _ selec	Correlación de Pearson	.358**	.441**	.056**	.116**	.368**	.548**	.420**	1	1.000**	.594**	.630**	-.100**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000
	N	4690	4690	4690	4690	4689	4690	4690	4690	4690	4690	4690	4690
v p h _ srefri	Correlación de Pearson	.358**	.441**	.056**	.116**	.368**	.548**	.420**	1.000**	1	.594**	.630**	-.100**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000
	N	4690	4690	4690	4690	4689	4690	4690	4690	4690	4690	4690	4690
v p h _ sincint	Correlación de Pearson	.765**	.826**	.095**	.340**	.738**	.342**	.318**	.594**	.594**	1	.398**	-.028
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.056
	N	4690	4690	4690	4690	4689	4690	4690	4690	4690	4690	4690	4690
v p h _ sintic	Correlación de Pearson	.172**	.284**	.010	.012	.157**	.524**	.316**	.630**	.630**	.398**	1	-.107**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.515	.423	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
	N	4690	4690	4690	4690	4689	4690	4690	4690	4690	4690	4690	4690
tamloc	Correlación de Pearson	.253**	.109**	.073**	.195**	.259**	-.089**	-.017	-.100**	-.100**	-.028	-.107**	1
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.234	.000	.000	.056	.000	
	N	4690	4690	4690	4690	4689	4690	4690	4690	4690	4690	4690	4690

** la correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2020).

Anexo 2.

Gráfico de sedimentación y pruebas del modelo de componentes principales.

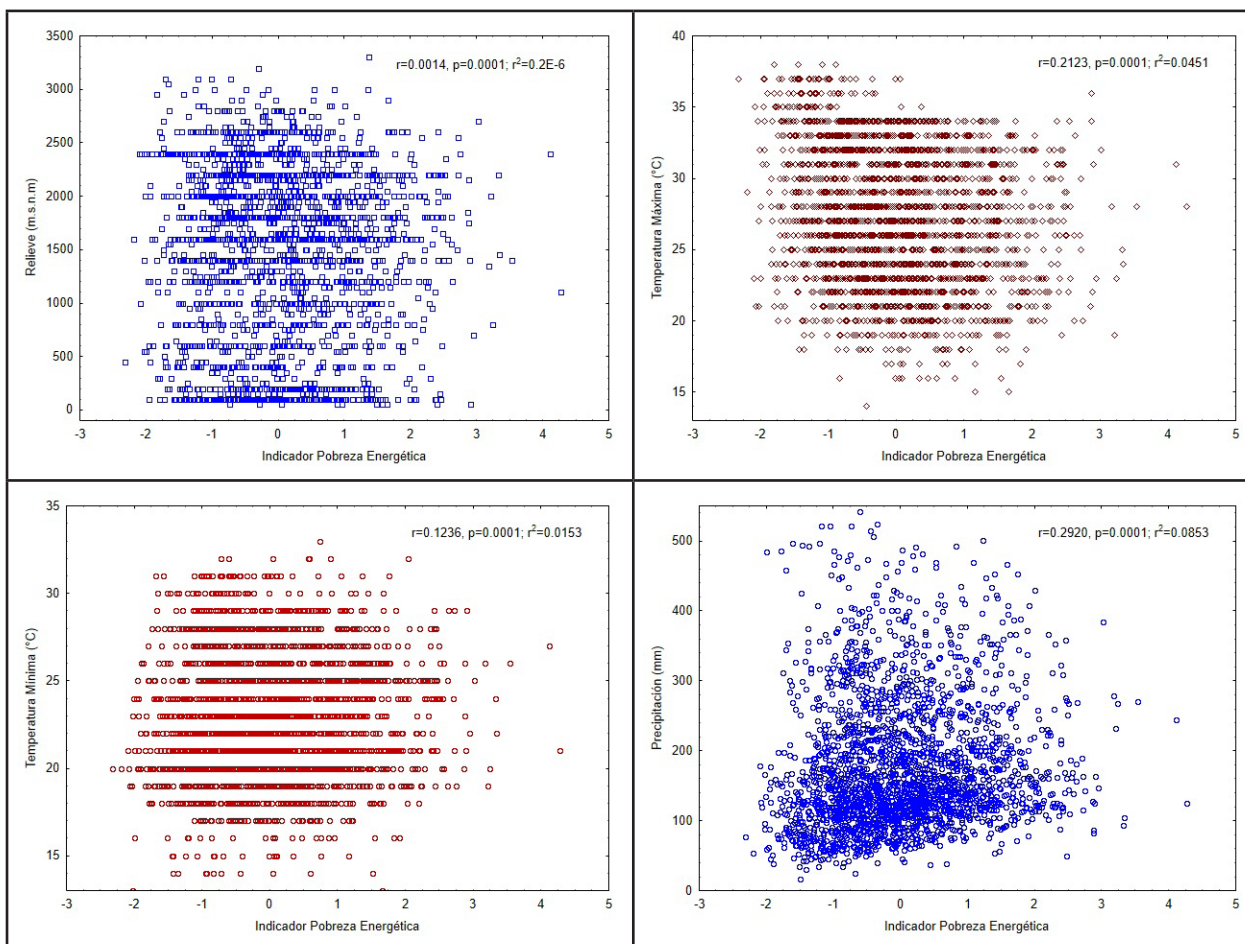


Prueba de KMO y Bartlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		.773
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	11959.680
	gl	55
	Sig.	.000

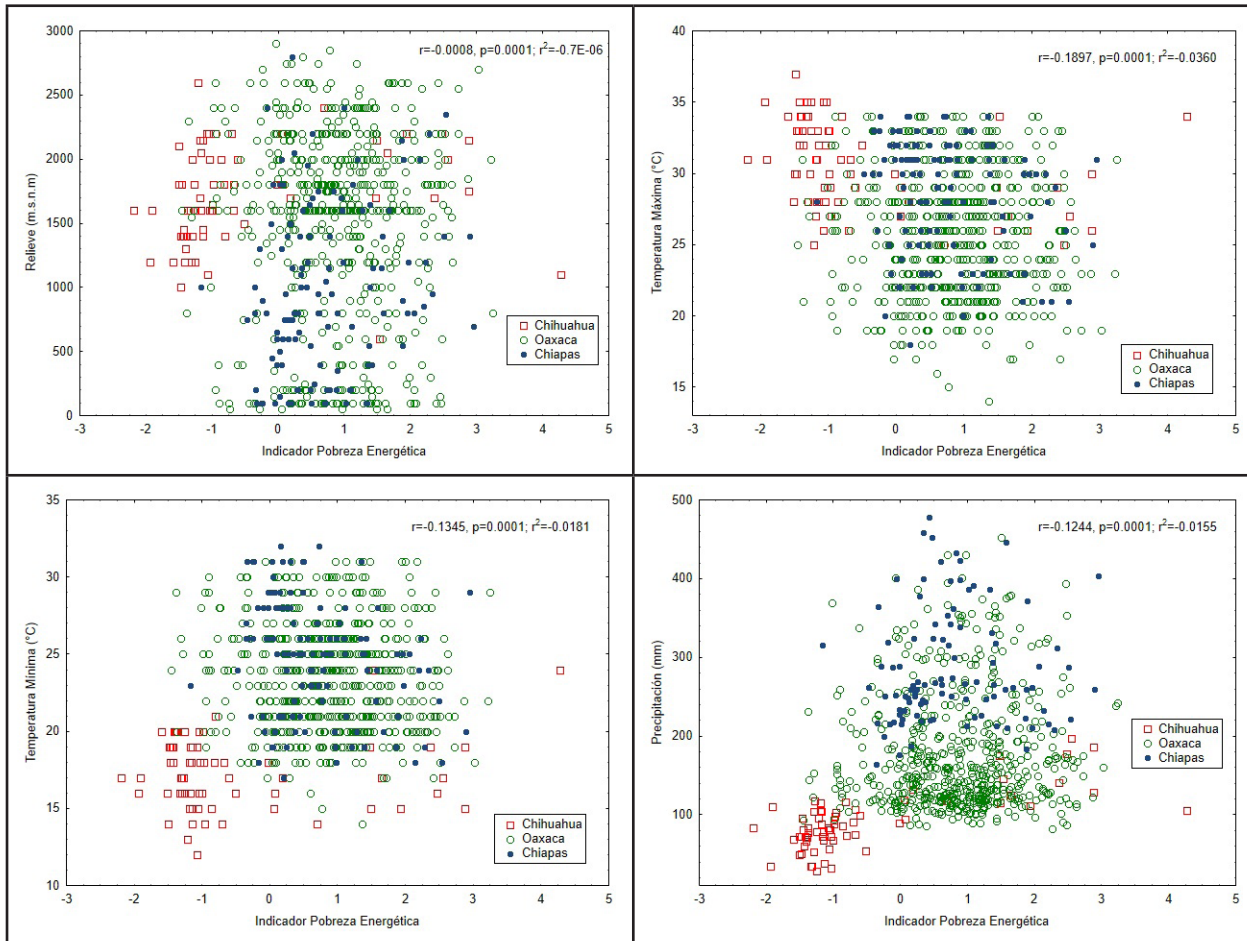
Anexo 3.

Correlación entre el Índice de Pobreza Energética y las variables ambientales (relieve, temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación), a nivel municipal.

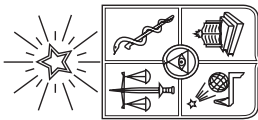


Anexo 4.

Correlación entre el Índice de Pobreza Energética y las variables ambientales (relieve, temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación), para los municipios de Chiapas, Chihuahua y Oaxaca.



revista invi



Revista INVI es una publicación periódica, editada por el Instituto de la Vivienda de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile, creada en 1986 con el nombre de Boletín INVI. Es una revista académica con cobertura internacional que difunde los avances en el conocimiento sobre la vivienda, el hábitat residencial, los modos de vida y los estudios territoriales. Revista INVI publica contribuciones originales en español, inglés y portugués, privilegiando aquellas que proponen enfoques inter y multidisciplinares y que son resultado de investigaciones con financiamiento y patrocinio institucional. Se busca, con ello, contribuir al desarrollo del conocimiento científico sobre la vivienda, el hábitat y el territorio y aportar al debate público con publicaciones del más alto nivel académico.

Director: Dr. Jorge Larenas Salas, Universidad de Chile, Chile.

Editora: Dra. Mariela Gaete-Reyes Universidad de Chile, Chile.

Editores asociados: Dr. Gabriel Felmer Plominsky, Universidad de Chile, Chile.

Dr. Carlos Lange Valdés, Universidad de Chile, Chile.

Dra. Rebeca Silva Roquefort, Universidad de Chile, Chile.

Mg. Juan Pablo Urrutia, Universidad de Chile, Chile.

Editor de sección Entrevista: Dr. Luis Campos Medina, Universidad de Chile, Chile.

Coordinadora editorial: Sandra Rivera Mena, Universidad de Chile, Chile.

Asistente editorial: Katia Venegas Fonca, Universidad de Chile, Chile.

Traductor: Jose Molina Kock, Chile.

Diagramación: Ingrid Rivas, Chile.

Corrección de estilo: Leonardo Reyes Verdugo, Chile.

COMITÉ EDITORIAL:

Dr. Victor Delgadillo, Universidad Autónoma de la Ciudad de México, México.

Dra. María Mercedes Di Virgilio, CONICET/ IIGG, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Dra. Irene Molina, Uppsala Universitet, Suecia.

Dr. Gonzalo Lautaro Ojeda Ledesma, Universidad de Valparaíso, Chile.

Dra. Suzana Pasternak, Universidade de São Paulo, Brasil.

Dr. Javier Ruiz Sánchez, Universidad Politécnica de Madrid, España.

Dra. Elke Schlack Fuhrmann, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.

Dr. Carlos Alberto Torres Tovar, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

Sitio web: <http://www.revistainvi.uchile.cl/>

Correo electrónico: revistainvi@uchilefau.cl

Licencia de este artículo: Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0
Internacional (CC BY-SA 4.0)