

Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Contaduría y Administración
Doctorado en Ciencias Económico-Administrativas



Pobreza Energética y Estrategias Eléctricas en México: un análisis
cuasiexperimental

TESIS Doctoral

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de

Doctora en Ciencias Económico-Administrativas

Presenta:

MSC. Lizeth Azucena Razo Zamora

Dirigido por:

Dr. Michael Demmler

Codirigido por:

Dr. Amilcar Orlan Fernández

Dr. Michael Demmler

Presidente

Dr. Amilcar Orlan Fernández Domínguez

Secretario

Dra. Denise Gómez Hernández

Vocal

Dr. Enrique Kato Vidal

Suplente

Dra. Alejandra Elizabeth Urbiola Solís

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciatario no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:

 **Atribución** — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciatario.

 **NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).

 **SinDerivadas** — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo evaluar el impacto de las estrategias eléctricas en México, específicamente la Apertura del Mercado (2012) y el Monopolio Natural (2018), sobre los niveles de pobreza energética en el país. Para ello, se calcularon con la metodología de CONEVAL (2019) tres indicadores de pobreza energética: Low Income High Cost (*LIHC*), Índice de Privación Energética (*MEDI*) y Pobreza Energética Multidimensional (*PEM*) y se evaluó su comportamiento con un diseño cuasiexperimental de Diferencias en Diferencias (DID). Para el análisis, se utilizaron datos secundarios longitudinales de fuentes confiables como la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto en los Hogares (ENIGH), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Comisión Reguladora de Energía (CRE) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en el periodo de 2010-2022. Los hallazgos más relevantes indican diferencias regionales en los índices de pobreza, lo que sugiere que no todos los mexicanos experimentan la pobreza energética de la misma manera. Además, se encontró que ambas estrategias eléctricas han contribuido a una disminución generalizada de la pobreza energética en México. Sin embargo, el estudio revela una heterogeneidad de los efectos de las políticas en los diferentes indicadores. Es importante destacar que la estrategia de Monopolio Natural parece haber beneficiado en mayor medida al grupo de hogares más vulnerables, con Pobreza Energética Multidimensional. Estos resultados sugieren que esta estructura de mercado podría ser más equitativa y justa en términos de acceso a servicios energéticos básicos. Sin embargo, también hay evidencia de que la Apertura del Mercado promueve el ejercicio de derechos relacionados con la energía (*MEDI*). Por lo tanto, se recomienda que la formulación de políticas eléctricas integre las diversas métricas de pobreza energética y reconozca las particularidades regionales para facilitar la identificación de los grupos más vulnerables y mejorar el diseño de políticas eléctricas, buscando un equilibrio entre la regulación estatal y la dinámica del mercado para aprovechar los beneficios de ambas estrategias.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the impact of electricity strategies in Mexico, specifically Competitive Market (2012) and Natural Monopoly (2018), on the levels of energy poverty in the country. To do this, three energy poverty indicators were calculated using CONEVAL (2019) methodology: Low Income High Cost (*LIHC*), Multidimensional Energy Deprivation Index (*MEDI*) and Multidimensional Energy Poverty (*PEM*). Through a Difference in Difference (DID) quasi-experimental design, longitudinal data from reliable sources such as Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto en los Hogares (ENIGH), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Comisión Reguladora de Energía (CRE) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) were analyzed for the period 2010-2022. The most relevant finding indicates regional differences in poverty indices, suggesting the not all Mexicans experience energy poverty in the same way. Additionally, we found that both electricity strategies have contributed to a generalized decrease in energy poverty in the country. However, the study reveals heterogeneity of the effects of the policies both in the different indicators used and at the regional level. It is important to stress that Natural Monopoly strategy seems to alleviate the gravity of the most vulnerable group with Multidimensional Energy Poverty (*PEM*). These results suggest that this market structure could be more equitable and fairer in terms of access to basic energy services. However, there is also evidence that a Competitive Market promotes the exercise of rights related to energy (*MEDI*). Therefore, formulation of electricity policies should integrate diverse metrics of energy poverty and recognize regional particularities, seeking a balance between state regulation and market dynamics to take advantage of the benefits of both strategies.

Dedicatoria

A mi amada familia (mamá, papá, Ale, Iván y mis adorables sobrinos): Gracias por ser mi aliento y apoyo incondicional, que me ha impulsado a perseguir mis sueños con pasión y determinación. Su amor me ha dado la fuerza para superar cualquier obstáculo.

A mi mejor amigo y compañero de vida, César. Tu presencia, paciencia y apertura constante ha sido un regalo invaluable. Has caminado a mi lado en cada paso de este proceso, compartiendo mis alegrías, mis desafíos y desveladas. Gracias por todo.

A mi pequeña, mi bebé en camino, mi pedacito de cielo en la tierra: Renata. Esta investigación es solo el comienzo de una carrera profesional que construiré con amor y dedicación para ti. Mi mayor anhelo es brindarte un futuro lleno de oportunidades y hacerte sentir profundamente amada. Deseo que te sientas orgullosa de tu mamá.

Agradecimientos

Agradezco profundamente al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) por impulsar y promover la investigación en México. Gracias a la Beca Nacional pude dedicarme por completo a mis estudios doctorales y a mi investigación. Gracias a esta oportunidad puedo vislumbrar una carrera profesional que me inspira y apasiona: la investigación científica.

Gracias a la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), a la Facultad de Contaduría y Administración y a su División de Estudios de Posgrado e Investigación por contar con el programa de Doctorado en Ciencias Económico-Administrativas y siempre apoyarme en cada momento de mis estudios.

Infinitas gracias a mi director de tesis el Dr. Michael Demmler por creer en mí y aceptarme como tesista. Por sus exhaustivas revisiones y comentarios y por todo su apoyo como director de tesis y como coordinador del programa. Gracias por alentarme a siempre dar lo mejor de mí.

Un profundo agradecimiento a mi codirector de tesis, el Dr. Amilcar Orlan Fernández. La semilla de esta investigación surgió desde el primer semestre en su clase. Le agradezco por sus constantes y acertadas recomendaciones para mejorar el documento, por su paciencia y el buen equipo que hicimos entre los tres. Espero tener la oportunidad de seguir colaborando.

Dr. Michael y Dr. Amilcar, los admiro y ambos son una gran fuente de inspiración. Gracias de todo corazón.

A mis sinodales, por el tiempo dedicado a la lectura de esta investigación y por sus amables comentarios: la Dra. Alejandra Urbiola, la Dra. Denise Gómez. En especial, muchas gracias al Dr. Enrique Kato por tomarse el tiempo de tener sesiones extra para comentar las mejoras del documento y mis argumentos.

Gracias a mi familia salmantina por alentarme siempre y tener paciencia. Entiendo que mi dedicación a este proyecto me alejó de ustedes en ocasiones, y les

agradezco profundamente por comprender y alentarme a seguir adelante. Los amo mucho.

Gracias César, por escucharme, por tu genuino interés en mi trabajo y tu invaluable ayuda para practicar mis presentaciones.

A mis amigos (Fer, Carmen, Angie y Betty) por apoyarme y decirme que sí podía.

Gracias a la vida, que me permitió conocer personas que suman, por vivir experiencias que me inspiraron y me ayudaron a encontrar mi tema de tesis, el cual me apasiona y le tengo un especial cariño. Gracias a todo y a todos que me hicieron desear y aspirar a más.

Índice

Pobreza Energética y Estrategias Eléctricas en México: un análisis cuasiexperimental	i
RESUMEN.....	ii
ABSTRACT.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Índice	vii
Índice de Cuados	x
Índice de Figuras	xi
Abreviaturas y siglas.....	xii
I. Introducción.....	1
II. Antecedentes	7
2.1. Energía, Desarrollo y Bienestar.....	7
2.1.1. Acceso a la energía como Derecho Humano	8
2.1.2. Acceso a la energía y su relación con otros Derechos Humanos	10
2.1.3. El papel del Estado en el sistema energético	12
2.2. Sector Eléctrico y políticas energéticas en México	15
2.2.1. Sector eléctrico mexicano	15
2.2.2. Usuarios de Servicios Básicos	18
2.2.3. Consumo doméstico.....	19
2.2.4. Tarifas eléctricas de la CFE.....	20
2.2.5. Subsidios Eléctricos	21
2.3. Estrategias Eléctricas en México	22
2.3.1. Reforma Energética 2013 (RE-2013)	25
2.3.2. PRODESEN 2018-2033	27
2.3.3. Reforma a la Ley de la Industria Eléctrica (RLIE-2021)	28
2.4. Reformas Eléctricas y Teoría Microeconómica	29
2.4.1. Electricidad.....	29
2.4.2. E-PIE, Libre mercado	29
2.4.3. E-CFE, Monopolio Natural	30
2.4.4. Situación actual: Generación de Electricidad en México	31

2.4.5. Revisión de la literatura: Demanda de Energía y Políticas Energéticas en México	35
III. Marco Teórico	37
3.1. Economía del Bienestar	37
3.1.1. Bases teóricas de la Economía del Bienestar	37
3.1.2. Pobreza Energética (PE): conceptos clave	42
3.1.3. Indicadores de Pobreza Energética	59
3.1.4. Revisión de la Literatura Gasto energético y Pobreza Energética Multidimensional.....	68
3.2. Evaluación de Impacto de Políticas Públicas: Métodos Cuasiexperimentales	76
3.2.1. Diferencias en Diferencias (DID).....	77
3.2.2. Revisión de la literatura: DID y DID con PSM	81
IV. Hipótesis	84
4.1. Preguntas secundarias	84
4.2. Hipótesis secundarias.....	85
V. Objetivos	86
5.1. Objetivo General	86
5.2. Objetivos Específicos.	86
VI. Metodología	87
6.1. Descripción de la Investigación	87
6.1.1. Datos	88
6.1.2. Descripción de las variables utilizadas	90
6.2. Metodología Objetivo 1: Construir tres indicadores de Pobreza Energética (LIHC, MEDI, PEM)	95
6.2.1. Pobreza Energética por Ingresos (LIHC)	97
6.2.2. Índice de Privación Energética (MEDI).	101
6.2.3. Pobreza Energética Multidimensional (PEM)	106
6.3. Metodología Objetivo 2: Aplicar dos cuasiexperimentos DID	109
6.3.1. Especificación del Modelo General: Determinantes de la Pobreza Energética	109
6.3.2. Especificación de Cuasiexperimentos	111
6.4. Metodología Objetivo 3. Identificar la mejor estrategia para los hogares mexicanos	114
6.4.1. Prueba de robustez de signos.	115

6.4.2. Priorizar los resultados del modelo más robusto	115
6.5. Resultados Esperados	115
6.6. Ventajas y desventajas del estudio	116
6.7. Integridad Científica y Ética.....	118
VII. Resultados y Discusión	120
7.1. Objetivo 1: Medir la pobreza energética en México	120
7.1.1. <i>Definir operativamente el indicador</i> MEDÍ	120
7.1.2. <i>Construcción Pobreza Energética Multidimensional</i> (PEM)	123
7.1.3. <i>Pobreza Energética: medidas agregadas</i>	124
7.1.4. <i>Análisis descriptivo por índice</i>	128
7.2. Objetivo 2: Evaluación de Impacto de Estrategias Energéticas.....	136
7.2.1. <i>Estrategia Apertura del Mercado (E-PIE 2012)</i>	136
7.2.2. <i>Estrategia Monopolio Natural (E-CFE 2018)</i>	139
7.3. Objetivo 3. Identificar la mejor estrategia para los hogares mexicanos.....	143
7.3.1. Prueba de robustez.....	143
7.3.2. Priorizar la solidez de los modelos empleados	145
VIII. Conclusiones	147
Referencias	154
ANEXOS	182

Índice de Cuadros

Tabla 1 Estrategias Energéticas en México.....	23
Tabla 2 Bases teóricas de la Economía del Bienestar.....	38
Tabla 3 Líneas de Pobreza.....	47
Tabla 4 Energías utilizadas en el hogar.....	52
Tabla 5 Indicadores de Pobreza Energética.....	60
Tabla 6 Dimensiones del MEDÍ de Cedano et al., (2021).....	68
Tabla 7 Factores que influyen en el gasto energético (Ge)	69
Tabla 8 Matriz de Diseño	88
Tabla 9 Variables del estudio.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 10 Resultados esperados DID Simple y DID PSM.....	116
Tabla 11 Índice de Privación Energética (MEDÍ)	122
Tabla 12 Medidas Agregadas, Pobreza Energética Multidimensional	125
Tabla 13 Resultados Modelo MCO DID SIMPLE E-PIE 2012	135
Tabla 14 Resultados Modelo MCO DID PSM E-PIE 2012.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 15 Doble Diferencia E-PIE 2012	139
Tabla 16 Resultados MCO DID SIMPLE CFE 2018	140
Tabla 17 Resultados MCO DID PSM CFE 2018.....	141
Tabla 18 Doble Diferencia E-CFE 2018.....	141
Tabla 19 Prueba de Robustez	143
Tabla 20 Comparación de estrategias PEM	144

Índice de Figuras

Figura 1 Energía y su relación con otros derechos humanos	10
Figura 2 Componentes Generales de la Política Energética	12
Figura 3 Participantes de la industria eléctrica mexicana	16
Figura 4 Demanda de electricidad por sector.	19
Figura 5 Generación de electricidad en México	33
Figura 6 Tipos de pobreza en México	48
Figura 7 Tipos de carencias sociales CONEVAL.....	49
Figura 8 Pirámide de necesidades energéticas	51
Figura 9 Causas de la Pobreza Energética.	57
Figura 10 Clasificación Pobreza Energética Multidimensional.....	108
Figura 11 Propuesta Pobreza Energética Multidimensional	123
Figura 12 Intensidad Pobreza Energética moderada nacional	127
Figura 13 Intensidad Pobreza Energética extrema nacional.....	127
Figura 14 LIHC.....	130
Figura 15 MEDI.....	132
Figura 16 PEM	135

Abreviaturas y siglas

- CENACE Centro Nacional de Control de Energía, México
- CFE Comisión Federal de Electricidad
- CONAGUA Comisión Nacional del Agua
- CONEVAL Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
- CRE Comisión Reguladora de Energía
- CRE Comisión Reguladora de Energía, México
- DID Diferencias en Diferencias
- DID PSM Diferencias en Diferencias con tratamiento de intensidades
- DOF Diario Oficial de la Federación
- E-CFE 2018 Estrategia del gobierno federal hacia un Monopolio Natural
- ENCEVI Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares
- ENIGH Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto en los Hogares
- E-PIE 2012 Estrategia del gobierno federal hacia la apertura del mercado
- kWh Kilowatts hora
- LIE-2021 Reforma a la Ley de la Industria Eléctrica
- LIHC Pobreza energética por ingresos, Low Income High Cost
- MEDI (Multidimensional Energy Poverty Index) Pobreza Energética por Carencias energéticas
- MW Megawatts
- PE Pobreza Energética
- PEM Pobreza Energética Multidimensional
- PSM Propensity Score Matching (Emparejamiento por puntaje de propensión)
- RE-2013 Reforma Energética 2013
- SEN Sistema Eléctrico Nacional
- SENER Secretaría de Energía, México

I. Introducción

Desde una perspectiva económica, la electricidad juega tres roles (SENER, 2016). En primer lugar, la electricidad es un bien final indispensable para los consumidores. Garantizar el abasto de electricidad permite que los consumidores tengan acceso a bienes y servicios básicos (SENER, 2016; Keen, 2021), lo cual contribuye al goce de ciertos derechos humanos - como alimentación, salud, educación y vivienda digna - que se relacionan con el bienestar y calidad de vida de la población (Hanley et al., 2013; García y Mundó, 2014; Keen, 2021).

En segundo lugar, la electricidad es un insumo primario indispensable para la realización de las actividades productivas, de transformación y servicios en un país (SENER, 2016). La electricidad combinada con tierra, trabajo y capital producen bienes y servicios (Yeager et al., 2012). El suministro eficiente de energía a un costo accesible promueve la competitividad y la capacidad de las empresas para ofrecer más y mejores productos en el mercado, lo que tiene un impacto directo en el crecimiento económico (SENER, 2016; Keen, 2021). Finalmente, las fuentes de energía para generar electricidad son un recurso natural estratégico. Muchos recursos energéticos, como el petróleo, el carbón y el agua, se concentran en ciertas zonas geográficas. Por lo tanto, la seguridad energética tiene un enorme valor estratégico para las naciones (SENER, 2016).

Dada su importancia, los Gobiernos tienen como responsabilidad velar por la asequibilidad, accesibilidad y eficiencia universal de la electricidad en su territorio mediante políticas públicas (García y Mundó, 2014). Sin embargo, en el mundo aún existen hogares que no tienen la capacidad de cubrir sus necesidades energéticas, es decir, que se encuentran en condición de Pobreza Energética (IEA, 2010; Sovacool, 2012 y Cedano et al., 2021). Esta problemática multidimensional, refuerza el círculo vicioso de la Pobreza General (Emberson et al., 2012), limita el desarrollo, la educación y el empleo, así como tiene impactos negativos en la salud y el cambio climático (Faiella y Lavecchia, 2019).

En años recientes México ha experimentado cambios importantes en la regulación del sector eléctrico que abogan por dos modelos económicos diferentes: mercado abierto y monopolio natural (Islas y Cornelio, 2022). Por ejemplo, en 2013 se aprobó la Reforma Energética (RE-2013) que modifica la Constitución Mexicana con el fin de abrir el mercado energético a la inversión extranjera e impulsar la transición energética. Particularmente, en la industria eléctrica se modificaron las actividades de generación y comercialización de electricidad, las cuales forman parte del esquema tarifario doméstico (DOF, 2013).

Esta Reforma representa el cambio de estrategia hacia la transición energética y la apertura del mercado (E-PIE) (SENER, 2015). Donde uno de los objetivos es aumentar la competitividad e innovación en el sector, reducir los precios de la electricidad y así beneficiar el presupuesto de los hogares mexicanos (Gobierno de la República, 2013; DOF, 2013). Sin embargo, existe evidencia de que las políticas de transición energética pueden crear una presión económica adicional en los hogares y así hacerlos más vulnerables a la Pobreza Energética (Faiella y Lavecchia, 2019).

Posteriormente, en 2018 se presentó PRODESEN 2019-2033 que simboliza un nuevo cambio de estrategia hacia el cierre del mercado, limitando las inversiones privadas y fortaleciendo el monopolio natural de la CFE que primordialmente utiliza combustibles fósiles (E-CFE) (SENER, 2018; CAT, 2019). Estos cambios se oficializan en 2021 con la Reforma a la Ley de la Industria Eléctrica (RLIE-2021) (DOF, 2021; CFE, 2022a).

En este sentido, el monopolio natural puede ofrecer un servicio uniforme, estable y accesible, contribuyendo al desarrollo del bienestar social al proveer a todos los consumidores servicios esenciales (Smith, 1776; Mill, 1848; Grupo de Río, 2007). No obstante, puede implicar una menor calidad y variedad de los productos ofrecidos a un mayor precio, menor innovación y abuso de poder (Grupo de Río, 2007; Thomas y Maurice, 2015; Mankiw, 2017). Adicionalmente, existe evidencia

sobre el uso de combustibles fósiles y sus efectos nocivos en la salud y el cambio climático (Wester et al., 2019).

En resumen, los cambios en política energética recientes en México abogan por dos tipos de mercado diferentes en actividades incluidas en el esquema tarifario doméstico (DOF, 2013; DOF; 2021). Por lo tanto, los cambios de política eléctrica podrían modificar la capacidad de los hogares para satisfacer sus necesidades energéticas.

Es importante mencionar que en México sólo se cuenta con una medición oficial de Pobreza General, la cual es multidimensional y abarca tanto el ingreso como otras dimensiones relacionadas al ejercicio de algunos derechos sociales (CONEVAL, 2023^a). Especialmente, las dimensiones de acceso a servicios básicos, así como calidad y espacios de la vivienda se relacionan de manera directa con el acceso a la electricidad y el confort térmico del hogar. De acuerdo con la medida oficial, en 2022 aún existían aproximadamente 23 millones de personas sin acceso al suministro eléctrico y 11 millones sin espacios dignos en sus viviendas, es decir, que sufren de algún nivel de Pobreza Energética (IEA, 2010; Sovacool, 2012, Cedano, et al., 2021; CONEVAL, 2023^a).

Es importante recalcar que estas dimensiones solo abarcan una parte de la problemática de la Pobreza Energética, en otras palabras, México no cuenta con una medida oficial de Pobreza Energética (PE) que incluya las dimensiones necesarias para estudiar esta condición en el país, por lo que aún no es posible valorar la gravedad de esta problemática en el territorio nacional.

A pesar de que la Pobreza Energética no se puede desvincular de la Pobreza General, estudiarla de manera aislada ayuda a delimitar la naturaleza del problema, así como promueve el reconocimiento de la energía como un derecho básico para alcanzar una vida digna y generar políticas públicas que aseguren su satisfacción (García, 2013; García y Mundó, 2014).

Considerando que, a diferencia de la Pobreza Multidimensional que abarca diferentes aspectos de la Pobreza, la Pobreza Energética es un indicador estrechamente relacionado con el sistema energético de una nación (Emberson et al., 2012; García y Mundó, 2014). Por lo tanto, la Pobreza Energética es un indicador adecuado cuando se desea estudiar las variaciones en el sistema energético de un país y sus efectos en el bienestar.

Bajo este orden de ideas, el Objetivo General de esta investigación es: Medir y comparar la Pobreza Energética en los hogares mexicanos ante los cambios de estrategia eléctrica nacional, expresados por la Apertura del Mercado y el Monopolio Natural, durante el periodo de 2010 a 2022. Se realiza este análisis con la finalidad de comprender a mayor profundidad las causas de la Pobreza Energética en México, así como evaluar la influencia de los cambios de estrategia del sector eléctrico en esta condición que afecta el bienestar y calidad de vida de la población.

Utilizando un enfoque deductivo, que intenta aplicar leyes universales a casos particulares, se aborda esta problemática desde dos dimensiones de análisis: Economía del Bienestar y Análisis de Políticas Públicas. Donde se intentará dar respuesta a la Pregunta de Investigación: ¿En qué medida cambió la Pobreza Energética de los hogares mexicanos después de los cambios de estrategia eléctrica nacional, expresados por la Apertura del Mercado y el Monopolio Natural, durante 2010-2022? En este aspecto, y considerando los siguientes argumentos;

1. Los servicios públicos (como la electricidad) han sido históricamente monopolios naturales, donde una sola empresa puede satisfacer toda la demanda a menores costos (Smith 1776; Mill, 1848).
2. La privatización de servicios públicos aumenta la Pobreza (Grupo de Río, 2007).
3. Las políticas de transición energética pueden aumentar los precios de la electricidad y, por tanto, la Pobreza Energética (Emberson et al., 2012; Faiella y Lavecchia, 2019).

La Hipótesis de Investigación es: La Pobreza Energética en los hogares mexicanos disminuyó en mayor medida después de la Estrategia hacia un Monopolio Natural en comparación con la Estrategia de Apertura del Mercado.

En este estudio se aplicará una metodología cuantitativa con un diseño cuasiexperimental, la cual se centra en hechos observables y medibles y utiliza el análisis estadístico para evaluar como un shock exógeno afecta una variable de interés. Se utilizará el Software Stata 16 para el análisis longitudinal de los datos secundarios provenientes de la Encuesta de Gastos e Ingresos de los Hogares (ENIGH; 2010-2022), Comisión Federal de Electricidad (CFE,2023), Comisión Reguladora de Energía (CRE, 2023), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2023) y la clasificación climática del Instituto Nacional de Geografía (INEGI, 2024) en un periodo de 2010 a 2022 y así, cumplir los siguientes objetivos específicos de investigación:

1. Construir tres indicadores de Pobreza Energética: Pobreza Energética por Ingresos, Índice de Privación Energética y Pobreza Energética Multidimensional con la finalidad de medir, desde diferentes enfoques, la incapacidad de los hogares mexicanos para satisfacer sus necesidades energéticas a lo largo del periodo 2010-2022.
2. Llevar a cabo dos métodos cuasiexperimentales: Diferencias en Diferencias, y Diferencias en Diferencias con Emparejamiento por Puntaje de Propensión para comparar el comportamiento de los tres indicadores de Pobreza Energética en los hogares mexicanos después de los cambios de estrategia eléctrica en México, expresados por la Apertura del Mercado y el Monopolio Natural.
3. Identificar la estrategia energética que beneficie en mayor medida a los hogares mexicanos y proponer modificaciones en las políticas energéticas de México.

Este estudio es relevante ya que, comprender las causas de la Pobreza Energética y su relación con la regulación del sector eléctrico en México es clave

para diseñar y desarrollar intervenciones efectivas para aliviar esta problemática en los sectores más vulnerables de la sociedad y así promover el bienestar de toda la población mexicana. Este estudio es relevante para el Gobierno, al ofrecer información sobre las condiciones y necesidades de los hogares después de los cambios en política, lo cual podría contribuir a mejorar el diseño de futuras intervenciones. Además, es relevante para las empresas energéticas, ya que otorga información sobre los consumidores, así como las condiciones políticas, económicas y legales del sector en México. Y finalmente, es relevante para los hogares, ya que otorga información de cómo las políticas públicas afectan su bienestar, lo que puede contribuir al voto informado.

Desde una perspectiva científica, se contribuye en la comprensión de las condiciones de la Pobreza Energética en México ante diferentes estrategias energéticas que abogan por dos modelos económicos, al mismo tiempo que se utiliza modelos cuasiexperimentales los cuales no son comunes en los estudios que abordan la complejidad de la problemática mexicana.

La investigación se organiza de la siguiente manera; la primera sección (I) corresponde a la Introducción, la segunda (II) a los antecedentes donde se contextualiza y realiza una revisión de los estudios más relevantes en México. En la tercera sección (III) se presenta el Marco Teórico donde se exploran las dos dimensiones de análisis: Economía del Bienestar y Evaluación de Impacto de Políticas Públicas. En la cuarta y quinta sección se presenta las hipótesis (IV) y objetivos de la investigación (V). Continuando con la sexta sección (VI) que describe la Metodología utilizada, en la séptima (VII) se analizan los Resultados y en la octava sección (VIII) se presenta la conclusión.

II. Antecedentes

2.1. Energía, Desarrollo y Bienestar

El estudio de la energía en economía ha cobrado relevancia desde los años 80 al reconocer la importancia de los sistemas energéticos en el desarrollo económico de una nación y en el bienestar de sus ciudadanos (García, 2013; Kahanna et al., 2021). Partiendo del desarrollo económico, la energía es un factor fundamental en la economía. La producción y el crecimiento económico están directamente relacionados con la disponibilidad y el costo de esta (Keen, 2021).

Sin energía, la maquinaria, los procesos industriales y la tecnología que sustenta la economía no serían posibles (Keen, 2021). En este sentido, un suministro abundante de energía aumenta la productividad laboral al permitir la automatización y la mejora de los procesos de producción, lo que puede contribuir al crecimiento económico (Yeager et al., 2012; Hanley et al., 2013; SENER, 2016).

En cuanto a los costos de la energía, Keen (2021) argumenta que estos costos representan una parte sustancial en la producción y la demanda agregada. Al ser un insumo primario indispensable (SENER, 2016), los costos de la energía son un componente importante de los costos de producción en la mayoría de las industrias. Es así como la variación de los precios de la energía puede tener un impacto significativo en la rentabilidad y en la inflación. A su vez, las fluctuaciones en la disponibilidad y el costo de la energía pueden desempeñar un papel en la dinámica de los ciclos económicos. En otras palabras, los choques energéticos pueden influir en la recesión o expansión económica (Keen, 2021).

Por otro lado, las fluctuaciones en los precios pueden afectar la demanda agregada (Hanley et al., 2013; Keen, 2021). El aumento de los precios en la energía puede disminuir el poder adquisitivo de los consumidores y reducir el gasto (Faiella y Lavecchia, 2019), lo que a su vez puede afectar negativamente su bienestar y la economía en general (Hanley et al., 2013; Keen, 2021).

Continuando con los efectos en los consumidores, Keen (2021) argumenta que las variaciones en el acceso a la energía pueden contribuir a la desigualdad económica. Quienes tienen acceso a una energía asequible pueden disfrutar de un mayor bienestar, mientras que aquellos que luchan por acceder a ella pueden enfrentar mayores dificultades económicas. En este sentido García y Mundó (2014) argumentan que, al ser un bien que influye directamente en el desarrollo económico y en la posibilidad de vivir una vida digna, la energía es un bien de primera necesidad al que se tiene que garantizar el acceso.

2.1.1. Acceso a la energía como Derecho Humano

El papel que desempeñan los servicios de energía limpios y asequibles para mejorar la calidad de vida y reducir las desigualdades, parte del hecho de que la energía está relacionada con prácticamente todas las actividades de la vida cotidiana moderna (García, 2013). El acceso a la energía como un derecho humano se ha discutido y reconocido en diversos documentos y foros internacionales, de forma explícita o implícita desde mediados del siglo XX (García y Mundó, 2014). Por ejemplo, en el artículo 25 de *La Declaración Universal de los Derechos Humanos de la Organización de las Naciones Unidas* se estipula que,

“Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios (...)" (ONU, 1948, pp.52).

Algunos autores como, García (2013), García y Mundó (2014), Ortiz y Viveros (2022) y Morales (2023), han interpretado este artículo para incluir el acceso a la energía como parte del derecho a un nivel de vida adecuado o de los servicios sociales necesarios. Los autores destacan que el derecho a una vivienda adecuada incluye los aspectos relativos al acceso a la energía para la preparación y conservación de alimentos, iluminación y calefacción.

Por otro lado, el *Pacto Internacional de los Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC)* reconoce el derecho a una vivienda adecuada y acceso de energía para cocinar, iluminación y calefacción. También menciona que los gastos del hogar deberían ser de un nivel que no impida ni comprometan la satisfacción de otras necesidades básicas (ONU, 1976). Mientras que, desde la sociedad civil, el artículo 1ro. de *La Declaración Universal de los Derechos Humanos Emergentes (DUHE)* reconoce “(...) el derecho de todo ser humano de disponer de agua potable, saneamiento y energía” (DUHE, 2007, p. 13).

De manera más explícita y específica, el acceso a la energía se establece como un compromiso global en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. En el Objetivo 7 se menciona la importancia de “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos” (ONU, 2023). En particular, la Meta 7.1 se refiere a garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos. Esta meta tiene dos objetivos: abatir la Pobreza Energética y promover la transición energética hacia energías más limpias (ONU, 2023; Morales, 2023).

En México, varios documentos subrayan la importancia de atender las necesidades energéticas. Por ejemplo, en el Poder Judicial de la Federación se ha reconocido el acceso y suministro público de la energía eléctrica como derecho humano para una vida digna y que está interrelacionado con otros derechos humanos (Islas y Cornelio, 2022). De igual manera, *La Ley de la Industria Eléctrica (LIE)* establece claramente que el suministro eléctrico es un servicio de interés público (Morales, 2023).

Por otro lado, *La Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios (ETPUTCL)* establece como principio la seguridad energética con el objetivo de asegurar el acceso universal de formas de energía modernas y la transición energética (Morales, 2023). Siguiendo con la transición energética, *La Ley General de Cambio Climático (LGCC)* en el tercer

artículo menciona como objetivo alcanzar al menos 35% de generación de energía eléctrica por medio de fuentes limpias y sustentables (DOF, 2012).

2.1.2. Acceso a la energía y su relación con otros Derechos Humanos

Del mismo modo, se ha subrayado la interconexión entre el acceso a la energía para el logro de otros derechos humanos. Como se puede observar en la Figura 1, el acceso a energía asequible y confiable está relacionado con otros derechos humanos y universales en mayor o menor grado. Por ejemplo, desde una perspectiva de salud pública, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha recalcado la importancia del acceso a la energía para garantizar los servicios de atención médica y mejorar la salud de las poblaciones en todo el mundo (OMS, 2021; ONU, 2021).

Figura 1.
Energía y su relación con otros Derechos Humanos



Figura 1 Elaboración propia a partir de García y Mundó (2014)

Continuando, el derecho a una vivienda digna implica el acceso a una vivienda adecuada que disponga de electricidad y gas para satisfacer las necesidades básicas de confort térmico, iluminación, seguridad y comunicación (García y Mundó, 2014). También implica el acceso a agua potable y saneamiento, que dependen de sistemas de bombeo y tratamiento que utilizan electricidad (García y Mundó, 2014; ONU, 2021; UNDP 2019).

Por otro lado, el derecho a la alimentación implica el acceso a alimentos suficientes, nutritivos y seguros, que requieren energía (como electricidad, gasolina y gas) para su producción, procesamiento, transporte, almacenamiento y preparación (García y Mundó, 2014; Jusidman-Rapoport, 2014).

Asimismo, el acceso a servicios públicos como transporte, alumbrado público y gestión de residuos utilizan diferentes tipos de energía como electricidad y gasolina (UNDP, 2019). Otro ejemplo es el derecho a la información y comunicación que implica el uso de dispositivos que requieren electricidad, como internet, radio y televisión. Por otro lado, el derecho a la cultura involucra el acceso a actividades culturales y recreativas que usan electricidad como cine, teatro, música y deporte (García y Mundó, 2014).

Finalmente, el derecho al medio ambiente implica el acceso a un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado (Ortiz y Viveros, 2022) y al acceso a fuentes de energía renovables y sostenibles que contribuyan a mitigar el cambio climático (García y Mundó, 2014).

En resumen, la energía es un factor clave para el desarrollo económico y social de un país (SENER; 2016; Keen, 2021). El acceso a la energía permite mejorar la calidad de vida de las personas y se ha reconocido a nivel internacional como un componente importante para el goce de varios derechos humanos. Dada su importancia, el Gobierno tienen como responsabilidad velar por la seguridad y el acceso universal de la energía en su territorio mediante políticas públicas (García y Mundó, 2014).

2.1.3. *El papel del Estado en el sistema energético*

El papel del Estado en el sistema energético varía según el país (Emberson et al., 2012). Sin embargo, las políticas públicas son responsabilidades intransferibles del gobierno para establecer medidas viables para garantizar el desarrollo y el bienestar de su población (Smith, 1776 y Jacaard et al., 2012). La Figura 2 presenta los componentes generales de las políticas energéticas gubernamentales:

Figura 2.

Componentes generales de las Políticas Energéticas

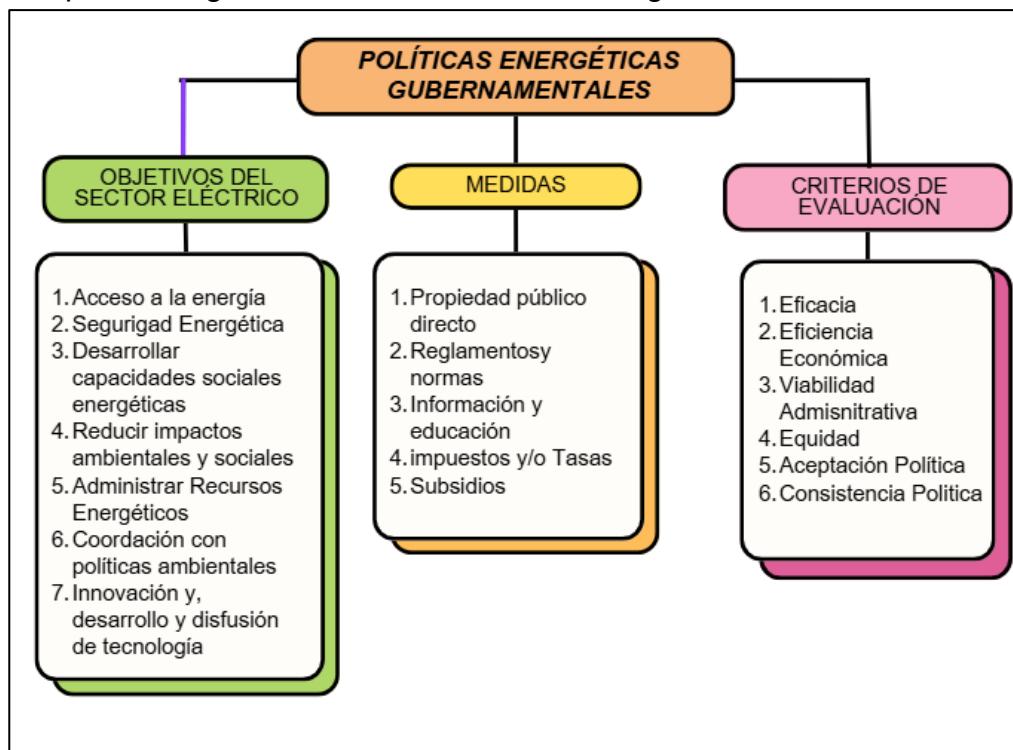


Figura 2 Elaboración Propia a partir de Jacaard et al., (2012)

Por ejemplo, existen siete preocupaciones o temas específicos del sector energético como; garantizar el acceso de energía a precios razonables. Esta es una preocupación clave de todos los gobiernos, ya que el acceso a la energía está estrechamente relacionado con los niveles de desarrollo económico y social de un país (Jacaard et al., 2012).

Como política de acceso a la energía, muchos gobiernos han optado por financiar la expansión de la red eléctrica en áreas desatendidas y proporcionar

tarifas especiales para hogares de bajos ingresos y/o en zonas rurales o agrícolas. Algunas limitantes son: requiere un alto nivel de inversión, en muchos casos la población crece a un ritmo más acelerado que la expansión de la red eléctrica. Y en otros casos, los servicios públicos y las empresas estatales se han desempeñado mal, especialmente al momento de hacer malas inversiones y ejerciendo malas prácticas de gestión como la corrupción (Jacaard et al., 2012).

La segunda meta es garantizar la seguridad energética, se refiere a garantizar el suministro ininterrumpido de energía a nivel nacional. Se pueden distinguir diferentes preocupaciones referentes a la seguridad energética: 1) riesgos sistémicos, estos son inherentes al diseño y operación de los sistemas de energía. Algunos factores que influyen son la disponibilidad de recursos, la confiabilidad de la infraestructura energética y el rápido crecimiento de la demanda de energía. 2) riesgos de recursos estratégicos, se refiere a los riesgos asociados con el control sobre los recursos energéticos y amenazas hostiles de otros países y 3) riesgos inesperados, como desastres naturales (Jacaard et al., 2012).

A nivel industria, algunos países consideran los recursos energéticos (como el petróleo y el gas natural) como bienes estratégicos que deben ser controlados y administrados directamente por el gobierno a través de servicios públicos. Por lo tanto, administrar los recursos energéticos estratégicos es un tema clave de la política energética. Asimismo, es prioritario desarrollar las capacidades energéticas sociales y reducir los impactos ambientales y sociales de las actividades del sector energético y del consumo de los bienes que producen. Finalmente, es importante coordinar las políticas nacionales con los compromisos y estándares internacionales, así como promover la innovación y la difusión de nuevas tecnologías que mejoren la eficiencia energética (Jacaard et al., 2012).

Para atender estas preocupaciones existen diferentes medidas que los gobiernos pueden implementar como; propiedad o control público directo (como es el caso de México con la Comisión Federal de Electricidad), reglamentos y normas (como las de eficiencia energética para los electrodomésticos de la CONUEE),

información y educación a la población en general (como campañas de concientización en medios de comunicación), impuestos o tasas (como el IEPS) y subsidios (como las tasas especiales en verano de la CFE) (Jacaard et al., 2012; CONUEE, 2022).

Finalmente, existen varios criterios de evaluación para identificar si las medidas son adecuadas, comenzando con la eficacia que se refiere a la capacidad de una política para lograr los objetivos previstos. La eficiencia económica es la capacidad de una política para lograr dichos objetivos con el menor costo posible para la sociedad (Jacaard et al., 2012).

También se considera la viabilidad administrativa que se refiere a evitar que las dinámicas del gobierno como ineficacia burocrática y el papeleo interfieran en la implementación de la política. Del mismo modo, es importante considerar la equidad, la cual es el efecto de una política sobre la distribución del ingreso, especialmente en los grupos desfavorecidos. Finalmente existen ciertos componentes políticos, la solidez política se refiere a la capacidad de las medidas de funcionar adecuadamente, mientras que la consistencia política se refiere a que el conjunto de medidas es coherente entre sí, funcionan adecuadamente y no entran en conflicto con otras políticas (Jacaard et al., 2012).

En la práctica, la política energética requiere que cada país y región encuentre la combinación de políticas que mejor satisfaga las particularidades, circunstancias, necesidades y prioridades nacionales (Emberson et al., 2012). Por otro lado, el acceso universal asequible y sostenible de formas modernas de energía depende de la evolución del nivel y distribución de ingresos, los procesos de urbanización y el crecimiento de la población (Jacaard, et al., 2012). Sin embargo, estas últimas dos variables no pueden abordarse ni resolverse con la política energética. En este sentido, Emberson et al., (2012) recomienda que las políticas para mejorar el acceso a la energía deben ser parte de las estrategias de reducción de la Pobreza y distribución del ingreso.

2.2. Sector Eléctrico y políticas energéticas en México

2.2.1. Sector eléctrico mexicano

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) fue creada en 1937 por el Gobierno Federal con la finalidad de organizar y dirigir el Sistema Nacional de Generación, Transmisión y Distribución de energía eléctrica, que anteriormente estaba a cargo de tres empresas privadas: *The Mexican Light and Power Company* (canadiense, también conocida como Compañía Mexicana de Luz y Fuerza) en el centro del país, *The American and Foreign Power Company* (estadounidense) en el norte y la Compañía Eléctrica de Chapala (mexicana) en occidente. Posteriormente, en 1960 el presidente Adolfo López Mateos nacionalizó la industria eléctrica. Pero no fue hasta 2009, después de la liquidación total de Luz y Fuerza del Centro, que la CFE se encargaría de brindar el servicio eléctrico a todo el país (CFE, 2023^a).

Al momento de esta investigación, el mercado eléctrico mexicano funciona bajo la estructura propuesta por la Reforma Energética (RE-2013) y opera conforme la Ley de la Industria Eléctrica y los cambios aprobados en 2021 (LIE-2021) (CFE, 2023^a). En esta sección se describe el funcionamiento de la industria eléctrica mexicana, haciendo énfasis en la generación de electricidad.

Como se puede observar en la Figura 3, en la industria eléctrica se pueden distinguir seis actividades principales: Generación, Comercialización, Transmisión, Distribución, Suministro y Venta. Del mismo modo, en cada actividad se pueden distinguir diferentes participantes; como organismos independientes y empresas públicas y privadas (CENACE, 2018^a).

Por ejemplo, la generación de electricidad proviene de diferentes plantas de energía que utilizan tecnología como hidroeléctrica, termoeléctrica, eólica, solar, geotérmica y de ciclo combinado propiedad de la CFE, de los Productores Independientes de Energía (PIE) y de las generadoras de autoabastecimiento (CFE, 2022; CFE, 2023b; CENACE, 2018a; CENACE, 2023a).

Figura 3.

Participantes en la Industria Eléctrica mexicana



Figura 3 Elaboración Propia basado en CFE, (2022); CENACE (2018a); CENACE (2023a)

Esa electricidad generada se comercializa en el Mercado Mayorista (MEC y MEM) donde los precios de la electricidad son determinados mediante subasta:

- **Mercado Eléctrico de Corto Plazo (MEC).** Se enfoca en la compraventa de energía a corto plazo para satisfacer la demanda diaria. Del mismo modo, este mercado tiene tres horizontes temporales:
 - Mercado de día de adelantado. Donde la energía se comercializa un día antes.
 - Mercado de Tiempo Real. Donde la energía se comercializa el mismo día de la generación.
 - Mercado de Hora en adelantado. Donde se comercializa una hora antes de su generación.
- **Mercado Eléctrico Mayorista (MEM).** Opera mediante subastas y contratos a largo plazo de productos como Energía, Certificados de energía Limpia, Potencia y Derechos financieros de transmisión.

- Mercado para Balance de Potencia. La potencia se refiere a la capacidad de generar o consumir energía eléctrica en un momento determinado. Este mercado tiene el objetivo de asegurar la potencia suficiente para mantener el equilibrio y la confiabilidad del SEN.
- Mercado de Certificados de Energía Limpia. Aquí se negocian los certificados de energía limpia (CEL) que acreditan la producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables o bajas en emisiones de GEI.
- Subasta de derechos financieros de transmisión (DFT). Los DFT son contratos que permiten cubrir el riesgo de variación de los precios de la electricidad o especular con dicha variación.

Aquí los generadores de energía (CFE y PIE) ofrecen sus precios y las mejores ofertas son seleccionadas para abastecer la demanda (CENACE, 2018, CENACE, 2023). Los comercializadores son intermediarios que compran energía en el MEM y la venden a los usuarios finales, como empresas privadas o públicas que buscan obtener la mejor oferta para satisfacer sus necesidades de consumo eléctrico. Sin embargo, el mayor comprador de electricidad es la CFE (CFE, 2023b).

A continuación, la energía generada se transporta a través de una red de líneas de transmisión y subestaciones que se dividen por tipo de tensión (alta o baja) a lo largo del país. Posteriormente, la energía se distribuye a los usuarios finales a través de redes de distribución locales (CFE, 2023^a). La operación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) es gestionada por el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), que coordina la generación y el consumo de energía en tiempo real para mantener el equilibrio entre la oferta y la demanda, garantizando la confiabilidad y seguridad del sistema (CENACE, 2018; SENER, 2023a). Sin embargo, la infraestructura de transmisión y distribución pertenecen a la CFE (CFE, 2023a; SENER, 2023).

Finalmente, el suministro y venta se refiere a la distribución y venta de energía eléctrica a los consumidores finales como hogares, empresas y gobierno.

Los usuarios finales cuentan con contratos de suministro y venta con empresas suministradoras de servicios calificados o básicos (CFE, 2023).

Hay dos tipos de usuarios: Usuarios de Servicio Calificado y Usuarios de Servicio Básico (CFE, 2023). Los Usuarios Calificados, son aquellas personas físicas o morales que demandan 1 megavatio (MW) o más de electricidad y están registrados en la CRE (CRE, 2023). Los usuarios calificados pueden comprar electricidad directamente en el MEM o a través de un Suministrador de Servicios Calificados, que son empresas privadas y públicas (filiales de CFE). Por otro lado, los Usuarios de Servicios Básicos son los hogares, empresas e instancias de gobierno que demandan menos de 1 MW. En México, la única empresa suministradora de servicios básicos es la CFE y ofrece diferentes planes tarifarios (CFE, 2023c).

2.2.2. *Usuarios de Servicios Básicos*

Como se mencionó en la sección anterior (2.2.1), los usuarios de Servicios Básicos son aquellos que tienen una demanda menor a 1 MW y que deben contratar los servicios de electricidad de la única suministradora, la CFE (CFE; 2023c). En la Figura 4 se puede observar la demanda de energía de electricidad de los usuarios básicos en México. Como es común, la mayor demanda proviene del sector industrial (50%-60%, azul marino). Le sigue la demanda residencial (25-30%, verde), comercial (10%, azul cielo) y en menor medida los sectores públicos y de transporte (amarillo y rosa respectivamente) (SENER, 2023b).

Figura 4.

Demanda de Electricidad por sector

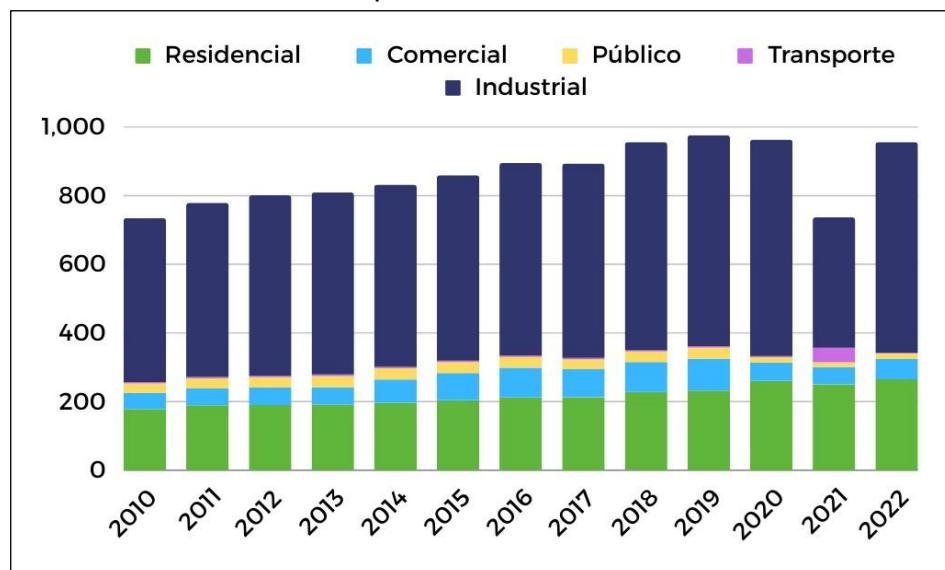


Figura 4 Elaboración propia a partir de SENER (2023b).

Se puede observar un aumento en la demanda industrial, residencial y comercial hasta 2019. Derivado de la Pandemia de COVID 2019, en este año se acelera el crecimiento de la demanda residencial, mientras que la demanda de electricidad industrial y comercial se reducen (SENER, 2023b).

Dado que, la demanda de los hogares tiene una tendencia al alza y ocupa el segundo lugar de los usuarios básicos que más demandan electricidad, representando casi el 30% de las ventas de CFE, la demanda de electricidad doméstica es un componente importante del consumo nacional (SENER, 2023; INEGI, 2018). En consecuencia, analizar su vínculo y comportamiento en respuesta a los cambios en política de México se convierte en un tema de estudio relevante.

2.2.3. Consumo doméstico

Según la primera Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares (ENCEVI), el consumo promedio mensual de electricidad por vivienda fue de 157 kWh, el cual varía según la región climática del país. Siendo la región centro la que más consume por vivienda (178 kWh), seguida por la región del norte

(169 kWh) y la región sur (121 kWh). El principal uso de la electricidad es la iluminación (23%), refrigeración (19%), entretenimiento (18%), cocción de alimentos (12%) y confort térmico (12%) (INEGI, 2018). Del mismo modo, el consumo puede variar por tipo de localidad; en las zonas urbanas mayores a 15 mil habitantes el consumo promedio es de 165 kWh, mientras que en las comunidades rurales es de 113 kWh (CONUEE, 2021).

En 2018 el 99% de las viviendas del país tenían electricidad y el 0.25% utilizaba energía solar, mientras que 1.6 millones de personas no tenían acceso al suministro eléctrico. Del mismo modo, el 72.5% de la población tenía acceso a combustibles limpios y tecnologías para cocinar, sin embargo, casi 35 millones de personas aún utilizaban leña y carbón para este fin (INEGI, 2018). En este sentido, se puede inferir que aún existen hogares en México que no pueden cubrir sus necesidades básicas energéticas, es decir, que sufren algún grado de Pobreza Energética.

2.2.4. Tarifas eléctricas de la CFE

La Comisión Reguladora de Energía (CRE) es la entidad encargada de supervisar el sector energético en México, incluyendo el establecimiento de metodologías para el cálculo y la fijación de tarifas eléctricas (CENACE, 2023). Para establecer dichas tarifas se consideran factores como costos de generación, transmisión y distribución de electricidad, así como los gastos operativos y de inversión (CRE, 2023).

Las tarifas incluyen costos variables, basados en la cantidad de energía consumida y costos fijos relativos a la infraestructura, generación, transmisión, distribución y operación que están sujetos a la ubicación geográfica. Asimismo, se pueden aplicar tarifas preferenciales o subsidios para ciertos grupos de consumidores, como hogares de bajos ingresos o sectores sensibles. Finalmente, algunos eventos como variaciones en los precios de los combustibles y cambios en las políticas gubernamentales pueden influir en las tarifas (CENACE, 2023; CRE, 2023).

Para el público en general, la CFE maneja varias tarifas eléctricas para distintos tipos de consumidores (ver ANEXO A). Por ejemplo, para los hogares mexicanos hay dos tarifas: de bajo consumo (BD) y de alto consumo (DAC) (CFE, 2023). La primera (BD) está dirigido a hogares que consumen menos de 250 kWh al mes, mientras que la DAC es para hogares que consumen más de 250 kWh (CFE, 2023c).

Del mismo modo, estas tarifas se dividen en varias fases (1, 1^a, 1B,1C) que consideran ciertos criterios. Por ejemplo, la BD considera la temperatura máxima de la localidad, siendo las tarifas más bajas para las localidades más calurosas. Mientras que la DAC considera rangos de consumo, es decir, a medida que aumenta el consumo, la tarifa por kWh también aumenta (CFE, 2023c; CENACE, 2023). En este sentido, considerando las tarifas domésticas de la CFE y el consumo promedio doméstico de la encuesta ENCEVI 2018 (157 kWh), se puede intuir que, en promedio las viviendas pagan la tarifa BD (consumidores menores a 250 kWh al mes).

Por otro lado, las tarifas dirigidas a las empresas son: 1) Tarifa de Uso General, destinado a locales de uso comercial y de servicios, 2) Tarifa Industrial dirigida empresas de transformación, 3) Tarifas para Sectores Especiales, como agrícola, público y doméstico de temporada, las cuales varían en función de los patrones de consumo estacionales y necesidades de cada sector y 4) Tarifa de grandes consumidores. Al igual que las tarifas domésticas, las tarifas para las empresas se dividen en subcategorías según el consumo y la demanda (CFE, 2023; CENACE, 2023).

2.2.5. Subsidios Eléctricos

Igualmente, es común que el Gobierno aplique subsidios al suministro eléctrico para los usuarios más vulnerables. Por ejemplo, existen subsidios nacionales destinados a los hogares más vulnerables que se aplican a todo el país, pero pueden variar por zona geográfica como el Subsidio a Usuarios Domésticos de Bajos Ingresos (SUBE) el cual es un subsidio a los hogares de bajos ingresos que consumen hasta 250

kWh al bimestre. El Subsidio a Usuarios Domésticos de Zonas Urbanas Marginadas (SUM), que ofrece subsidios a hogares en zonas urbanas marginadas que cumplen con ciertos criterios de elegibilidad y Subsidio a Usuarios Rurales (SUR) que beneficia a usuarios rurales y suburbanos en zonas de baja densidad poblacional y situación de vulnerabilidad (Sánchez et al., 2018; CFE, 2023c).

2.3. Estrategias Eléctricas en México

En los últimos dos sexenios, se han presenciado dos cambios contrastantes de estrategia eléctrica basados en dos estructuras de mercado (SENER, 2015; CAT; 2019 e Islas y Cornelio, 2022):

- **2012-2018:** Impulsar la transición energética mediante la apertura del mercado de generación y comercialización de electricidad.
- **2018-2024:** Reforzar el poder de mercado de la CFE abogando por un modelo cerrado de monopolio natural.

En este sentido, algunos autores denominan esta transición de un modelo Neoliberal al Modelo Social de Desarrollo (Islas y Cornelio, 2022). Por otro lado, desde una perspectiva de política económica, estos modelos podrían definirse como liberalismo y proteccionismo, los cuales se basan en dos estructuras de mercado diferentes: libre mercado y monopolio natural (Smith, 1776; List, 1841; Mill 1848; Hamilton, 1791). La Tabla 1 resume las acciones tomadas bajo estas estrategias.

Tabla 1.

Estrategias Energéticas en México

Sexenio /Estrategia	Año	Acciones
Sexenio: 2012-2018 Apertura del Mercado/Transición Energética (E-PIE)	2008 2012 <u>2013</u>	Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (2008) Ley General de Cambio Climático de México (2012). <u>Reforma Energética (2013) **</u>
	2015	PRODESEN (2015-2029)
	2015	Ratificación del Acuerdo de París (2015)
	2015	Ley de Transición Energética (2015)
	2015	Ratificación Objetivos de Desarrollo Sostenible (2015)
Sexenio: 2018-2024 Proteccionismo/ Monopolio Natural (E-CFE)	<u>2018</u>	<u>Plan de Desarrollo del Sistema Eléctrico (PRODESEN) (2019 - 2033) **</u>
	2018	Plan Nacional de Refinación (2018)
	2018	Suspensión de Subastas CECACE (2018)
	2020	Suspensión de Fideicomisos (2020)
	<u>2021</u>	<u>Reforma a la Ley de la Industria Eléctrica (R-LIE) (2021) **</u>

Elaboración Propia a Partir de SENER, 2015; CEPAL, 2018; CAT, 2019; SENER 2018; DOF, 2020 y DOF, 2021.

Por un lado, el cambio de estrategia hacia impulsar la transición energética y promover la participación de la industria privada (E-PIE) se puede vislumbrar desde 2008 con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (2008), el fallo de la Suprema Corte en 2011 a favor de las generadoras de autoabastecimiento para generar, abastecerse y vender los excedentes de electricidad a CFE.

En el sexenio 2012-2018 México comienza a dar pasos importantes para transformar el sistema energético con el objetivo de hacerlo más competitivo (Gobierno de la República, 2013; PRODESEN, 2015; CAT, 2019). Comenzando con la Ley General de Cambio Climático de México (2012), que establece como objetivo alcanzar al menos 35% de generación de energía eléctrica limpia para 2024 (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2012; CEPAL, 2018; SENER, 2019; Islas y Cornelio 2022).

La acción más importante fue en 2013 con la aprobación de la Reforma Energética (2013), la cual modifica la Constitución mexicana para permitir la participación de empresas privadas (DOF, 2013). Otras acciones que refuerzan la E-PIE es la Ratificación del Acuerdo de París (2015), el compromiso con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (2015) y la Ley de Transición Energética (2015), la cual adopta los compromisos internacionales de México en el Acuerdo de París (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2012; Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2015; SENER, 2015; CEPAL, 2018 y SENER, 2019).

Haciendo referencia a los compromisos internacionales, Morales (2023) argumenta que, desde un marco legal, la Meta 7 de los ODS sobre energía y sus metas más específicas están cubiertas por las principales leyes mexicanas: La Constitución Mexicana y su Reforma en 2013 y La Ley de Transición Energética (LTE). En otras palabras, se puede argumentar que la estrategia E-PIE tiene alineación y convergencia los objetivos internacionales (Ruiz-Cabañas et al., 2023).

Posteriormente, en 2018 se presenta el Plan de Desarrollo del Sistema Eléctrico (PRODESEN) (2019 - 2033) que simbolizó otro cambio en la estrategia energética nacional hacia el cierre del mercado, dando prioridad a la compañía Estatal CFE (E-CFE) (SENER, 2018; CAT, 2019). En este documento, a pesar de reconocer la importancia de reducir las emisiones de GEI y de aumentar las energías renovables, anuncia la construcción de la refinería Dos Bocas con el objetivo de aumentar la producción de gasolina y Diesel (CAT, 2019; SENER, 2018).

Del mismo modo, en diciembre de 2018, se presenta el Plan Nacional de Refinación destinado a rescatar a la industria petrolera mexicana y lograr la independencia energética (CAT, 2019). Además, ese mismo año, CENACE informa la suspensión de subastas de electricidad por fuentes renovables (CENACE, 2018b).

Después, en mayo de 2020 se anunció la suspensión indefinida de 17 proyectos de energía renovable (eólica y solar) y en noviembre de ese año se publicó en el Diario Oficial de la Federación la eliminación oficial de 109

fideicomisos, utilizados para financiar proyectos de ciencia, cultura, educación y protección de los derechos humanos, los cuales incluían proyectos de generación de electricidad (Solís, 2020; DOF, 2020; Varela y Gallelo, 2020). Finalmente, en marzo de 2021 se aprobó un decreto presidencial para reformar la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), que pretende revertir la Reforma Energética aprobada en 2013, aumentar el poder del estado en el sector y reducir las inversiones en energías renovables (DOF; 2021).

Respecto al bienestar de los hogares, y considerando que la Generación y Comercialización de electricidad forman parte de la estructura tarifaria doméstica final, estos cambios de política pueden influir en el aumento o disminución de los precios de la electricidad a nivel nacional y, por tanto, en la capacidad de los hogares para cubrir sus necesidades energéticas. A continuación, se describe a mayor detalle los cambios en política energética más relevantes en los últimos años: La Reforma Energética de 2013, PRODESEN 2019-2033 y La Reforma a la Ley de la Industria Eléctrica 2021.

2.3.1. Reforma Energética 2013 (RE-2013)

La Reforma Energética de 2013 en México (RE-2013) es un conjunto de cambios legislativos y constitucionales con el objetivo de modernizar y transformar el sector energético del país. La RE-2013 abrió el sector a la inversión privada y la competencia provocando cambios importantes en dos industrias: hidrocarburos y electricidad (Gobierno de la República, 2013). En general, los elementos clave de la RE-2013 se presentan en el ANEXO B.

La RE-2013 realizó ciertos cambios a la industria eléctrica mexicana. Por ejemplo, se modificó el artículo 27 Constitucional al permitir que el Estado celebre contratos con empresas privadas para ejecutar proyectos de infraestructura y mantenimiento, así como generar y comercializar electricidad. Mientras que el control del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), la transmisión y distribución eléctrica se mantienen exclusivas del Estado (DOF, 2013; Gobierno de la República, 2013).

Por un lado, al permitir la inversión privada en materia de generación eléctrica, se pretende aprender mejores prácticas y adoptar la tecnología de las

empresas extranjeras para reducir costos y pérdidas de energía (DOF, 2013). Además, al permitir la participación de empresas privadas generadoras de energía, se espera aumentar la generación limpia de electricidad y así, promover la transición energética con la finalidad de cumplir los acuerdos internacionales (Gobierno de la República, 2013).

Por otro lado, al permitir la comercialización de electricidad por parte de particulares, se espera que aumente la oferta y la competencia en el mercado. Al existir mayor competencia, la expectativa es que los precios se reduzcan, lo que “beneficiará al presupuesto de los hogares mexicanos” (DOF, 2013; Gobierno de la República, 2013).

Otro de los objetivos de esta Reforma es aumentar la extracción de gas natural para destinarlo a la producción de energía eléctrica, al dar acceso a empresas privadas para extraer crudo. Al aumentar el uso del gas natural para generar energía eléctrica, se pretende que los precios y las emisiones se reduzcan, ya que el gas natural es más barato y emite casi 70% menos CO₂ que el combustóleo, uno de los combustibles más utilizados en el país para producir electricidad (DOF, 2013; Gobierno de la República, 2013).

Finalmente, el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) se transformó en un organismo independiente, encargado de las actividades operativas del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) (DOF, 2013). El objetivo de esto es que un tercero imparcial administre el mercado eléctrico mayorista y garantice el acceso a todas las empresas a la red nacional de transmisión y distribución (DOF, 2013; Gobierno de la República, 2013).

Esta reforma ha sido muy controvertida, los partidarios apuntan al aumento de la inversión extranjera, la creación de nuevos puestos de trabajo y mayor competencia y eficiencia en el sector que se traduciría a precios al consumidor más bajos (Gobierno de la República, 2013). Por otro lado, sus detractores sostienen que no ha dado los beneficios esperados, abrió el camino a la privatización de los recursos nacionales y que ha debilitado la posición de Pemex y la CFE como empresas paraestatales (CFE, 2021; Islas y Cornelio 2022).

2.3.2. PRODESEN 2018-2033

En mayo de 2018 se publica el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (2018-2033) el cual es un plan estratégico a largo plazo para el sector eléctrico mexicano. El documento incluye tres temas prioritarios: el Programa Indicativo para la Instalación y Retiro de Centrales Eléctricas (PIIRCE), los Programas de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Transmisión (PAMRNT), así como el Programa de Ampliación y Modernización de las Redes Generales de Distribución (SENER, 2018). De acuerdo con el documento, se busca promover la expansión de la capacidad de generación de electricidad en el país, fomentando la diversificación de la matriz eléctrica, así como promover la digitalización y la incorporación de tecnologías inteligentes (SENER, 2018; CAT, 2019).

Para lograr el cambio en la matriz eléctrica, se plantea un mayor impulso a las fuentes renovables. Sin embargo, la inversión en capacidad adicional para la generación de electricidad se compone del 45% de tecnologías convencionales y 55% de tecnologías limpias (SENER 2018). En otras palabras, aun se planea invertir en un alto porcentaje en tecnologías contaminantes, lo que retrasa la transición energética (CAT, 2019).

Por otro lado, se describen los requerimientos para el Programa de Instalación y Retiro de Centrales Eléctricas, el objetivo de este programa es expandir la capacidad de generación para satisfacer la demanda de energía eléctrica y así cumplir con las Metas de Energías Limpias (SENER, 2018). Sin embargo, la mayoría de las plantas que se renovarán utilizan carbón (CAT, 2019).

Del mismo modo, se contempla el impulso de la infraestructura de almacenamiento de energía, con el objetivo de integrar de manera eficiente las fuentes de energía renovable intermitente y garantizar la estabilidad del sistema eléctrico. Además, se promueve la participación del sector privado en el desarrollo de proyectos de generación y transmisión de energía eléctrica, a través de licitaciones y esquemas de contratación competitivos (SENER, 2018). Esto tiene el

objetivo de fomentar la inversión en el sector y aprovechar la experiencia y el conocimiento técnico de las empresas extranjeras. Sin embargo, el mismo documento anuncia la suspensión de las licitaciones de energías renovables en diciembre de 2018 (SENER, 2018; CAT, 2019).

Además, se reconoce la importancia de fortalecer la interconexión eléctrica con los países vecinos, para promover el intercambio de energía y la integración regional. Se buscan oportunidades de intercambio comercial de electricidad (SENER, 2018).

2.3.3. Reforma a la Ley de la Industria Eléctrica (RLIE-2021)

La Ley de la Industria Eléctrica (LIE) es una ley Federal de México que establece el marco legal y regulatorio del sector eléctrico del país. Esta ley fue aprobada en 1992 y ha sido objeto de varias reformas, la última de las cuales fue en marzo de 2021. En particular, el documento reconoce el derecho humano a una vida digna con acceso a la energía, declarando a la electricidad como un área estratégica exclusiva del Estado (DOF, 2021). Del mismo modo, la RLIE-2021 busca fortalecer el papel de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), argumentando que se entregó la electricidad a las empresas extranjeras (CFE, 2022).

Entre los principales cambios se incluyen: 1) otorgar prioridad en el despacho de la energía eléctrica a la CFE sobre los generadores privados, 2) establecer reglas para el acceso y uso de la red eléctrica, que favorecen a la CFE, 3) elimina la obligación de la CFE de comprar energía eléctrica a través de subastas, lo que podría limitar la entrada de nuevos generadores privados en el mercado (DOF, 2021).

Los defensores de la reforma argumentan que protegerá los intereses de la CFE y fortalecerá la seguridad energética del país (CFE, 2022; Islas y Cornelio, 2021), mientras que sus críticos sostienen que limitará la competencia y aumentará los costos de la energía eléctrica para los consumidores (Molina, 2017).

2.4. Reformas Eléctricas y Teoría Microeconómica

2.4.1. Electricidad

Desde la perspectiva microeconómica, la electricidad es un bien necesario e indispensable para el consumidor (SENER, 2016). De acuerdo con la teoría, una característica de los bienes necesarios es que suelen ser poco responsivos a los cambios en los ingresos y a cambios en los precios, es decir que tienen demanda inelástica (Thomas y Maurice, 2015; Mankiw, 2017).

También, es posible considerar las preferencias del consumidor ante el gasto de electricidad desde una perspectiva de demanda cuasi lineal, ya que se puede esperar que el consumo eléctrico por hogar tenga un límite determinado en gran parte por las características sociodemográficas del hogar y características de la vivienda como tamaño y capacidad instalada. En este sentido, si el precio disminuye, el consumo de electricidad aumentará hasta cierto punto. Si el precio disminuye aún más, la demanda de electricidad se mantendrá constante y el consumidor destinará su ingreso extra al consumo de otros bienes (Thomas y Maurice, 2015; Mankiw, 2017).

Continuando con el análisis, la electricidad no tiene sustitutos cercanos, pero es un producto complementario para muchos bienes. Por ejemplo, los electrodomésticos (lavadora, horno, refrigerador, etc.) y otros aparatos eléctricos de uso cotidiano (celular, computadora, impresora, etc.), requieren electricidad para funcionar. De acuerdo con la teoría microeconómica, cuando uno de los bienes complementarios baja de precio, la demanda de ambos aumentará. De modo que, se espera que la demanda tanto de los electrodomésticos como de la electricidad aumenten si los precios de la electricidad bajan (Thomas y Maurice, 2015; Mankiw, 2017).

2.4.2. E-PIE, Libre mercado

De acuerdo con la teoría microeconómica, la oferta, la demanda y por tanto el punto de equilibrio cambian si se incorpora una nueva empresa al mercado. Desde la perspectiva mexicana, antes de la RE-2013, el mercado de electricidad era un monopolio natural de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) (Gobierno de la

República, 2013). La microeconomía indica que al entrar una nueva empresa la demanda de la empresa monopolista se tornaría más elástica, la producción de equilibrio aumentaría y el precio de equilibrio se reduciría (Thomas y Maurice, 2015; Mankiw, 2017). Sin embargo, al ser un bien necesario e inelástico, se espera que los cambios en el precio no modifiquen mucho la demanda. Entonces, si la RE-2013 fue efectiva en reducir el precio de electricidad, se espera que el gasto de electricidad disminuya ligeramente.

Pese a esto, existen argumentos en contra de liberalizar industrias como la energética. Por ejemplo, de acuerdo con el Grupo de Rio (2007) de expertos en Pobreza, la apertura del mercado a industrias extranjeras provoca la pérdida de la industria nacional, el cierre de empresas locales y pérdidas de empleo, desigualdad y Pobreza ya que favorece a los más ricos. Reduce el bienestar social, al no garantizar el acceso universal a los bienes públicos o a los derechos humanos básicos. Del mismo modo, el libre comercio limita la autonomía de los países, ya que se deben someter a reglas y presiones internacionales de las ONGs y las corporaciones multinacionales, que defienden sus propios intereses (Grupo de Rio; 2007).

2.4.3. E-CFE, Monopolio Natural

La política económica proteccionista se basa en un modelo económico cerrado, que busca proteger la industria nacional y los empleos locales mediante la imposición de las barreras del mercado para limitar la entrada de empresas extranjeras. Estas barreras pueden ser aranceles, cuotas y regulaciones técnicas, por lo que el monopolio del Estado generalmente está sustentado bajo la ley. En otras palabras, es un monopolio jurídico. Algunos autores como Hamilton (1791) y List (1841), defendían el interés nacional por encima del interés individual y argumentaban que los países debían proteger sus industrias nacionales hasta que alcancen un nivel suficiente para enfrentar el mercado internacional.

Además, en microeconomía también se reconoce el caso de industrias donde una sola empresa puede satisfacer toda la demanda del mercado a un costo menor, denominado Monopolio Natural (Smith 1776; Mankiw, 2017). Este tipo de mercado

suele ocurrir debido a las características económicas y técnicas de la industria, como economías de escala y los altos costos fijos involucrados para la producción y distribución. Se considera como una excepción a la regla general de que la competencia es beneficiosa en la economía y la intervención del Estado es perjudicial (Thomas y Maurice, 2015; Mankiw, 2017). Ejemplos comunes de monopolio natural son: servicios de agua y saneamiento, electricidad, telecomunicaciones, transporte público y correos (Mankiw, 2017).

Desde la perspectiva del productor, la empresa puede fijar el precio que maximiza sus beneficios, sin tener en cuenta el costo marginal y aprovechando las economías de escala, al mismo tiempo que se evita la duplicación innecesaria de infraestructura y uso de recursos (Grupo de Río, 2007). Sin embargo, también implica una menor innovación al no tener incentivos para ofrecer mejores productos y servicios ya que no tienen que competir con otras empresas, lo que puede llevar a producir ineficientemente (Thomas y Maurice, 2015; Mankiw, 2017).

Desde la perspectiva del consumidor, el monopolio natural puede ofrecer un servicio uniforme, estable y accesible, contribuyendo al desarrollo del bienestar social al proveer a todos los consumidores servicios esenciales (Grupo de Río, 2007). No obstante, puede implicar una menor calidad y variedad de los productos ofrecidos a un mayor precio (Thomas y Maurice, 2015; Mankiw, 2017), y generar desigualdad y abuso de poder (Grupo de Río, 2007).

2.4.4. *Situación actual: Generación de Electricidad en México*

En esta sección se presenta a detalle la situación actual de la generación de electricidad en México. En la generación de electricidad se pueden distinguir varios productores: la CFE, los Productores Independientes de Energía (PIE) y los productores de autoabastecimiento (CENACE, 2018). En cuanto a los Productores Independientes de Energía (PIE), éstas son empresas privadas, nacionales o internacionales que invierten en la construcción, operación y mantenimiento de instalaciones de generación de energía eléctrica. Por otro lado, los productores de autoabastecimiento, como su nombre lo indica, consumen la energía que producen y no participan en el Mercado Mayorista (Molina, 2017). Los generadores (CFE y

PIE) pueden comercializar su energía en dos mercados; Mercado Eléctrico de Corto Plazo (MEC) y Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) (CENACE, 2018; CENACE 2023b).

En el ANEXO C se muestran las plantas generadoras de energía por tipo de propietario y tecnología. Actualmente existen 261 plantas generadoras de electricidad 159 propiedad de la CFE, que utilizan distintas tecnologías como: ciclo combinado (20), termoeléctrica (20), turbo gas (42) hidroeléctrica (62), carboeléctrica (3), combustión interna (5), nucleoeléctrica (1), geo termoeléctrica (1), eólica (1) y solar fotovoltaica (2) (CMIC, 2020; CFE, 2023; SENER, 2023b).

Por otro lado, hay aproximadamente 48 centrales eléctricas privadas que utilizan tecnología hidroeléctrica (2), térmica convencional (2), ciclo combinado (13), turbo gas (3), eólica (12), FV-solar (15) y lecho fluidizado (1) (CMIC, 2020; SENER, 2023). Finalmente, existe un total de 74 centrales eléctricas donde colabora la CFE y los Productores Independientes de Energía; 37 de ciclo combinado, 16 de termoeléctrica convencional, 3 carboeléctricas, 1 nucleoeléctrica, 2 de turbo gas, 1 de cogeneración y 14 hidroeléctricas (CMIC, 2020; SENER, 2023b).

Estas centrales eléctricas utilizan ciertos tipos de combustible para generar electricidad, en la Figura 5 se presenta un resumen gráfico de la generación de electricidad en México. Por ejemplo, en el Panel A se muestra la generación bruta de electricidad en Mega watts por tipo de tecnología. A lo largo de los años observados, las tecnologías más utilizadas para la generación de electricidad son: termoeléctrica (azul cielo), ciclo combinado (morado y violeta), carboeléctrica (naranja) e hidroeléctrica (amarillo). Cabe destacar que, en la generación por ciclo combinado, las centrales propiedad de PIE contribuyen en mayor medida a la generación de electricidad comparado con las centrales de la CFE. Asimismo, es importante destacar que la tecnología hidroeléctrica es la tecnología limpia que contribuye en mayor medida a la generación de electricidad nacional, mientras que la generación por medio de tecnología eólica o fotovoltaica contribuye a un pequeño porcentaje (CENACE, 2023).

Figura 5.
Generación de Electricidad México



Figura 5 Elaboración propia a partir de CENACE (2023c); BM, (2023); SENER (2023a); SENER (2023b)

En la Figura 5, Panel B se presenta la matriz de combustibles (SENER, 2023a). Como se puede observar, el gas natural (azul) es el combustible más utilizado para la generación de electricidad, seguido por el carbón (amarillo) y combustóleo (rosa). Entre 2012-2016 se puede distinguir un aumento en el uso de gas natural. Mientras que, durante 2016-2018 se observa un dramático incremento y posterior declive en el uso del Diesel (verde). Finalmente, durante 2020-2022 se detona un aumento importante en el consumo de gas natural y un aumento ligero en consumo de combustóleo. En resumen, la Figura 5, Panel B otorga evidencia de un cambio en la matriz energética hacia la utilización de gas natural conforme a lo establecido en la RE-2013.

Continuando, en la Figura 5, Panel C se muestra la inversión en proyectos de energía con participación privada en México de 2010-2021. La inversión abarca los proyectos de infraestructura en energía (transmisión, distribución, operación y gestión de electricidad y gas natural) que llegaron a un cierre financiero y que prestan servicio al público directa o indirectamente (BM, 2023). Como se puede observar, existe un cambio de tendencia evidente; en el periodo de 2014-2017 se observa una tendencia general de la inversión al alza, por otro lado, 2017-2021 se denota un cambio de tendencia a la baja. Este cambio se podría relacionar con el anuncio de los candidatos presidenciales para el sexenio 2018-2024.

Con respecto a la entrada de nuevas empresas al mercado, en la Figura 5, Panel D, se presenta el número de empresas generadoras de electricidad en México (CENACE, 2023c). Como se puede observar, el número de empresas participantes en la actividad de generación comienza a crecer en 2015, cuando solo había cuatro participantes. Se puede notar una aceleración muy pronunciada a partir de 2019 hasta alcanzar los 117 generadores (amarillo), de los cuales 9 son filiales de la CFE (azul) y 105 son PIE (verde) (CENACE, 2023c). Sin embargo, a partir de 2021 la cantidad de participantes se mantiene estable, es decir, que no entran nuevas empresas al mercado. En resumen, los paneles C y D de la Figura 5, otorgan

evidencia sobre una reducción en la participación de las empresas privadas en actividades como la Generación de electricidad en los últimos años.

2.4.5. Revisión de la literatura: Demanda de Energía y Políticas Energéticas en México

Se encontraron estudios que modelan la demanda de electricidad en México. Por ejemplo, Galindo (2005) utiliza un modelo de cointegración Johansen y pruebas de razón de verosimilitud para estimar la demanda de diferentes energéticos con datos de México entre 1965-2001. Concluye que la demanda de energía en México a corto plazo es impulsada fundamentalmente por los ingresos y los precios relativos en todos los sectores de la economía.

Morales y Luyando, (2014) estudian los determinantes del consumo de electricidad residencial en Monterrey con una función de demanda Cobb-Douglas. Encontraron que el ingreso, el número de habitantes y el clima (medido por la temperatura promedio) son las principales variables que explican el consumo de electricidad. Por otro lado, Chatellier y Mcneil (2020) analizan la demanda de electricidad en los edificios no residenciales, concluyen que los edificios (residenciales y no residenciales) son los consumidores más grandes de México y, en particular, la demanda de los edificios no residenciales es tres veces mayor que los reportados en los datos oficiales.

También, hay artículos que analizan los efectos de la RE-2013 en México. Por ejemplo, utilizando un modelo vectorial autorregresivo (VAR), Álvarez y Valencia, (2016) analizan el impacto de los precios de electricidad en el sector manufacturero y Ortiz-Velázquez et al., (2016) analizan la demanda de electricidad en el Estado de México. Moshiri y Martínez, (2018) y Ramírez et al., (2021) estudian el impacto de la RE-2013 de México en el bienestar del consumidor utilizando el modelo SURE para estimar el sistema ideal de demanda (QUAIDS) con datos de consumo de gasolina y otros combustibles obtenidos de ENIGH. Ambos consideran que eliminar los subsidios tiene un efecto negativo en el bienestar. Cabe destacar que solo Ramírez et al., (2021) utiliza un contrafactual temporal.

En resumen, los cambios de política energética en los últimos años en México han discutido la participación de los PIE en el mercado eléctrico y sus efectos en las tarifas finales de consumo y el bienestar de la población, el cual es un componente clave del interés nacional. Para explorar cómo se pueden evaluar estos cambios de política, en las siguientes dos secciones se presentan la fundamentación teórica de las dos dimensiones de análisis de esta investigación: Economía del bienestar y Análisis de impacto de políticas públicas.

III. Marco Teórico

3.1. Economía del Bienestar

La relación entre el acceso a la energía y las políticas energéticas se puede abordar desde la Economía del Bienestar, la cual es una rama de la economía que estudia cómo se puede mejorar el bienestar social mediante la intervención del Estado en el mercado (Pigou, 1920; Yew-Kwang Ng, 1979). Se enfoca en la distribución de los recursos y la eficiencia económica, y cómo estos factores interactúan con el bienestar general de una sociedad (Johansson, 1991).

Este campo de estudio es utilizado por los responsables de políticas públicas y economistas para evaluar el impacto de las intervenciones gubernamentales (Yew-Kwang Ng, 1979) y diseñar medidas que puedan promover el bienestar social y la eficiencia económica (Porto, 1989; Johansson, 1991). En esta sección, se desarrolla a profundidad las bases teóricas de este campo del conocimiento, así como los conceptos clave de Bienestar y Pobreza Energética.

3.1.1. *Bases teóricas de la Economía del Bienestar*

Desde una perspectiva generalizada, la base teórica de la Economía del Bienestar es la teoría microeconómica del consumidor, que a su vez cuenta con bases teóricas clásicas como la Teoría del Libre Mercado (o teoría de la mano invisible) de Smith (1776), y bases teóricas neoclásicas como la Teoría de la Utilidad y la Teoría Marginalista (Marshall, 1890). La Tabla 2 resume las bases teóricas y los conceptos más relevantes que adopta la Economía del Bienestar.

Tabla 2.
Bases Teóricas de la Economía del Bienestar

Teoría	Nombre	Concepto	Descripción	Autor
Clásica	Teoría del Libre Mercado (Teoría de oferta y demanda)	Mano invisible	El libre mercado se autorregula conforme las decisiones egoístas de los productores y consumidores.	Smith (1776)
		Intervención del Estado	Papel limitado del Estado en la regulación del mercado.	Smith (1776)
		Libre mercado	El libre mercado promueve: bienestar público, innovación y productividad.	Smith (1776)
		Eficiencia Económica	Maximizar la producción y la asignación de recursos.	Smith (1776); Pareto (1906)
Ley de la demanda	Relación demanda-precio	La demanda de un bien está inversamente relacionada con su precio.	Smith (1776); Cournot (1838); Cournot (1863); Marshall (1892)	Smith (1776); Cournot (1838); Cournot (1863); Marshall (1892)
Neoclásica	Teoría de la Utilidad	Utilidad	Satisfacción que una persona obtiene del consumo de bienes y servicios	Dupuit (1844); Jevons, (1871); Marshall (1892)
	Teoría Marginalista	Utilidad Marginal	Satisfacción que obtiene un individuo al consumir una unidad más de un bien.	Dupuit (1844); Marshall (1892)
		Elasticidad ingreso de la demanda	El coeficiente de la elasticidad-ingreso indica el grado de	Marshall (1892)

		relación entre la variación del ingreso y la variación de la cantidad demandada
Elasticidad-precio de la Demanda	El coeficiente de la elasticidad-precio indica el grado de relación entre la variación del precio y la cantidad demandada	Marshall (1892)

Elaboración Propia

Comenzando con la teoría clásica del Libre Mercado propuesta por Adam Smith en 1776, el autor utiliza la metáfora de “La mano invisible” que señala a la economía de mercado como una herramienta con capacidad de autorregularse y de alcanzar el bienestar social máximo mientras se busca el propio interés. En otras palabras, el libre mercado se autorregula conforme las decisiones egoístas de los productores y consumidores.

Dada la autorregulación del libre mercado, Smith (1776) argumentaba que el papel del Estado debería ser limitado, ya que cuando los individuos son libres de perseguir su interés, son guiados por la “mano invisible” que promueve la eficiencia económica, es decir, asignación óptima de recursos y el bien público (O’Brien, 1989; Johansson, 1991 y Landreth y Colander, 2006).

En cuanto a las teorías y conceptos neoclásicos utilizados en la Economía del Bienestar destacan la Teoría de Utilidad y la Teoría Marginalista. La teoría de la utilidad mide el valor en referencia a la satisfacción que una persona obtiene del consumo de bienes y servicios (Dupuit 1844, Jevons, 1871; Marshall, 1892). Este concepto es diferente a la definición de valor de los clásicos que consideran que el valor está determinado por el costo de los factores de producción (tierra, trabajo y capital) (O’Brien, 1989; Landreth y Colander, 2006).

Por otro lado, la teoría marginalista define la utilidad marginal como la satisfacción que obtiene un individuo al consumir una unidad más de un bien, la cual es decreciente (Dupuit, 1844; Marshall, 1892). Esta marginalidad ayuda a

comprender los conceptos de elasticidad ingreso de la demanda y elasticidad precio de la demanda (O'Brien, 1989; Landreth y Colander, 2006). La primera indica el grado de relación entre la variación del ingreso y la variación de la demanda de un bien específico, mientras que la segunda indica la relación entre la variación del precio y la demanda de un bien (Thomas y Maurice, 2015; Krugman et al., 2015; Mankiw, 2017).

En esencia, la Economía del Bienestar se ocupa de maximizar la utilidad social (Yew-Kwang Ng, 1979; Johansson, 1991). Esto incluye considerar cómo asignar recursos y distribuir bienes y servicios para satisfacer mejor las necesidades de la población. Examina los efectos de las políticas gubernamentales como impuestos, subsidios, programas de bienestar social, etc. (Johansson, 1991). Del mismo modo, también implica analizar el impacto de las fallas del mercado, las externalidades y otros factores que pueden distorsionar el funcionamiento eficiente de los mercados y conducir a resultados subóptimos (Pigou, 1920).

Bienestar.

En la literatura se pueden encontrar diferentes definiciones de bienestar. Por ejemplo, Adam Smith relaciona el bienestar con la capacidad de las personas para satisfacer sus necesidades a través del trabajo y la producción. En particular menciona que el bienestar de la nación, o la felicidad de las personas que la componen, “es el fin de todos los sistemas políticos y económicos” (Smith, 1776).

Por otro lado, Walras define bienestar como la satisfacción de las necesidades humanas, tanto materiales, psicológicas y sociales (Walras, 1874). Mientras que Pareto se enfocó en definir el punto óptimo de bienestar, el óptimo de Pareto describe una situación económica donde “no es posible mejorar la situación de una persona sin empeorar la situación de otra” (Pareto, 1909, p. 193).

Posteriormente, Pigou (1920) define el bienestar como “la suma de satisfacciones obtenidas por los miembros de la sociedad” (p.09). Al contrario de Smith (1776), Pigou (1920) está a favor de la intervención del Estado para corregir externalidades o fallas de mercado. Mientras que Arrow (1951) sigue la línea

marginalista y define el bienestar como una medida de felicidad que se deriva del consumo de un conjunto de bienes y servicios por un individuo o sociedad. El autor argumenta que la satisfacción de las preferencias individuales es un objetivo importante de la sociedad, sin embargo, esta satisfacción individual no siempre conduce a la maximización del bienestar social.

En contraste, hay autores que argumentan que el bienestar es un concepto multidimensional que va más allá de los ingresos y la riqueza material (Sen, 1985; Stiglitz, 2012) y consideran la capacidad de elección y la libertad de mercado como clave para el bienestar (Friedman, 1962; Sen, 1985; 1999; Grupo de Rio, 2007). Por ejemplo, para Sen el bienestar se refiere a la capacidad de las personas para llevar la vida que valoran y tienen razones para valorar. Él argumenta que la libertad de las personas de elegir es esencial para su bienestar (Sen, 1985; 1999). Para Stiglitz (2012), el bienestar es un concepto amplio que incluye, ingresos, salud, educación, seguridad e igualdad de oportunidades.

En economía se utilizan varios indicadores para medir el bienestar como PIB per cápita, desempleo, nivel de consumo, Índice de Desarrollo Humano (IDH), Índice de Pobreza, Índice de Desigualdad (GINI) y bienestar subjetivo como felicidad y relaciones sociales (Yew-Kwang Ng, 1979).

Bienestar en los hogares.

En economía, el bienestar en el hogar se refiere a la calidad de vida de las personas y las familias dentro de sus hogares. Incluye factores como el acceso a necesidades básicas: alimentos, refugio y atención médica, así como la capacidad de participar en la sociedad y perseguir objetivos y aspiraciones personales (McGregor, 2020). Se mide utilizando varios indicadores como; nivel de ingresos, educación, acceso a atención médica y servicios sociales, así como disponibilidad de viviendas asequibles (Duarte y Jiménez, 2007; Deaton, 2015; Kihm y McGregor, 2020). Estos indicadores ayudan a conocer en qué medida los hogares pueden satisfacer sus necesidades básicas y participar en la sociedad en general. Asimismo, el bienestar del hogar puede verse influenciado por múltiples factores como: condiciones económicas, políticas gubernamentales, normas sociales y

prácticas culturales. (Duarte y Jiménez, 2007; Kihm y MacGregor, 2020). En este sentido, el Estado desempeña un papel fundamental para garantizar el bienestar de los hogares.

3.1.2. Pobreza Energética (PE): conceptos clave

La Pobreza Energética (PE) es un concepto introducido en la década de 1980 en Inglaterra a consecuencia de la crisis energética de 1973 y fue reconocido por la Agencia internacional de Energía (IEA) a principios de la década del 2000 (Kahanna et al., 2019). De manera resumida, se define como la incapacidad de los hogares para satisfacer sus necesidades energéticas (IEA, 2010) y está ligado a una combinación de factores (González-Euguino, 2015; Faiella y Lavecchia, 2019).

Romero et al., (2014) hacen la distinción de la Pobreza Energética entre países desarrollados y en desarrollo. Los autores indican que, para los países desarrollados, la Pobreza Energética se puede definir como “(...) la dificultad o incapacidad de mantener en la vivienda condiciones adecuadas de temperatura, así como de disponer de otros energéticos esenciales a un precio justo” (p.10). Mientras que para países en desarrollo es tanto la dificultad de cubrir los costos de energéticos, como de no acceder a niveles básicos de suministro de energéticos con formas avanzadas de energía.

En la literatura, existe un consenso de que la Pobreza Energética es una problemática multidimensional, que tiene diferentes causas y efectos que pueden medirse desde diferentes perspectivas (Yew-Kwang, 1979; IEA, 2010; Sovacool, 2012; Romero et al., 2014; González-Euguino, 2015; Faiella y Lavecchia, 2019; Furszyfer Del Rio y Sovacool, 2023; entre otros). Según García, (2013), la Pobreza Energética es un fenómeno real que afecta la calidad de vida de la población y que, debido a sus implicaciones económicas, sociales y ambientales, requiere abordarse de manera científica. En esta sección, se desarrolla a profundidad el concepto de Pobreza Energética, partiendo de las bases teóricas y metodológicas, la desagregación del concepto y la definición de necesidades energéticas básicas, los indicadores más utilizados, así como una revisión de la literatura reciente.

Bases teóricas y metodológicas: de la Pobreza General a la Pobreza Energética.

Como se mencionó en la sección 3.1.2, el índice de Pobreza es un indicador ampliamente utilizado para medir el bienestar de una población y se considera como la base teórica y metodológica de la Pobreza Energética. El estudio, medición y análisis de la Pobreza ha sido un tema relevante en ciencia desde la época de 1880 (Grupo de Río, 2007). Por lo regular, la Pobreza se define como la falta de recursos económicos, sociales y materiales necesarios para llevar una vida digna y saludable. En otras palabras y de manera muy generalizada, es una condición que disminuye el bienestar (Pigou, 1920).

La Pobreza puede manifestarse de diversas maneras, puede ser absoluta o relativa, y se deben considerar el contexto y los estándares de vida de la sociedad. Pobreza Absoluta se refiere a la falta de recursos básicos esenciales para la supervivencia, como alimentos, vivienda adecuada, atención médica y educación. Por otro lado, Pobreza Relativa se relaciona con la falta de acceso a los niveles de vida y oportunidades que se consideran normales de una sociedad en particular (Grupo de Río, 2007).

Asimismo, la Pobreza es un tema importante en el ámbito de los derechos humanos. Se pueden identificar varios documentos y acuerdos internacionales que hacen referencia a esta problemática. Por ejemplo, en la *Declaración Universal de los Derechos Humanos* (ONU, 1948) y en el *Pacto Internacional de los Derechos Económicos Sociales y Culturales* (PIDESC, 1966), se hace énfasis en que “toda persona tiene el derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure (...) la salud y bienestar”. Por otro lado, en los *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)* se incluye como Objetivo 1 “Poner fin a la Pobreza en todas sus formas en todo el mundo” (ONU, 2015).

Es común que los países y organismos internacionales definan y midan la Pobreza en términos de ingreso, comparado este con el umbral definido como Línea de Pobreza (Grupo de Río, 2007). Este indicador cuantitativo y enfocado en definir

“las necesidades mínimas” fue desarrollado originalmente en el campo de la nutrición especialmente en Estados Unidos, Alemania e Inglaterra (Rowntree, 1901, 1918; Orshansky, 1963; Grupo de Río, 2007).

Por ejemplo, Rowntree (1901) define un hogar pobre cuando sus ingresos no alcanzan a cubrir una serie de satisfactores básicos que son necesarios para mantener la eficiencia física de las personas. Posteriormente, en Estados Unidos el concepto de canasta básica y Línea de Pobreza como una medida estandarizada se presentó por Orshansky, (1963) del Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Esta medida de Pobreza se basa en el costo de una dieta nutricional adecuada y la canasta de bienes alimenticios oficiales propuesta en el mismo documento. La Línea de Pobreza se apoyó en la idea de que, si una familia gastaba una proporción significativamente mayor de sus ingresos en alimentos que el promedio típico de las familias estadounidenses, se consideraría que el hogar vive en Pobreza (Orshansky, 1963;1965).

En 1985, el Banco Mundial adoptó la Línea de Pobreza de \$1 USD (18.12 MXN con tipo de cambio de septiembre de 2023) al día para los países en vías de desarrollo, la cual se actualiza periódicamente (Grupo de Río, 2007). Posteriormente, en la *Declaración de Copenhague sobre el Desarrollo Social* de 1995 se logró un consenso entre 117 países de combatir la Pobreza y emitir informes con regularidad sobre el grado de la problemática en sus territorios utilizando las medidas de pobreza absoluta y total (ONU, 1995; Grupo de Río, 2007). La Línea de Pobreza utilizada en el presente es de 2.15 USD de 2017 (36.24 MXN) (BM, 2022).

A pesar de que la Línea de Pobreza es un indicador estandarizado a nivel internacional, que permite la comparación de los niveles de Pobreza por ingresos entre países, no se puede ignorar que esta problemática va más allá de las cuestiones económicas (Sen, 1985;1999; Grupo de Río, 2007; CONEVAL, 2023^a). El Grupo de Río argumenta que no es suficiente describir la Pobreza como una condición aplicable a aquellos cuyo ingreso disponible es bajo con relación al de

otros, ya que se falla en la distinción conceptual entre la Pobreza y Desigualdad (Grupo de Río, 2007).

En este sentido, la Pobreza se puede entender como una condición que abarca no sólo aquellos que son víctimas de la mala distribución de recursos, si no aquellos cuyos recursos no les permiten el goce de derechos considerados fundamentales, así como el cumplimiento de las elaboradas demandas y costumbres sociales (Merino, 2023; CONEVAL, 2022). Definir la Pobreza de manera multidimensional tiene como ventaja ofrecer información útil al gobierno y a la sociedad sobre las acciones requeridas para combatir esta condición con mayor efectividad (Grupo de Río, 2007; Merino, 2023).

Por ejemplo, Sen, (1985;1999) menciona que la Pobreza no debe medirse únicamente en términos de ingresos o recursos materiales, sino que debe considerarse como la privación de capacidades y libertades fundamentales. En su enfoque, la Pobreza se define como la incapacidad para llevar la vida que se desea debido a la falta de oportunidades y recursos básicos. Él argumenta que la Pobreza limita el acceso a las oportunidades económicas, sociales y políticas, así como a los derechos humanos y a la dignidad. Finalmente, El Grupo de Rio de expertos en Pobreza la define como una situación donde:

“(...) Las personas carecen o se les niega el ingreso y otros recursos, incluido el uso y recepción de bienes y servicios en especies equivalentes al ingreso, para lograr las condiciones de vida – es decir, las dietas, bienes materiales, infraestructura, estándares y servicios – que los habiliten para desempeñar los roles, participar en las relaciones y seguir el comportamiento usual que se demanda de ellos en virtud de pertenecer a la sociedad (...)” (Grupo de Río, 2007).

Medición de la Pobreza en México.

El caso mexicano es novedoso, ya que fue el primer país en establecer un marco normativo oficial que reconoce la naturaleza multidimensional de la pobreza (CONEVAL, 2019). Bajo la Ley General de Desarrollo Social (LGDS), el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) es el

encargado de establecer los lineamientos y criterios para la definición, identificación y medición de la Pobreza, así como la evaluación de políticas y programas de desarrollo social (Cámara de Diputados, 2014, art. 81).

Esta medición ofrece una visión más completa de la situación de los habitantes al considerar no solo sus ingresos sino también su acceso a derechos sociales básicos según su contexto territorial (CONEVAL, 2019). Su enfoque, que supera la perspectiva unidimensional tradicional, permite identificar de manera más precisa las múltiples carencias que enfrentan los mexicanos en situación de Pobreza y, por ende, permite diseñar políticas públicas más efectivas y focalizadas (Grupo de Río, 2007). Según CONEVAL (2019), esta metodología constituye un eslabón más en el esfuerzo de promover:

“Una sociedad que, a través de leyes como la LGDS, reconoce la existencia de un vínculo social contractual que garantiza el acceso de toda población al desarrollo social y humano que ésta es capaz de generar, es un avance indispensable para que derechos sociales y el bienestar, ambos asociados al principio universal e inalienable de libertad individual comiencen a ser condiciones reales de existencia y no solo una aspiración social” (p. 74).

La medición oficial de la Pobreza en México combina los dos tipos de indicadores: Línea de Pobreza e indicadores de privaciones sociales que se organizan en varias dimensiones como: 1) rezago educativo; 2) acceso a servicios de salud; 3) acceso a seguridad social; 4) calidad y espacios de vivienda; 5) acceso a servicios básicos en la vivienda y 6) acceso a alimentación. Finalmente, de manera separada se considera el contexto territorial con dos indicadores: grado de cohesión social y grado de accesibilidad a carretera pavimentada (Grupo de Río, 2007; CONEVAL, 2009; 2023).

En cuanto a la línea de pobreza, además de la línea de pobreza internacional, México cuenta con otros cuatro umbrales de pobreza denominados “Líneas del Bienestar”, el cual se distingue entre pobreza moderada y pobreza extrema, es

diferente para las zonas urbanas y rurales y se actualiza de manera mensual (CONEVAL, 2023). En la Tabla 3 se puede observar que la línea internacional definida en 2017 de 2.15 USD, representa 1,214 MXN al mes (con un tipo de cambio de 18.12 MXN por 1 USD), mientras que las líneas de bienestar de Pobreza extrema, definidas por el CONEVAL en septiembre de 2023 son más elevadas que la línea internacional; 2,243 MXN para las zonas urbanas y 1,721 MXN para las zonas rurales (Morales, 2023; CONEVAL, 2023).

Tabla 3.

Líneas de Pobreza

Línea de Pobreza extrema por ingresos (2017, 2023)	MXN mensuales de 2023
ONU	
Internacional (\$2.15 USD al día)	\$1,214.00
CONEVAL	
Urbano	\$2,243.12
Rural	\$1,721.14

Elaboración Propia a partir de ONU (2022), BM (2023) y CONEVAL (2023).

En este sentido, CONEVAL establece que las personas en Pobreza Multidimensional son aquellas cuyo ingreso es inferior a la línea de bienestar y presenta carencia en al menos una de las seis dimensiones consideradas. A su vez, el CONEVAL divide la Pobreza en dos tipos: Pobreza Extrema que se refiere a los hogares que presentan carencias en al menos tres de las dimensiones indicadas y tienen un ingreso inferior a la línea de bienestar extrema. Pobreza Moderada, son los hogares que tienen una o dos carencias en las dimensiones y su ingreso es inferior a la línea de bienestar moderada (CONEVAL, 2023).

De igual manera, esta metodología también permite identificar a los hogares vulnerables. El organismo define como Vulnerable por carencias sociales aquellas personas que tienen una o dos carencias, pero se encuentran por arriba de la línea de bienestar y Vulnerable por ingresos aquellas que no tienen carencias, pero se encuentran por debajo de la línea de bienestar (CONEVAL, 2023).

Situación de Pobreza en México.

En la Figura 6, se presenta el porcentaje de la población considerada como pobre en México entre 2010-2022. Por ejemplo, de acuerdo con la definición del CONEVAL en 2010 el 46.1% de la población mexicana se encontraba en situación de Pobreza moderada (morado), mientras que en 2022 el 36.3% sufría de esta condición. Por otro lado, la Pobreza extrema (azul rey) fue de 11.3% en 2010 y 7.1% en 2022.

Figura 6.

Tipos de Pobreza en México (% Población)

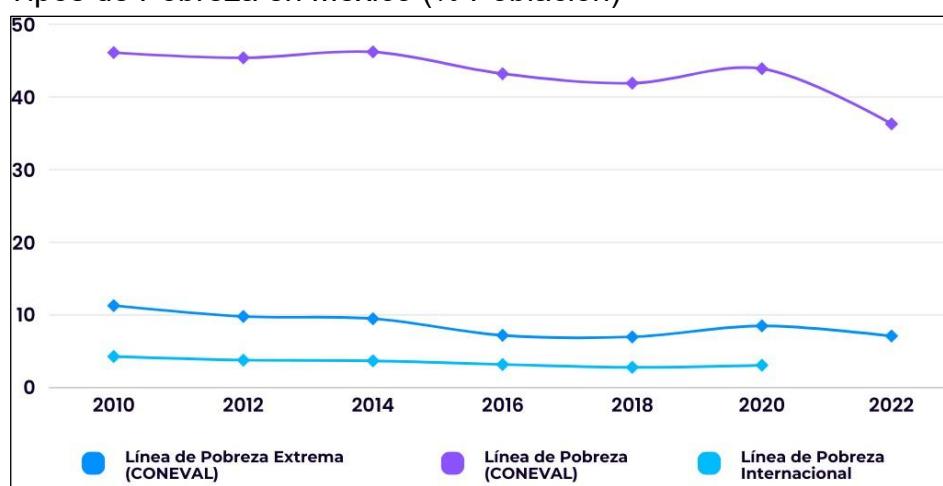


Figura 6 Elaboración propia a partir de CONEVAL (2016); CONEVAL (2023c) y Banco Mundial (2023)

En cuanto a la línea azul cielo que representa la Pobreza extrema de acuerdo con la línea internacional (que solo se enfoca en los ingresos) el porcentaje es menor, 4.3% en 2010 y 3.1% en 2020. Aunque se percibe una disminución en los indicadores de Pobreza nacionales, es importante mencionar que aún más de 43 millones de mexicanos viven en condición de Pobreza y casi 9 millones en Pobreza extrema (CONEVAL, 2023^a).

En la Figura 7 se presenta el porcentaje de la población que sufre algún tipo de carencia social considerada por CONEVAL. Es interesante observar cómo el acceso a seguridad social es la carencia que afecta a una gran parte de la población (50.2% en 2022). Esto indica que gran parte de la población no cuenta con los “(…)

mecanismos diseñados para garantizar los medios de subsistencia ante eventualidades como accidentes, enfermedades, vejez o embarazo (...)" (CONEVAL, 2018, p.51).

Figura 7.

Tipo de Carencia Social CONEVAL (% Población)

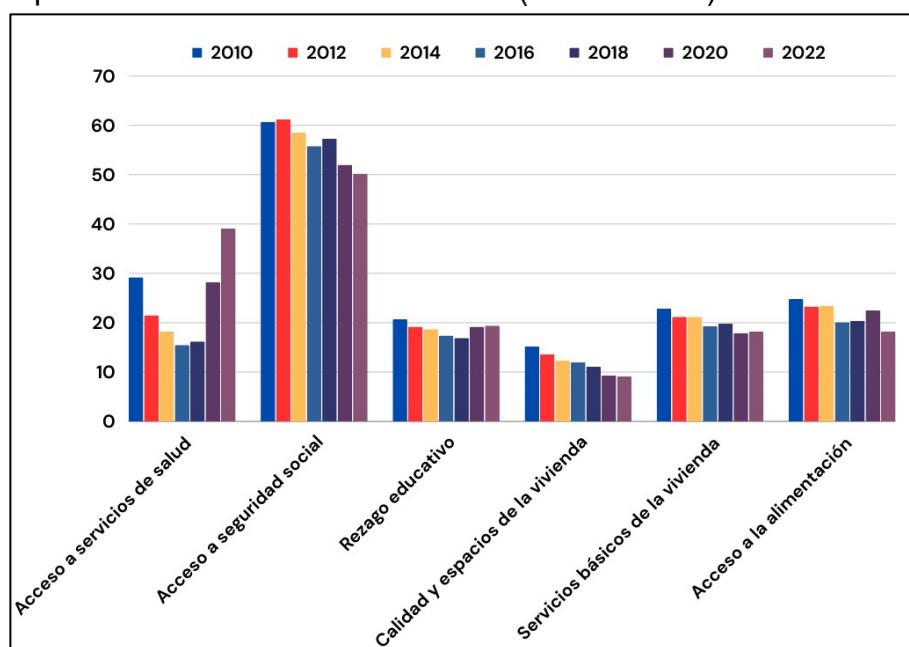


Figura 7 Elaboración Propia a Partir de CONEVAL (2016; 2018; 2023c)

La siguiente carencia es servicios de salud, la cual aumentó de 29.2% en 2010 a 39.1% en 2022. Cabe destacar que el aumento en esta carencia fue más pronunciado en los años 2020 y 2022, probablemente a consecuencia de la Pandemia COVID-19. Por otro lado, la carencia menos persistente en la población mexicana es calidad y espacios de la vivienda (de 15% en 2010 a 9% en 2022).

En relación con el acceso a la energía, se puede inferir que la dimensión de CONEVAL que tiene una relación directa con el suministro eléctrico es "servicios básicos de la vivienda", mientras que "calidad y espacios de la vivienda" tiene relación con el confort térmico. Por otro lado, en menor medida o de forma indirecta, existe una relación entre la energía y las dimensiones referentes al acceso a alimentos, rezago educativo y servicios de salud (García y Mundó, 2014). Es importante subrayar que, a pesar de que México cuenta con una medición de

Pobreza Multidimensional que involucra de manera directa o indirecta el acceso a la energía, México no cuenta con una medida oficial de Pobreza Energética.

La Pobreza Energética no se puede desvincular de la Pobreza General (García; 2013). Sin embargo, estudiar la Pobreza Energética de manera aislada ayuda a delimitar la naturaleza del problema, así como las consecuencias de la falta de suministro básico. Del mismo modo, abordar la Pobreza Energética de forma específica ayuda a mejorar el diseño de políticas públicas que aseguren su satisfacción (García y Mundó, 2014). A continuación, se explica a mayor profundidad los conceptos clave de la Pobreza Energética.

Necesidades y actividades energéticas básicas.

En esta sección se presenta una clasificación de los conceptos de la Pobreza Energética, donde se aborda la definición de las necesidades energéticas y de las actividades energéticas en el hogar, las causas o factores de vulnerabilidad y los indicadores más comunes para medir esta condición.

Pirámide de las Necesidades Energéticas.

Una importante cuestión al momento de utilizar un indicador como Pobreza o Pobreza Energética es definir qué es una “necesidad básica” (Grupo de Río, 2007; González-Eugino, 2015). Haciendo un paralelismo con la Pirámide de Necesidades de Maslow, García y Mundó, (2014) proponen la Pirámide de Necesidades Energéticas (ver Figura 8). Los autores mencionan que, al ser un bien de primera necesidad, hay mínimos de energía que pueden considerarse fundamentales para la supervivencia, como iluminación, la conservación y cocción de alimentos, climatización e higiene personal y del hogar. Estas necesidades corresponden al primer nivel de las necesidades fisiológicas (de reposo y alimentación) de Maslow.

Figura 8. Pirámide de Necesidades Energéticas

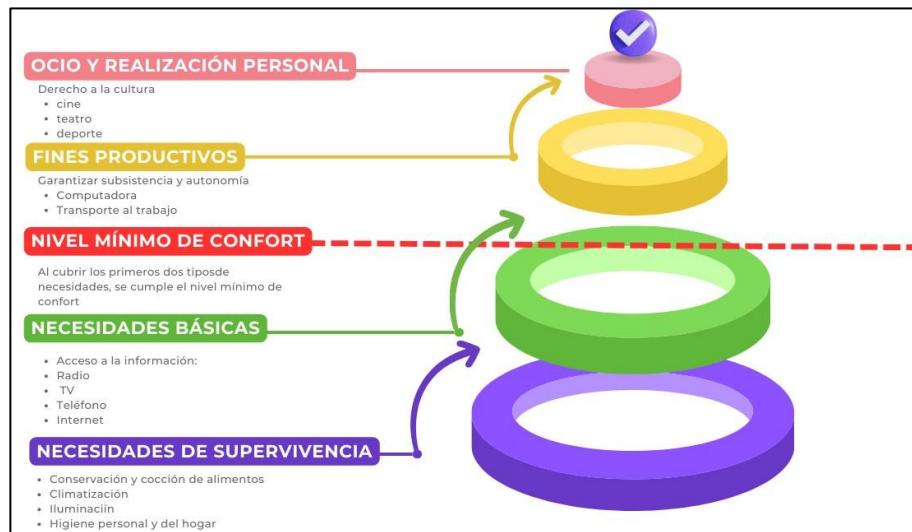


Figura 8 Elaboración Propia a partir de García y Mundó (2014)

El siguiente nivel cubre las necesidades básicas de energía que se refiere a las necesidades relacionadas con el acceso a la información como internet, teléfono y TV. Este nivel se relaciona con las necesidades de salud y seguridad de Maslow. En este punto, cubriendo las necesidades para la supervivencia y las necesidades básicas se logra el nivel mínimo de confort (García y Mundó, 2014).

Las necesidades energéticas por fines productivos para garantizar la subsistencia y autonomía son el siguiente nivel. Por ejemplo, el traslado al trabajo y el uso de computadora. Finalmente, el nivel superior corresponde a las necesidades de ocio y realización personal como cine, teatro y actividades deportivas (García y Mundó, 2014).

Actividades energéticas básicas del hogar y tipos de energía.

En la Tabla 4 se presentan los tipos de energía que se utilizan en el hogar. Como primer punto, los usos finales de energía en el hogar son: iluminación, refrigeración, entretenimiento, lavado, secado y cuidado de la ropa, calentamiento del agua, cocinar, confort térmico y transporte (CONUEE, 2022 y U.S.-EIA, 2023).

En particular, el calentamiento de agua, iluminación y refrigeración son casi universales y se utilizan durante todo el año. La calefacción y el aire acondicionado son fines estacionales, de uso intensivo de energía y varían significativamente según la ubicación geográfica, el tamaño y estructura de la vivienda, equipo y combustibles utilizados (U.S.-EIA, 2023).

Tabla 4.

Energías utilizadas en el hogar

Fines de Consumo	Tipo de Energía	Fuentes de Energía	Tipo de Combustible	Nombre
Iluminación	Eléctrica**	Renovable		Solar, Hidráulica, eólica
Refrigeración		No	Combustibles fósiles	Gas natural
Entretenimiento y Trabajo a Distancia		Renovable		Combustóleo
Lavado, secado y cuidado de la ropa			Combustibles sólidos	Carbón
Calentamiento del agua		No	Combustibles fósiles	Gas natural
		Renovable	Combustibles sólidos	Gas LP
Cocinar				Carbón, Leña
Confort térmico (calefacción/aire acondicionado)	Térmica			
Transporte	Térmica/eléctrica a mecánica a cinética	Renovable		Electricidad, biodiesel, hidrógeno
		No	Combustibles fósiles	Gasolina, Diesel
		Renovable		

** La energía eléctrica puede utilizarse para todos los fines de consumo, depende de los dispositivos del hogar.

Elaboración propia a partir de CONUEE, (2022); US-IEA, (2023).

Para realizar estas actividades se requieren diferentes tipos de energía. Por ejemplo, la electricidad generalmente se utiliza para la iluminación, refrigeración, entretenimiento, comunicación, trabajo a distancia y lavado (CONUEE, 2022). Sin

embargo, dependiendo de los dispositivos del hogar, la electricidad puede utilizarse para todos los fines de consumo (U.S.- EIA, 2023^a).

La energía eléctrica puede obtenerse a través de fuentes renovables y no renovables (U.S.-EIA, 2023^a). Las energías renovables para producir electricidad son: solar, hidráulica y eólica, mientras que las no renovables se pueden clasificar en combustibles fósiles como el gas natural y combustóleo, y combustibles sólidos como el carbón (CONUEE, 2022).

Por otro lado, para realizar actividades como el calentamiento del agua, cocinar y confort térmico se utiliza energía térmica la cual generalmente proviene de fuentes no renovables como gas natural y gas LP (clasificados como combustibles fósiles) y carbón y leña (combustibles sólidos) (CONUEE, 2022 y U.S.- EIA, 2023^a).

Finalmente, el transporte motorizado como automóviles y autobuses utiliza varios tipos de energía, primero a través de energía térmica (combustión) o energía eléctrica se genera energía mecánica que mueven los pistones y otras piezas mecánicas del motor. El movimiento de las piezas mecánicas genera energía cinética en las ruedas que permite que el automóvil se desplace de un punto a otro. Las fuentes de energía más comunes para el transporte son: gasolina o a Diesel (fuentes no renovables), así como electricidad e hidrógeno (fuentes renovables) (CONUEE, 2022 y U.S.-EIA, 2023^a).

En cuanto a la mezcla de energéticos, la mezcla más común es: gas para calefacción, calentar agua y cocinar en estufa y electricidad para iluminación y uso de electrodomésticos. En su conjunto suponen casi el 75% del consumo final de energía (Faiella y Lavecchia, 2019).

Electricidad.

Wester et.al., (2019) define la energía eléctrica como el flujo de carga que pasa a través de un conductor, impulsado por una diferencia de voltaje entre sus extremos. La energía eléctrica es una fuente de energía secundaria porque se

produce al convertir fuentes primarias de energía (como el carbón, gas natural, combustóleo, energía nuclear o eólica) para generar movimiento de una turbina (U.S.-IEA, 2023). También se produce directamente a partir de la luz solar utilizando un dispositivo fotovoltaico o químicamente en una celda de combustible (Wester et al., 2019). Por otro lado, la electricidad también es un portador de energía, es decir, que se puede convertir en otra forma de energía como mecánica o térmica (U.S.-EIA, 2023).

Al ser una corriente, la electricidad no se puede almacenar y requiere cables y alambres para su transmisión. Debido a que la corriente eléctrica fluye de forma inmediata, la oferta y la demanda deben igualarse en tiempo real (Wester et al., 2019). Finalmente, a diferencia de otros energéticos que se usan en el sector residencial como gas natural, los combustibles derivados del petróleo y la madera, la electricidad puede utilizarse para más de 100 usos finales de energía en los hogares. Por lo tanto, el precio de la electricidad es información importante para estudiar la evolución del gasto energético y evaluar la vulnerabilidad de los hogares (Faiella y Lavecchia, 2019).

Gas LP.

El gas LP o Gas Propano es parte del grupo de los hidrocarburos gaseosos líquidos (HGL). El propano se presenta naturalmente como gas, el cual se presuriza y enfriá hasta volverse líquido. Se transporta y almacena en estado líquido por un tema de practicidad, ya que en este estado este hidrocarburo es 270 veces más compacto que en estado gaseoso (U.S.-EIA, 2023b).

El propano se utiliza principalmente para: 1) en el hogar para calefacción, cocinar y calentar agua; 2) en granjas para calentar las instalaciones donde habita el ganado o para controlar la temperatura de los invernaderos, para secar cultivos y controlar plagas y 3) en empresas para impulsar montacargas y soldadoras eléctricas (U.S.-EIA, 2023b; Ortega y Medlock, 2021). Por otro lado, el propano también se utiliza en la industria petroquímica, donde se utiliza como materia prima para producir etileno, propileno y otros químicos (U.S.-EIA, 2023c).

Gasolina.

La gasolina es un combustible que se obtiene a partir de la refinación del petróleo crudo y otros derivados del petróleo, el cual se utiliza principalmente en motores de combustión interna de vehículos. Por un lado, las refinerías de petróleo producen principalmente componentes para la mezcla de gasolina. Por otro lado, las instalaciones de mezcla producen gasolina de motor al combinar mezclas de gasolina, gasolina terminada y etanol. Posteriormente, la gasolina terminada se transporta en cisternas o políductos a los puntos de venta (U.S.-EIA, 2023c).

Otra característica es que la gasolina cambia dependiendo del clima, especialmente con respecto a la presión de vapor, el cual es importante para que el motor del automóvil funcione adecuadamente. En invierno, la presión de vapor debe ser lo suficientemente alta para que el motor arranque, mientras que, en verano se requiere una presión de vapor más baja para no emitir tantos gases contaminantes al aire. En este sentido, la gasolina se evapora más fácilmente en climas cálidos, liberando más gases de efecto invernadero (que afectan al ambiente) y gases criterio (que afectan a la salud) (U.S.-EIA, 2023c).

En específico, en noviembre de 2017 se liberó el mercado de las gasolinas en México. Anteriormente el precio se controlaba por medio de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público que determinaba un precio máximo de venta. En la actualidad, el precio final minorista se determina respecto a los precios internacionales del petróleo estipulados por la IEA (DOF, 2017). Algunos factores que inciden en el precio de la gasolina son: los costos de refinación, del transporte y almacenamiento, así como el margen comercial de las estaciones de servicio, los impuestos y el tipo de cambio vigente (U.S.-EIA, 2023d; U.S.-IEA, 2023e).

El consumo de gasolina y Diesel está muy influenciado por la disponibilidad y uso del transporte público y transporte privado. De igual manera, el uso del transporte público está influenciado por la calidad del servicio, la disponibilidad de rutas y la infraestructura del lugar donde se habita (Ortega y Medlock, 2021).

Diesel.

El aceite combustible destilado o Diesel se utiliza en vehículos con motor de encendido por compresión. El combustible Diesel se obtiene a partir de la refinación del petróleo crudo y de materiales de biomasa. La mayoría de los camiones de carga y reparto, así como los trenes, autobuses, barcos y vehículos agrícolas, de construcción y militares utilizan este combustible (U.S.-EIA, 2023c).

Una vez definidas las actividades básicas energéticas de un hogar para cubrir el nivel mínimo de confort, se puede comprender mejor el concepto clave de la definición de Pobreza Energética; “incapacidad de cubrir las necesidades energéticas básicas”. Para profundizar en la problemática, en la siguiente sección se exploran las causas e indicadores de la Pobreza Energética.

Causas de la Pobreza Energética (Factores de Vulnerabilidad).

En primer lugar, es importante diferenciar entre Vulnerabilidad a la Pobreza Energética (VPE) y Pobreza Energética (PE) en sí (Faiella y Lavecchia, 2019). Por un lado, la vulnerabilidad son esas condiciones sociodemográficas, económicas y políticas que hacen más susceptible a un hogar de sufrir Pobreza Energética. Por otro lado, la Pobreza Energética es aquel estado de falta de acceso a fuentes de energía modernas y asequibles que, a su vez, tiene efectos en otros aspectos del bienestar general del hogar (Romero et al., 2014).

Estudios como Sovacool, (2012), Romero et al., (2014), González-Euguino (2015), CE (2022) y Faiella y Lavecchia (2019) clasifican las principales causas que podrían aumentar la vulnerabilidad de los hogares ante la Pobreza Energética en: 1) características del mercado; 2) características del bien energía; 3) características del hogar; 4) características de la vivienda; 5) cambio climático y 6) políticas públicas los cuales se presentan en la Figura 9.

Figura 9.
Causas de la Pobreza Energética (PE)

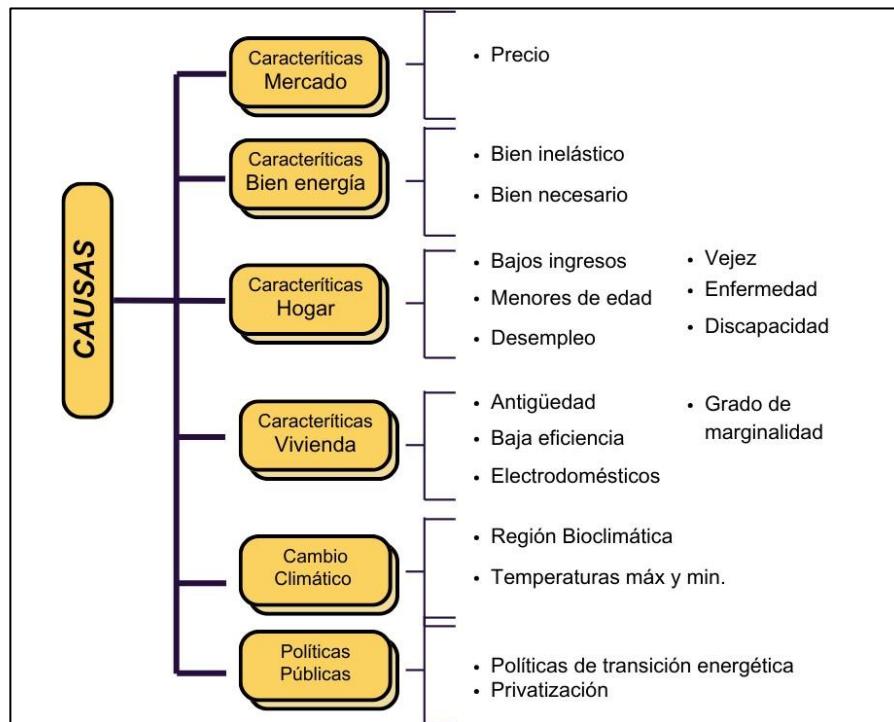


Figura 9 Elaboración propia a partir de Faiella y Lavecchia (2019).

Como se puede observar en la Figura 9, los altos precios de la energía afectan directamente la capacidad de los consumidores para acceder a suficiente energía para garantizar su bienestar (Romero et al., 2014; IEA, 2022; CE, 2022). Afecta especialmente a las personas de bajos recursos, ya que son menos resilientes a las fluctuaciones en los precios (González-Euguino 2015). Los precios de la energía son afectados por factores geopolíticos, factores económicos y el cambio climático (Emberson et al., 2012; González-Euguino 2015 y CE, 2022a).

Continuando, la demanda inelástica del bien “energía” contribuye a la vulnerabilidad de los hogares ante la Pobreza Energética. Al ser un bien necesario e inelástico, el aumento de los precios implica un mayor gasto energético para cubrir las necesidades básicas (Faiella y Lavecchia, 2019).

A su vez, algunas características del hogar como la Pobreza por ingresos es una de las principales causas de la Pobreza Energética (González-Euguino, 2015). En otras palabras, el nivel de ingreso del hogar está estrechamente relacionado con la capacidad de sus miembros para cubrir sus necesidades básicas energéticas (Sovacool, 2012). Los bajos salarios, la precariedad laboral y el desempleo pueden ser causas de los bajos ingresos en el hogar, donde los más vulnerables son los hogares monoparentales, hogares con algún habitante con discapacidad y/o vejez, hogares con menores de edad y con inestabilidad laboral (Romero et al., 2014; CE, 2022).

A menudo, los bajos ingresos llevan a los hogares a utilizar una combinación de fuentes de energía que son subóptimos desde el punto de vista económico, financiero, sanitario y medioambiental (González-Euguino 2015). Por otro lado, aunque los hogares con bajos ingresos estarían dispuestos a adquirir formas de energía más modernas, a menudo son incapaces de realizar los pagos iniciales para mejores servicios, costos de conexión de red o equipo más eficiente (Emberson et al., 2012).

Continuando, las características de la vivienda como: el bajo rendimiento energético de los edificios, tipo de combustibles utilizados y la eficiencia energética de los electrodomésticos utilizados también influye en la Pobreza Energética (Romero et al., 2014; González-Euguino 2015 y CE, 2022). Asimismo, la instalación eléctrica y aislamiento ineficientes pueden resultar en el gasto de más energía para utilizar electrodomésticos y mantener la temperatura del hogar (Sovacool, 2012; Romero et al., 2014; González-Euguino, 2015).

Por otro lado, el cambio climático también puede contribuir a la Pobreza Energética, ya que los eventos extremos como sequías y heladas influyen en el patrón de demanda energética de los hogares (U.S.-EIA, 2023^a). Por ejemplo, el aumento de la temperatura media reduce el consumo de energía para calefacción, pero aumenta la demanda de refrigeración. Mientras que el aumento de las heladas

durante el invierno en las zonas más frías aumenta el consumo de calefacción, pero reduce la de refrigeración (Faiella y Lavecchia, 2019).

Finalmente, la transición energética está ejerciendo una presión creciente en los precios de la energía (Faiella y Lavecchia, 2019). Las políticas gubernamentales, como los impuestos al carbono u otra forma de restricción al consumo de combustibles fósiles aumentan los precios de energía, acrecentando la vulnerabilidad de los hogares (Emberson et al., 2012; Faiella y Lavecchia, 2019).

3.1.3. Indicadores de Pobreza Energética

La Pobreza Energética se puede medir utilizando varios indicadores que aplican enfoques diferentes, pero son complementarios para entender esta problemática multidimensional (Faiella y Lavecchia, 2019). Como se mencionó anteriormente (ver sección 3.1.2, subtema causas de la Pobreza Energética), es posible medir tanto la Vulnerabilidad a la Pobreza Energética (VPE), como la Pobreza Energética (PE) (Sovacool, 2012; González-Euguino 2015 y Debarre et al., 2018). Asimismo, es importante diferenciar los múltiples indicadores para medir la Pobreza Energética, los cuales pueden ser utilizados solos o en conjunto en un índice multidimensional (Faiella y Lavecchia, 2019).

Los indicadores se pueden dividir en tres dimensiones generales: asequibilidad, eficiencia y accesibilidad, los cuales pueden ser de naturaleza cualitativa o cuantitativa. Por un lado, los indicadores cualitativos se expresan en términos subjetivos y normalmente hacen referencia a la autopercepción del entrevistado. Mientras que los indicadores cuantitativos pueden expresarse en términos objetivos y pueden ser relativos o absolutos (Romero et al., 2014 y Faiella y Lavecchia, 2019).

Estos indicadores se relacionan con el acceso a servicios energéticos modernos, asequibilidad de la energía y calidad y confiabilidad del suministro de energía. En otras palabras, desde diferentes perspectivas, los indicadores revelan en qué medida los hogares carecen de acceso a servicios de energía asequibles,

confiables y modernos (Sovacool, 2012; González-Euguino 2015 y Debarre, et al., 2018). Los indicadores se describen en la Tabla 5:

Tabla 5.

Indicadores de Pobreza Energética

Dimensiones	Indicador	Descripción	Referencia
Asequibilidad	Gasto Energético	Proporción de los ingresos de los hogares destinado a cubrir los gastos de servicios energéticos.	Faiella y Lavecchia, (2019); González-Euguino, (2015); CE, (2022); Kahanna et al., (2019); Gouveia et al., (2019); Sokołowski et al., (2020) y Pérez-Farggallo et al., 2022
Eficiencia	Intensidad Energética (Consumo Energético) **	Estima la energía mínima de consumo asociado a las necesidades básicas	González-Euguino, (2015); CE, (2022); Khanna et al., (2019); Gouveia et al., (2019); Sokolowski et al., (2020) y Pérez-Farggallo et al., (2022)
	Eficiencia Energética	Mide la eficiencia de dispositivos y electrodomésticos.	CE, (2022); Khanna et al., (2019); Gouveia et al., (2019); Sokolowski et al., (2020) y Pérez-Farggallo et al., (2022)
Accesibilidad	Acceso a Energía	Disponibilidad de fuentes de energía como electricidad, gas natural y energías renovables	González-Euguino, (2015); CE, (2022a)
	Disponibilidad Energética	Disponibilidad de aparatos eléctricos para la realización de actividades en el hogar	Kahanna et al., (2019); Cedano et. al, (2021)
	Confiabilidad Energética (Seguridad)	Frecuencia y duración de interrupciones de energía.	González-Euguino, (2015); CE, (2022)

Elaboración Propia.

La Tabla 5 presenta los indicadores comúnmente utilizados en la literatura para medir las dimensiones más importantes de la Pobreza Energética. Por ejemplo,

para medir la asequibilidad de los energéticos normalmente se utiliza el indicador Gasto Energético. Este indicador mide el porcentaje de ingresos de un hogar destinados a gastos relacionados con la energía incluidas: facturas de electricidad, costos de combustible e impuestos relacionados con la energía. Se obtiene mediante la división del gasto de energéticos entre el ingreso total del hogar (Faiella y Lavecchia, 2019).

Es el indicador más utilizado para medir la Pobreza Energética en países en desarrollo, donde el problema se concentra en el poder adquisitivo, los precios de la energía y la dificultad de mantener niveles adecuados de temperatura en el hogar. El umbral utilizado oscila entre 5% y 20% (Faiella y Lavecchia, 2019; IEA, 2022; CONUEE, 2022; CE, 2022; González-Euguino, 2015). El problema con este umbral es que es de naturaleza relativa, lo que dificulta realizar comparaciones entre países con diferentes situaciones económicas (González-Euguino, 2015).

El siguiente indicador es Intensidad Energética, que también se puede encontrar como Consumo de energía, el cual mide la cantidad de energía consumida por un hogar en un periodo determinado (generalmente mensual o anual). Estima la energía mínima de consumo asociado a las necesidades básicas (González-Euguino, 2015; CE, 2022). Este indicador es utilizado tanto en la dimensión de asequibilidad energética, así como en la dimensión de eficiencia energética (Kahanna et al., 2019; Gouveia et al., 2019; Sokołowski et al., 2020 y Pérez-Fargallo et al., 2022).

Por ejemplo, el umbral para las necesidades básicas se establece en la Unión Europea en 100 kWh y 150 litros de gasolina por persona al año o 50 G/L (gramos por litro). Cualquiera por debajo de ese umbral se considera que sufre de Pobreza Energética (CE, 2022). Sin embargo, la alta intensidad energética también puede indicar que un lugar está utilizando una gran cantidad de energía para satisfacer sus necesidades básicas (González-Euguino, 2015; CE, 2022). La alta intensidad energética puede resultar en facturas de energía altas, lo que puede ser una carga financiera significativa para los hogares de bajos ingresos (González-Euguino,

2015). Una limitante de este indicador es la dificultad de definir qué es una “necesidad básica” y si se incluye o no la energía utilizada para la producción (González-Euguino, 2015; CE, 2022).

Eficiencia Energética es un indicador que mide la eficiencia de los dispositivos y electrodomésticos que consumen energía, así como la adopción de tecnologías y prácticas de eficiencia energética en el hogar (CONUEE, 2022; CE, 2022). Una limitante de este indicador es que cada país determina los niveles de consumo de energía permitidos por dispositivo, lo cual dificulta la comparación (González-Euguino, 2015; Pérez-Fargallo et al., 2022).

Por otro lado, el Acceso a la Energía se basa en la idea de que la Pobreza Energética es ante todo un problema de acceso de servicios energéticos modernos (González-Euguino, 2015). Mide la disponibilidad de fuentes de energía como electricidad, gas natural, tecnologías de energía renovable en una comunidad o región determinada (CE, 2022). Desde esta perspectiva, la Pobreza Energética se mide contando la población sin acceso a dichos servicios. Una limitante de este indicador es que no proporciona información sobre niveles de consumo (González-Euguino, 2015; CE, 2022).

El acceso a la energía incluye tanto aumentar la disponibilidad de fuentes de energía, como de garantizar que estas fuentes sean asequibles, fiables y sostenibles. Emberson et al., (2012) aseguran que el acceso a la energía es crucial para el desarrollo económico y social, ya que genera una mayor productividad, mayores oportunidades sociales y económicas.

Finalmente, la Confiabilidad Energética mide la frecuencia y la duración de las interrupciones en el suministro de energía, lo que puede afectar la capacidad de un hogar para acceder a este tipo de servicios (González-Euguino, 2015; CE, 2022).

Al combinar estos indicadores, se obtiene una medida multidimensional de la Pobreza Energética (MEPI) que tiene en cuenta los diferentes aspectos del acceso y asequibilidad de la energía que afecta el bienestar y el desarrollo de los hogares

(Nussbaumer, 2013; Sokołowski et al., 2020 y Pérez-Fargallo et al., 2022). Los formuladores de políticas e investigadores pueden utilizar estos indicadores ya sea individualmente o en conjunto para identificar los hogares que son más afectados por la Pobreza Energética y para desarrollar intervenciones específicas que permitan abordar este problema (Yeager et al., 2012 y Karekezi et al., 2012).

Línea de Pobreza Energética (Gasto Energético).

La Línea de Pobreza Energética es uno de los indicadores utilizados para determinar el nivel de Pobreza Energética por ingresos. Se utiliza la variable Gasto Energético, el cual se refiere a la proporción de los ingresos de los hogares destinado a cubrir los gastos de servicios energéticos como electricidad, calefacción y combustibles para cocinar (Faiella y Lavecchia, 2019). A continuación, se presenta a profundidad dicho indicador.

Como se mencionó en la sección anterior (3.1.3 Indicadores de Pobreza Energética), en general, los hogares con un alto gasto de energía se consideran “más pobres”, ya que gastan una cantidad desproporcionada de sus ingresos en servicios energéticos, dejando menos dinero para cubrir otras necesidades básicas como la alimentación, educación y atención médica (Sovacool, 2012). Un alto gasto de energía también puede resultar en una deuda relacionada con la energía y puede propiciar una transición energética a combustibles más baratos y contaminantes, lo que puede tener consecuencias negativas para la salud y el medio ambiente (CE, 2022).

Existen varios métodos para obtener este indicador objetivo y relativo (Faiella, y Lavecchia, 2019). Es objetivo porque utiliza datos concretos y reales como el ingreso, y es relativo porque su interpretación depende de compararlo con un criterio previamente definido (z) como en la Ecuación (1)

$$PE_i = I\left[\frac{Ge_i}{Gt_i} > z\right] \quad (1)$$

Donde:

PE_i : Pobreza Energética, variable binaria que toma el valor 1 si el gasto de electricidad del hogar observado i excede el umbral z y 0 en el caso contrario.

I : Función indicadora o condición. Es igual a 1 si la condición es verdadera y 0 si es falsa.

Ge_i : Gasto de electricidad del hogar observado i

Gt_i : Gasto total del hogar observado i

z : Umbral, límite máximo del porcentaje destinado a gasto de energía.

La Ecuación (1) expresa la condición que se debe cumplir, si la proporción del gasto de energía es mayor al umbral (z), el hogar es pobre energéticamente. Sin embargo, no existe un umbral establecido oficial (Faiella, y Lavecchia, 2019). Por un lado, el primer estudio que establece un umbral del 5% es el de Boardman (1991), el cual también es utilizado por la Agencia Internacional de Energía (Faiella y Lavecchia, 2019; IEA, 2022). Mientras que otros países optan por ser más conservadores y multiplicar al doble este umbral, es decir 10%. La “regla del 10%” fue originalmente aplicada en Inglaterra y después fue adoptada por la Comisión Europea (Gouveia et al., 2019; Pérez-Fargallo et al., 2022; CONUEE, 2022 y CE, 2022).

Asimismo, otros países fijan su propio umbral de acuerdo con las características de su población y condiciones económicas, normalmente considerando la mediana o el promedio del consumo de la población (Faiella y Lavecchia, 2019; Gouveia et al., 2019; Pérez-Fargallo et al., 2022). Del mismo modo, es posible construir el umbral considerando el nivel socioeconómico y el clima del país, Faiella, y Lavecchia (2015) proponen calcular el indicador en términos de

gasto y utilizan la mediana condicional de un conjunto de 4 umbrales que varían según tipo de hogar y la zona climática estimados con una regresión por cuantiles.

Otra manera de medir la Pobreza Energética es considerar el gasto mínimo estándar (*MIS* por sus siglas en inglés), establecido por el Gobierno Federal de cada país (Pérez-Fargallo et al., 2022). Desde esta perspectiva se considera que un hogar sufre de Pobreza Energética si después de pagar los gastos energéticos, su ingreso restante es igual o menor al *MIS*. Para México, se refiere a la línea de bienestar del CONEVAL mencionada en la sección 3.1.2, donde se abordan las bases teóricas y metodológicas de la Pobreza Energética (CONEVAL, 2023).

Sin embargo, cabe la posibilidad de que existan hogares solventes, pero con una gran proporción de gasto de energía. Con la finalidad de identificar a los grupos más vulnerables, es decir, aquellos que sufren tanto Pobreza Energética como Pobreza financiera, Inglaterra propuso la medida *LIHC* (*Low Income, High Cost*) el cual también es utilizado en Italia y otros países europeos (Faiella y Lavecchia, 2019; Pérez-Fargallo et al., 2022). En este sentido, el índice *LIHC* considera que un hogar sufre de Pobreza Energética si cumple dos condiciones: 1) que la proporción del gasto de electricidad sea mayor que el doble de la mediana de la proporción de gasto de la muestra y 2) que el ingreso restante después de los gastos de electricidad sea menor que el *MIS*.

Índice de Pobreza Energética Multidimensional.

De manera muy general, el Índice de Pobreza Energética Multidimensional mide el grado de acceso a servicios energéticos asequibles, modernos y confiables, considerando varias dimensiones (Calvo et al., 2021). En la actualidad, no existe una medición multidimensional estandarizada a nivel mundial, pero destacan las propuestas de Nussbaumer et al., (2013); UNPD, (2019) y Calvo et al., (2021).

Por ejemplo, en 2005 la Agencia Internacional de Energía Atómica en colaboración con otras dependencias internacionales, presentan los Indicadores Energéticos para el Desarrollo Sostenible (*E/SD* por sus siglas en inglés) documento

que funge como guía para el desarrollo de los índices multidimensionales. Los indicadores son a nivel nacional y se organizan en tres dimensiones; social, económico y ambiental (IAEA, 2008).

Años después se propone el Índice Multidimensional de Pobreza Energética (*MEPI* por sus siglas en inglés) de Nussbaumer et al., (2013), el cual utiliza datos a nivel hogar y se basa en el enfoque de capacidades de Sen (1985;1999) y utiliza el método Alkire-Foster (Alkire et al., 2015). El *MEPI* utiliza cinco dimensiones principales; acceso a la electricidad, acceso a combustibles limpios para cocinar, eficiencia energética de los electrodomésticos, calidad de suministro eléctrico y gasto de energía. Cada dimensión cuenta con indicadores, ponderaciones y umbrales de privación específicos (Nussbaumer et al., 2013).

Posteriormente, se calcula la incidencia (*H*) y la intensidad (*A*) de la Pobreza Energética de cada hogar. Por un lado, la incidencia es el porcentaje de los hogares que sufren al menos una forma de privación energética. Mientras que la intensidad es el promedio de privaciones que sufren los hogares. Finalmente, el índice compuesto *MEPI* se obtiene con la multiplicación de la incidencia y la intensidad de la Pobreza Energética. El indicador varía entre 0 y 1, donde 1 indica que el hogar sufre el nivel máximo de Pobreza Energética y 0 el caso contrario (Nussbaumer et al., 2013). El procedimiento detallado para medir la Pobreza Energética se describe más adelante en la sección metodológica de este estudio (ver Sección 6.2).

De igual manera, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP) y la Iniciativa de Pobreza y Desarrollo Humano propusieron el Índice de Pobreza Multidimensional (*IPM*) que identifica carencias del tipo energético en las tres dimensiones del Índice de Desarrollo Humano (IDH). Incluye 10 indicadores como; nutrición, años de escolaridad, vivienda, bienes, mortalidad infantil, agua potable, saneamiento, electricidad y combustibles de cocina (UNDP, 2019).

Otra importante contribución es la de Calvo et al., (2021), los cuales proponen el Índice Multidimensional de Pobreza Energética (*IMPE*) para medir la Pobreza

Energética Multidimensional en Latinoamérica con datos de 2019, donde utiliza seis indicadores relacionados con el confort térmico, la refrigeración eficiente, cocción de los alimentos, iluminación adecuada, calentamiento del agua y comunicación. Los resultados muestran que el 22.4% de los hogares en la región se encuentran en situación de Pobreza Energética, donde las mayores privaciones son bienes de confort térmico, refrigeración eficiente y cocción de los alimentos (Calvo et al., 2021). Finalmente, el Índice de Privación Energética (*Multidimensional Energy Deprivation Index - MEDI*) de Cedano et al., (2021) adapta la propuesta de Nussbaumer et al., (2013) para estudiar el caso mexicano, incluyendo indicadores de confort térmico y la región bioclimática. El indicador *MEDI* de Cedano et al., (2021) utiliza seis dimensiones con diferentes ponderaciones: cocina, iluminación, electrodomésticos, entretenimiento/educación, comunicación y confort térmico (ver Tabla 6):

Tabla 6Dimensiones de *MEDI*

Dimensión	Indicador	Variable	Umbral (Pobre si...)	Ponderación
Cocinar	Contaminación interior	Alimentos utilizando algún combustible diferente de electricidad, GLP, gas natural o biogás.	Verdadero (1)	0.18
Iluminación	Acceso a electricidad	Tiene acceso a electricidad	Falso (0)	0.18
Servicios proporcionados por aparatos del hogar	Propiedad de electrodomésticos	Tiene refrigerador	Falso (0)	0.115
Educación y entretenimiento	Propiedad de aparatos educativos o de entretenimiento	Tiene radio o televisor	Falso (0)	0.115

Comunicación	Medios de telecomunicación	Tiene teléfono fijo o celular	Falso (0)	0.115
Confort térmico	Acceso a confort térmico	Tiene aire acondicionado o calefacción	Falso (0)	0.115

Elaboración propia a partir de Cedano et al., (2021)

Cedano et al., (2021) utiliza la temperatura promedio, mínimas y máximas (°C) trimestrales y la región bioclimática como condicional para calcular *MEDI* en diez ciudades de México.

Algunas limitantes de los índices multidimensionales de Pobreza Energética son: 1) no considera el costo de la energía, calidad y confiabilidad de los servicios energéticos, lo que puede subestimar la medición de la Pobreza Energética; 2) algunos utilizan umbrales de privación internacionales fijos, lo que puede no reflejar las diferencias en el contexto y preferencias de los hogares y 3) no todos consideran la dinámica temporal ni espacial de la Pobreza Energética (Faiella y Lavecchia, 2019; Pérez-Fargallo et al., 2022).

3.1.4. Revisión de la Literatura Gasto energético y Pobreza Energética Multidimensional

Bacon et al., (2010) menciona que al momento de estudiar el bienestar de hogares es necesario analizar los patrones de gasto de electricidad, derivados de petróleo (keroseno, gasolina Diesel y GLP), gas natural y transporte bajo diferentes niveles socioeconómicos, distinguiendo entre áreas urbanas y rurales, así como detectar el impacto en presupuesto del hogar cuando hay un cambio en los precios y/o en los subsidios. En la literatura se pueden encontrar estudios referentes a modelar la demanda de electricidad y otros que miden y evalúan la Pobreza Energética desde sus diferentes dimensiones.

Factores que influyen en el gasto energético.

Modelar la demanda residencial de electricidad ha sido un tema importante desde la década de 1970 debido al interés en la conservación y el impacto del aumento de los precios de la electricidad en el bienestar (Atamturk et al., 2012). Existe amplia

literatura que analiza la demanda residencial de electricidad en los hogares, estos estudios difieren en varias características como forma funcional, método de estimación y tipo de datos. Algunos de los factores que influyen en el gasto energético según diferentes estudios e informes son (ver Tabla 7):

Tabla 7Factores que influyen en el Gasto Energético (*Ge*)

Nombre	Descripción	Referencia
Precios de la energía	Los precios determinan el nivel de consumo y puede resultar en una carga financiera importante	De Rezende et al., (2006); Atamturk et al., (2012); Atalla y Hunt, (2016); Campbell, (2018); Kerekezi et al., (2012); Arenas et al., (2019)
Ingresos	El ingreso determina el nivel de gasto en el hogar.	Atamturk, et al., (2012); Kim, (2020); Kerekezi et al., (2012) Silva et al., (2017); EIA, (2023); CE, (2022); Arenas et al., (2019)
Características sociodemográficas	Nivel de educación, número de habitantes, habitantes menores de edad, con discapacidad o con alguna enfermedad tiene un efecto en el gasto energético.	Kim, (2020); Silva et al., (2017); Atamturk et al., (2012); Kerekezi, et al., (2012); Inglesi-Lotz y Diez (2017); Arenas et al., (2019); Poblete-Cazenave, y Pachauri, (2021); Morales y Luyando, (2014); Grünwald y Diakonova (2020) Randazzo et al., (2020); EIA, (2023); CE, (2022)
Eficiencia Energética	Electrodomésticos eficientes energéticamente, reduce el gasto de energía	EIA, (2023); CE (2022); Arenas et al., (2019)
Clima	El clima en una región puede afectar el gasto de energía, particularmente para calefacción y refrigeración.	Atamturk et al., (2012); Poblete-Cazenave, y Pachauri (2021) Morales y Luyando (2014); Randazzo et al., (2020); EIA, (2023 ^a); CE (2022)
Calidad de la vivienda	Las malas condiciones de la vivienda pueden resultar en gastos innecesarios de energía	EIA (2023 ^a); CE (2022); Arenas et al., (2019)

Elaboración Propia

En la Tabla 7 se presenta de manera general los factores que influyen en el gasto energético del hogar. Por ejemplo, los precios de la energía son un factor determinante del gasto energético. En este sentido, los hogares pobres a menudo pagan precios elevados por los servicios energéticos, lo que puede resultar en una carga financiera importante (De Rezende et al., 2006; Atamturk et al., 2012; Atalla y Hunt, 2016; Campbell, 2018; IEA, 2022).

Del mismo modo, el ingreso es un factor muy importante al momento de determinar el gasto energético (Kim, 2020; Silva et al., 2017). Los hogares de bajos ingresos a menudo gastan una mayor proporción de estos a cubrir servicios de energía, lo que los hacen más vulnerables a la Pobreza Energética (U.S.-EIA, 2023a).

Las características sociodemográficas de los integrantes del hogar también son incluidas en todos los documentos revisados, las variables más utilizadas son: educación, sexo, edad, número de habitantes del hogar, número de menores de edad en el hogar (Kim, 2020; Silva et al., 2017; Atamturk et al., 2012; Kerekezi et al., 2012; Inglesi-Lotz y Diez 2017; Poblete-Cazenave, y Pachauri, 2021; Morales y Luyando, 2014; Grünwald y Diakonova, 2020, Randazzo et al., 2020; EIA, 2023; CE, 2022). Por otro lado, la eficiencia energética también influye en el gasto de energéticos, contar con electrodomésticos más eficientes reduce el consumo y las facturas de energía (U.S.-EIA, 2023; CE, 2022).

De igual manera, el clima en una región puede afectar el gasto de energía, particularmente para calefacción y refrigeración (Atamturk et al., 2012; Poblete-Cazenave y Pachauri, 2021). Los hogares ubicados en climas extremos suelen gastar más energía; los hogares en climas fríos suelen tener mayor gasto de energía debido a la necesidad de calefacción, mientras que los hogares en climas cálidos suelen tener un mayor gasto de energía debido a la necesidad de más refrigeración (Atamturk et al., 2012; Morales y Luyando, 2014; Randazzo et al., 2020 y U.S. -EIA, 2023a).

Por último, la calidad y el estado de la vivienda de un hogar puede afectar al gasto energético (U.S.-EIA, 2023a). Según la Comisión Europea, los edificios mal

aislados o ineficientes pueden requerir más energía para mantener una temperatura interior agradable, lo que genera facturas y gastos energéticos más elevados (CE, 2022).

En resumen, existe un consenso en la literatura revisada que la demanda de electricidad es inelástica, pero puede variar entre regiones. Además, casi todos los artículos concluyeron que el ingreso es el factor más influyente en la demanda de electricidad. También, se pudo identificar que las variables más utilizadas en estos estudios son: precio de la electricidad, ingreso (generalmente en versión logarítmica), características del hogar (por ejemplo, tamaño, número de habitaciones, vecindario), información demográfica de los habitantes (género, edad, escolaridad) y datos meteorológicos (temperaturas promedio).

Comprender estos factores y su impacto en el gasto de energía puede ayudar a los encargados de formular políticas a desarrollar intervenciones efectivas para abordar la Pobreza Energética y mejorar el acceso y la asequibilidad de la energía para los hogares vulnerables.

Pobreza Energética (PE).

En general, los indicadores de Pobreza Energética se han utilizado en varios estudios e informes para medir y monitorear esta condición a nivel regional y nacional. A nivel región, Kahanna et al., (2019) proponen un índice multidimensional de Pobreza Energética (MIPE) que captura los tres elementos de disponibilidad, accesibilidad y asequibilidad para analizar los países miembros de la Asociación de Naciones de Asia Sudoriental (ASEAN) utilizando datos macro y micro. Concluyen que Camboya es el país más pobre de la Asociación, mientras que Tailandia es el menos pobre.

Emberson et al., (2012) realizan un extenso análisis de diferentes políticas públicas en países de Asia, África y América Latina como subsidios gubernamentales, enfoques basados en el mercado y asociaciones público-privadas. Por ejemplo, los subsidios pueden ayudar a que los servicios de energía sean más asequibles, pero también pueden ser costosos e ineficientes. Los enfoques basados en el mercado, como tarifas de alimentación y créditos de

carbono, pueden incentivar la adopción de fuentes de energía limpia, pero también pueden ser complejos y difíciles de implementar. Concluyen que no se puede recomendar un único modelo o estrategia institucional, sino que se requiere una combinación de políticas para aumentar el acceso a la energía de manera efectiva.

Karekezi et al., (2012) realizan un análisis de la Pobreza Energética en países en vías de desarrollo. Concluyen que la Pobreza Energética contribuye a un círculo vicioso de Pobreza, ya que afecta la productividad económica, así como la productividad agrícola, limitando las oportunidades de generación de ingresos en zonas rurales y de bajos recursos. A su vez, la falta de alimento y los bajos ingresos contribuye a la desnutrición y a bajos niveles de ahorro. Estos efectos contribuyen a que los pobres energéticamente sean más pobres financieramente.

Por otro lado, la Pobreza financiera es un obstáculo para la transición energética, ya que las personas de bajos recursos no pueden permitirse pagar formas de energía más limpia o hacer mejoras en su hogar para aumentar la eficiencia energética (Karekezi et al., 2012).

A nivel país, existen estudios que calculan la brecha de Pobreza Energética. En Italia se encontraron estudios como Miniaci et al., (2014) y Faiella et al., (2017), estos últimos estiman que la brecha agregada es de € 600 millones (aproximadamente 888 USD de 2009). Es decir, el gobierno debe invertir por lo menos 600 millones para reducir la brecha energética en Italia. En cuanto al gasto mínimo de energía, Miniaci et al., (2014) identifica el gasto estándar mínimo de electricidad y gas con datos de ISTAT (2009) y Faiella et al., (2018) estima el gasto mínimo para calefacción en Italia en 2014, encontraron que el gasto promedio fluctúa entre € 211 - €1,417 de 2009 (313-2098 USD de 2009).

Por otro lado, otros estudios exploran temas sobre la justicia energética. Por ejemplo, Koomson y Awaworyi-Churchill (2022) examinan el vínculo entre la precariedad laboral y la Pobreza Energética desde una perspectiva racial y étnica en Sudáfrica. Con un modelo de probabilidad lineal encontraron evidencia que apoya que la precariedad laboral está asociada a una mayor probabilidad de sufrir

Pobreza Energética, la cual varía entre razas y etnias. Siendo los sudafricanos de raza negra y miembros del grupo étnico Venda los más vulnerables.

De igual forma, Wang et al., (2021) estudian las disparidades raciales en la Pobreza Energética de Estados Unidos utilizando la Curva de Lorenz y el coeficiente GINI. Concluyen que los hogares afroamericanos son más vulnerables a la Pobreza Energética que otros grupos raciales como blancos o asiáticos. Adicionalmente, mencionan que la carga racial energética difiere entre tipo de energía, uso final y regiones del país. Y Memmott et al., (2021) identificaron que los hogares afroamericanos, hispanos, con habitantes menores de edad o aquellos que requieren dispositivos médicos electrónicos son más vulnerables a sufrir inseguridad energética y mencionan que el COVID 19 exacerbó estas vulnerabilidades en EE. UU.

Para Ghana, Koomson y Danquah (2021) estudian la relación entre la inclusión financiera y la Pobreza Energética con un modelo de probabilidad lineal y diferentes métodos cuasieperimentales. Concluyen que aumentar la inclusión financiera puede reducir la Pobreza Energética. Martey (2022) emplea variables instrumentales y la técnica de Lewbel de mínimos cuadrados en dos etapas (2SLS) para analizar cómo la diversificación de cultivos afecta a la Pobreza Energética. Encontraron que diversificar cultivos reduce la desviación estándar de la Pobreza Energética.

Lin y Okyere (2020) encontraron que la Pobreza Energética deteriora la salud mental de los hogares. Awaworyi-Churchill y Smyth (2021) encontraron que la Pobreza Energética se asocia a peores condiciones de salud en general en Australia. Y Ephraim et al., (2022) concluyen que la ayuda humanitaria internacional reduce la probabilidad de ser energéticamente pobre en Senegal.

Por otro lado, hay estudios que adaptan o proponen nuevas versiones de alguno de los indicadores. En Faiella y Lavecchia (2019) se hace una revisión de las diferentes formas de calcular la Pobreza Energética y la brecha de la Pobreza Energética mediante indicadores del gasto de energía y proponen una metodología para países desarrollados.

Romero et al., (2014) y Arenas et al., (2019) realizan un análisis económico de la Pobreza Energética en España en el que discuten a profundidad el concepto de Pobreza Energética, proponen nuevos indicadores para medirla y evaluarla, así como medidas para abordar la problemática del país.

En particular, Romero et al., (2014) concluyen que existe un problema de Pobreza Energética que no necesariamente coincide con la Pobreza general en España. Además, identifican que los hogares más vulnerables son aquellos con bajos ingresos, menores a su cargo e inestabilidad laboral. Como recomendación práctica, los autores proponen un “Bono Social” que incluya todos los gastos energéticos y que esté destinado únicamente a los hogares vulnerables.

De igual manera, Gouveia et al., (2019) desarrollaron el Índice de Vulnerabilidad de Pobreza Energética (EPVI en inglés), con escala espacial de alta resolución para identificar puntos críticos de vulnerabilidad de electricidad y calefacción en Portugal. EPVI combina indicadores socioeconómicos con las características de la vivienda y rendimiento energético. Concluyen que, aunque el índice de refrigeración es generalmente más alto, la calefacción puede ser un problema más importante en términos de demanda de energía y problemas en la salud.

Para el caso polaco, Sokolowski et al., (2020) proponen otro índice multidimensional de Pobreza Energética, encontraron que, en 2017, el 10% de los hogares polacos padecía de esta problemática e identificaron que los hogares más vulnerables en riesgo de Pobreza Energética son aquellos que viven en edificios construidos antes de 1946, hogares rurales, con habitantes jubilados o inválidos.

En México, Furzsyfer Del Rio y Sovacool (2023) exploran la experiencia de vida de la Pobreza Energética en los asentamientos informales de México, donde estudian las necesidades energéticas y de vivienda, patrones de transporte y movilidad y desafíos para su calidad de vida y salud mediante entrevistas y grupos focales. Los autores concluyen que la mayoría de los entrevistados experimentan una doble vulnerabilidad energética; tanto en el hogar, como de transporte.

Encontraron que muchos entrevistados dedican la mitad de su ingreso a los servicios de movilidad, el cual a menudo representa su gasto doméstico principal. Además, esta doble vulnerabilidad se ve exacerbada por la marginación y discriminación. Finalmente, la mayoría de los entrevistados consideran que su calidad de vida ha disminuido en el sexenio 2018-2024, ya que perciben una mayor decadencia, corrupción, pobreza y peores servicios (Furzsyfer Del Rio y Sovacool, 2023).

Concluyen que las experiencias de Pobreza Energética no se limitan a la asequibilidad, es un problema multidimensional que debe ser abordado como tal. Los grupos de bajos ingresos son los más vulnerables ante la Pobreza Energética, por lo tanto, la energía, movilidad y salud ambiental son aspectos fundamentales e instrumentales para verdaderamente mejorar el bienestar de los grupos más vulnerables (Furszyfer del Rio y Sovacool, 2023).

Por otro lado, García y Ávila-Ortega (2022) proponen una medida general de acceso a los servicios de energía (ES por sus siglas en inglés) y establecen su relación con las condiciones espaciales, económicas y sociales de México, utilizando análisis de correspondencias. Encontraron un patrón de desigualdad en el acceso a ES y una fuerte relación entre el acceso general y los niveles de urbanización y vulnerabilidad económica y alimentaria.

Finalmente, con los hallazgos encontrados, los autores identifican seis características clave que debe incluir cualquier política energética como; 1) inclusión espacial rural y urbano, 2) mayor participación de las organizaciones subnacionales, 3) reconocimiento de la diversidad cultural, 4) transversalidad con otros proyectos o leyes, 5) promoción de la innovación tecnológica y transición energética y 6) Marcos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en el acceso de ES.

De igual manera, Suástegui et al., (2023) proponen un modelo para modificar la estructura tarifaria del sector eléctrico residencial mexicano, lo cual permite reducir el impacto de los precios en los meses de transición. Los resultados del modelo arrojan una reducción de la Pobreza Energética en más de 150 mil hogares,

mejorando las condiciones de justicia energética para el 25% de los usuarios residenciales del país.

Soriano Hernández et al., (2022) abordan la problemática de la Pobreza Energética desde la perspectiva de justicia energética y econofísica, donde realizan una aproximación del consumo de energía en México durante 2014. Encontraron que, en 2014, el 61% de los hogares mexicanos padecía de Pobreza Energética debido a problemas de asequibilidad y disponibilidad de recursos modernos. Finalmente, Oswald (2017) explora el concepto de seguridad energética sustentable en el contexto mexicano, el cual propone un concepto holístico de seguridad energética que integra factores de seguridad humana, ambiental, económica, societal y de género.

En resumen, en esta sección se revisaron las bases teóricas y metodológicas de la Pobreza Energética, junto con las principales causas e indicadores disponibles para estudiar esta condición en los hogares, así como la revisión de la literatura reciente. Como se mencionó anteriormente (ver sección 3.1.2, causas de la Pobreza Energética), las políticas públicas pueden fungir tanto como una causa de la Pobreza Energética como una medida para reducir la vulnerabilidad de los hogares. En la siguiente sección (3.2) se exploran los métodos para la evaluación de impacto de políticas públicas, particularmente se desarrolla el método cuasiexperimental de Diferencias en Diferencias utilizando variación de intensidades y emparejamiento por puntaje de propensión como tratamiento de la muestra.

3.2. Evaluación de Impacto de Políticas Públicas: Métodos Cuasiexperimentales

Los modelos cuasiexperimentales son un tipo de diseño de la investigación que se utiliza comúnmente en economía para evaluar el impacto de políticas, programas gubernamentales y otros shocks exógenos como guerras y desastres naturales (Gertler et al., 2017).

A diferencia de un diseño experimental, en un modelo cuasiexperimental los participantes no se asignan aleatoriamente a los grupos de tratamiento y control. En cambio, se utilizan métodos estadísticos para crear un grupo de comparación que

sea similar al grupo de tratamiento en términos de características observables (Gertler et al., 2017).

Se pueden identificar varias ventajas de los modelos cuasiexperimentales sobre los diseños experimentales como costos más bajos y mayor validez externa (ya que son más representativos de las condiciones del mundo real). Sin embargo, algunas limitaciones de los modelos cuasiexperimentales son: 1) potencial sesgo de selección y 2) mayor dificultad para estimar efectos causales ya que pueden existir variables no observables que no se incluyen en el modelo y que tienen gran relevancia para el resultado observado.

Existen varios métodos cuasiexperimentales Regresión Discontinua (DRD), Diferencias en Diferencias (DID) y Propensity Score Matching (PSM) (Gorard, 2013; Gertler et al., 2017). A continuación, se explican brevemente y de manera general los diseños cuasiexperimentales que se utilizarán en esta investigación, Diferencias en Diferencias con variación de intensidades y Diferencias en Diferencias con Emparejamiento por Puntaje de Propensión.

3.2.1. Diferencias en Diferencias (DID)

El método compara el cambio en los resultados de un grupo de tratamiento y un grupo de control antes y después de una intervención (Roth et al., 2023). Los supuestos del modelo son: 1) las tendencias de los grupos de tratamiento y contrafactuals son similares y 2) los únicos factores que explican las diferencias entre los grupos son constantes a lo largo del tiempo (por ejemplo, sexo y edad) (Gertler et al., 2017; Fredriksson y Magalhães 2019). Se puede estimar por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y se presenta en su forma general en la Ecuación (2) (Bernal y Peña, 2011; Lee, 2016):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 T_j + \beta_2 G_i + \beta_3 D_{ij} + \varepsilon \quad (2)$$

Donde:

Y : Es la variable dependiente.

T_j : Variable dicotómica de tiempo igual 1 si la observación es después del tratamiento j .

G_i : Variable dicotómica de grupo, que toma el valor de 1 si la observación pertenece al grupo tratado i .

D_{ij} Variable interactiva que se obtiene mediante la multiplicación de las variables anteriores ($G_i * T_j$).

ε : Término de error.

En la Ecuación (2), el parámetro β_0 representa el valor promedio de la variable dependiente Y para el grupo de control antes de implementar el tratamiento. Es el intercepto del modelo. Por otro lado, β_1 representa el cambio promedio de la variable dependiente Y para el grupo de control después del tratamiento. Mientras que, β_2 muestra la diferencia promedio entre el grupo tratado y el grupo de control antes de implementar el tratamiento. Finalmente, el parámetro β_3 , muestra la diferencia entre el antes y el después del grupo tratado en comparación con el grupo de control, es decir, aísla el efecto del tratamiento en el grupo tratado.

Para medir el efecto del shock exógeno, se debe obtener la doble diferencia, esto es la diferencia en el tiempo de los grupos por separado y posteriormente obtener la diferencia intragrupos como se presenta en la Ecuación (3).

$$DID = (\bar{Y}_{1.1} - \bar{Y}_{0.1}) - (\bar{Y}_{1.0} - \bar{Y}_{0.0}) \quad (3)$$

Donde:

DID : Doble diferencia.

$\bar{Y}_{1.1}$: Media condicional de la variable dependiente del grupo tratado después de shock.

$\bar{Y}_{0.1}$: Media condicional de la variable dependiente del grupo tratado antes del shock.

$\bar{Y}_{1.0}$: Media condicional de la variable dependiente del grupo de control después del shock.

$Y_{0,0}$: Media condicional de la variable dependiente del grupo de control antes del shock.

Definición de grupos de control y tratamiento.

La definición de los grupos de control y tratamiento es un paso crítico en este método, ya que de ella dependerá la validez y confiabilidad de los resultados. A continuación, se presentan las alternativas disponibles para establecer estos grupos de manera adecuada.

Variación de intensidades.

Existen políticas gubernamentales que están destinadas a toda la población. Para solucionar esto, se puede tratar la muestra con una “variación de intensidades” (Duflo, 2001; Gorard, 2013). La idea central es identificar variaciones naturales exógenas: si a pesar de que el programa (tratamiento) tiene cobertura nacional se puede identificar un subgrupo de las unidades de observación con características que permiten su exclusión de la acción del programa, se puede considerar a este subgrupo como de control. En otras palabras, el grupo de control constituye aquellas unidades de observación que son relativamente indiferentes al evento o programa (Gorard, 2013).

Diferencias en Diferencias con PSM o emparejamiento.

Una alternativa para reducir el sesgo de selección de los grupos y aumentar la validez interna de los resultados es combinar el emparejamiento por puntaje de propensión con el método de Diferencias en Diferencias (DID). De manera simplificada, se calcula un puntaje de propensión que predice la probabilidad de estar en el grupo de tratamiento condicionada a las variables observadas (Gertler et al., 2017, Zhao et al., 2021). Posteriormente, se emparejan a los individuos del grupo de tratamiento con los individuos del grupo de control que tienen características observables similares. El puntaje de propensión puede calcularse con un modelo logit como en la Ecuación (4) (Abadie e Imbens, 2016; Bernal y Peña, 2011):

$$\Pr\{D|X_i\} = \frac{e^{\lambda h(X_i)}}{1+e^{\lambda h(X_i)}} \quad (4)$$

Donde:

$\Pr\{D|X_i\}$: Puntuación de propensión o probabilidad de que el hogar i reciba el tratamiento D , considerando las variables observadas X del hogar i

$h(X_i)$: es el predictor lineal (o índice latente) basado en las covariables observadas X del hogar i , el cual incorpora los efectos de las variables, sus interacciones y potencias.

λ : es el coeficiente estimado de la función, que en conjunto con $h(X_i)$ que influye en la probabilidad de recibir el tratamiento.

Esta puntuación es un número real entre 0 y 1 que resume la influencia de todas las características observables en la probabilidad de recibir el tratamiento (Gorard, 2013; Zhao et al., 2021). Una vez obtenido el puntaje de propensión de todas las unidades, aquellas del grupo de tratamiento pueden emparejarse con unidades en el grupo de control que cuentan con puntajes de propensión similares (Heckman et al., 1998; Gertler et al., 2017). Finalmente, se aplica el modelo *DID* utilizando los grupos creados por emparejamiento para estimar el efecto causal del tratamiento como en las ecuaciones (2) y (3) (Gertler et al., 2017).

Pruebas de robustez

Para verificar la robustez del cuasiexperimento de Diferencias en Diferencias, Gertler et al., (2017) recomienda utilizar alguna de las siguientes pruebas:

1. Tener al menos dos rondas de datos antes del comienzo del programa para valorar las tendencias anteriores de los grupos. Se espera que las tendencias antes del programa sean similares.
2. Llevar a cabo “pruebas placebo” con grupos de tratamiento y/o resultados “falsos”, donde se espera encontrar un efecto nulo del programa.
3. Aplicar el método de Diferencias en Diferencias en otros grupos plausibles de comparación. En este caso, se espera obtener resultados similares sobre el efecto de la política o programa.

3.2.2. Revisión de la literatura: DID y DID con PSM

Diferencias en Diferencias (DID)

Fredriksson y Magalhães (2019) explican la metodología de Diferencias en Diferencias de manera comprensible y presentan una revisión de la literatura sobre el uso de este método en temas administrativos. Mientras que Roth et al., (2023) realizan una revisión de la literatura sobre los avances más recientes en econometría aplicados al *DID*. En el documento, los autores clasifican los estudios en: enfoque de múltiples periodos y variación en el tiempo del tratamiento, incumplimiento de tendencias paralelas y marcos alternativos para la inferencia.

Igualmente, se puede encontrar literatura reciente que utiliza esta metodología para analizar reformas y cambios en política pública. Salinas y Solé-Ollé (2018), analizaron los efectos de la reforma educativa de descentralización fiscal parcial que tuvo lugar en España durante la década de los 80s. Bastian et al., (2021) se enfocaron en los efectos de la Reforma en el programa de Red de Seguridad en EE. UU. en los 90s para jóvenes adolescentes. En ambos casos, se encontró que aumentó el abandono escolar.

Por otro lado, hay estudios que analizan los efectos de un cambio en política en la iniciativa privada. Es el caso de García-Vega et al., (2021) que estudiaron el impacto de la reforma laboral en la innovación en España. Y Caliendo y Tübbicke, (2021) encontraron que la Reforma de 2011 en el programa de subsidios en Alemania (SUS) fue efectiva en reducir los costos y aumentar el impacto del programa.

Desde una perspectiva de salud pública, Nyagwachi et al., (2020) examinan el efecto de las políticas de control de tabaco y alcohol en los patrones de consumo y la evolución de los efectos de desplazamiento en otros gastos domésticos en Kenia. Leogrande et al., (2019) estudiaron la relación entre los cambios temporales en la exposición a PM₁₀ emitidos por una planta siderúrgica y los cambios en las tasas de mortalidad en Taranto, Italia.

Han et al., (2021) estudian la disparidad socioeconómica en relación con la exposición a largo plazo de PM_{2.5} y la mortalidad con datos chinos del año 2000 y

Alotaibi et al., (2019) calcularon la carga atribuible del asma infantil por contaminación del aire relacionado con el tráfico (TRAP).

Específicamente, hay varios estudios que evalúan el impacto de políticas ambientales. Por ejemplo, Su et al., (2020) investiga los efectos diferenciales del Plan de Reducción de Emisiones de California sobre la reducción de la contaminación del aire entre quienes viven cerca de corredores industriales y los que viven más lejos. Clò y Fumagalli (2019) evalúan el efecto de un cambio en los programas de horarios de energía que incorpora un esquema de precios dual (recompensa/penalización). Encontraron que los desequilibrios energéticos intencionales disminuyen significativamente cuando existe la posibilidad de ser penalizado.

Diferencias en Diferencias con Emparejamiento (*DID con PSM*)

Finalmente, se encontraron diversos artículos que utilizan más de una metodología cuasiexperimental. Por ejemplo, Ryan et al., (2018) comparan los resultados del *DID* estándar, *DID con PSM*, análisis de series temporales interrumpidas de un solo grupo y análisis de series temporales interrumpidas multigrupo como tratamiento para abordar la problemática de las tendencias no paralelas en los grupos. Encontraron que el modelo *DID con PSM* arroja resultados más fiables en comparación con las otras tres metodologías.

Igualmente, Linder y McConnell (2019) comparan el *DID* simple y el *DID con PSM* sólo de los datos previos. Los autores concluyen que el sesgo aumenta cuanto se utiliza el *DID* emparejado en la distribución de los efectos fijos y el error aleatorio, por lo que recomiendan que los investigadores que utilicen esta técnica deben reportar los resultados de ambos modelos para determinar el impacto y evaluar el sesgo.

Referente a la Pobreza Energética, García y Tol (2021) analizan el impacto del Bono Social de Electricidad (BSE) en la Pobreza Energética en España aplicando *DID* y *PSM*. Los autores no encontraron un cambio en los indicadores observados que sugiera que la Pobreza Energética disminuyó en España después de la implementación del BSE. Ngarava et al., (2023) analizan las diferencias de

género y etnicidad en la Pobreza Energética utilizando datos de Sudáfrica. Encontraron que los hogares con un hombre como jefe de familia tienen más exposición, más capacidad adaptativa y sensibilidad a la Pobreza Energética comparado con los hogares donde hay una jefa de familia.

Gebel y Voßemer (2014) investigan la relación entre el desempleo y el reempleo en la salud física y mental de los alemanes, utilizando un modelo de Diferencias en Diferencias con emparejamiento. De acuerdo con los autores, utilizar los dos enfoques permite mitigar tanto los efectos fijos no observados, como las diferencias observables en una especificación semi paramétrica flexible. Encontraron que el desempleo y el reempleo tienen efectos similares y sólo la salud psicológica se ve afectada por las transiciones laborales.

Finalmente, aunque las metodologías cuasiexperimentales solas o combinadas son ampliamente utilizadas para analizar cambios en política, es importante mencionar que no se encontraron estudios que utilicen dichas metodologías y que analicen la Pobreza Energética, así como el impacto de las diferentes estrategias eléctricas en México.

Una vez expuesto el Marco Teórico (III) que sustenta el presente estudio, en las siguientes secciones se procede a describir la investigación (IV y V) y Metodología a emplear (VI). En este capítulo se detallan los aspectos referentes al diseño, así como las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.

IV. Hipótesis

La pregunta de esta investigación es: ¿En qué medida cambió la Pobreza Energética de los hogares mexicanos después de los cambios de estrategia eléctrica nacional, expresados por la Apertura del Mercado y el Monopolio Natural, durante 2010-2022?

En este aspecto, y considerando los siguientes argumentos de la literatura revisada:

1. Los servicios públicos (como la electricidad) han sido históricamente monopolios naturales, donde una sola empresa puede satisfacer toda la demanda a menores costos (Smith 1776).
2. La privatización de servicios públicos aumenta la Pobreza (Grupo de Río, 2007).
3. Las políticas de transición energética pueden aumentar los precios de la electricidad y, por tanto, la Pobreza Energética (Emberson et al., 2012; Faiella y Lavecchia, 2019).

La Hipótesis de Investigación es: *La Pobreza Energética en los hogares mexicanos disminuyó en mayor medida después de la Estrategia hacia un Monopolio Natural en comparación con la Estrategia de Apertura del Mercado.*

4.1. Preguntas secundarias

Además, se formulan las siguientes preguntas secundarias:

1. ¿Cómo se comportó la Pobreza Energética en los hogares mexicanos entre 2010-2022?
2. ¿En qué medida cambió la Pobreza Energética de los hogares mexicanos después del cambio de estrategia hacia la Apertura del Mercado?
3. ¿En qué medida cambió la Pobreza Energética de los hogares mexicanos después del cambio de estrategia hacia un Monopolio Natural?

4.2. Hipótesis secundarias

Basado en la relación estrecha entre la Pobreza Energética y la Pobreza general (García y Mundó, 2013), y al observar la pendiente negativa de los tipos de Pobreza en México medidos por CONEVAL (ver Sección 3.1.2, Figura 6), se formula la primera hipótesis secundaria:

Hipótesis secundaria 1. La Pobreza Energética en los hogares mexicanos disminuyó en el periodo de 2010-2022.

Por otro lado, en línea con los argumentos de la hipótesis de investigación a favor de los Monopolios Naturales en servicios públicos para garantizar el suministro adecuado a toda la población y maximizar el excedente social (Smith, 1776; Grupo de Río, 2007; Mankiw, 2017), se formulan la segunda y tercera hipótesis secundarias:

Hipótesis secundaria 2. La Pobreza Energética en los hogares mexicanos aumentó después del cambio de estrategia hacia la Apertura del Mercado.

Hipótesis secundaria 3. La Pobreza Energética en los hogares mexicanos disminuyó después del cambio de estrategia hacia un Monopolio Natural.

V. Objetivos

5.1. Objetivo General

El Objetivo General de esta investigación es: Medir y comparar la Pobreza Energética en los hogares mexicanos ante los cambios de estrategia eléctrica nacional, expresados por la Apertura del Mercado y el Monopolio Natural, durante el periodo de 2010 a 2022.

Se realiza este análisis con la finalidad de comprender a mayor profundidad las causas de la Pobreza Energética en México, así como evaluar en qué medida el bienestar de los hogares mexicanos ha variado considerando los cambios en política del sector eléctrico en el periodo de observación.

5.2. Objetivos Específicos.

Para poder aceptar o rechazar la Hipótesis de investigación, se propone cumplir con ciertos objetivos específicos:

1. Construir tres indicadores de Pobreza Energética: Pobreza Energética por Ingresos, Índice de Privación Energética y Pobreza Energética Multidimensional con la finalidad de medir, desde diferentes enfoques, la incapacidad de los hogares mexicanos para satisfacer sus necesidades energéticas a lo largo del periodo 2010-2022.
2. Llevar a cabo dos métodos cuasiexperimentales: Diferencias en Diferencias con variación de intensidades, y Diferencias en Diferencias con Emparejamiento para comparar el comportamiento de los tres indicadores de Pobreza Energética en los hogares mexicanos después de los cambios de estrategia eléctrica en México, expresados por la Apertura del Mercado y el Monopolio Natural.
3. Identificar la estrategia eléctrica que beneficie más a los hogares mexicanos y proponer modificaciones en las políticas energéticas de México.

VI. Metodología

La sección metodológica se organiza de la siguiente manera: en la primera sección se describe la clasificación de la investigación, así como se retoma el objetivo general, las preguntas y las hipótesis de investigación. En la segunda sección se describen las variables a utilizar, se definen de manera conceptual y operacional, haciendo énfasis en la construcción de las variables dependientes sobre Pobreza Energética (*LIHC, MEDI, PEM*). En la tercera sección se presenta el diseño metodológico, donde se explica el modelo general y las técnicas de tratamiento utilizadas, y en la cuarta sección se presentan los resultados esperados. Finalmente, en la quinta sección se discuten las ventajas y desventajas de la metodología utilizada en esta investigación.

6.1. Descripción de la Investigación

En la Tabla 8 se presenta la matriz de diseño, mientras que en ANEXO D se puede consultar un diagrama general de los pasos a seguir en la Metodología. Para la investigación, se utiliza un enfoque deductivo, que intenta aplicar leyes universales a casos particulares. Se aplica la Metodología Cuantitativa, la cual se centra en hechos observables y medibles y utiliza el análisis estadístico para el tratamiento de los datos con el Software Stata 16.

Tabla 8.
Matriz de Diseño

Clasificación	Descripción	Este estudio
Metodología	CUANTITATIVA Hechos observables y medibles. Datos numéricos y análisis estadístico.	Análisis Estadístico ENIGH (2010-2022) Stata 16
Modelo	Modelo Econométrico	Modelo Logit Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)
Estrategia de Investigación	INVESTIGACIÓN CUASIEXPERIMENTAL Aísla el efecto de un cambio exógeno en un grupo de tratamiento.	Analiza cómo un cambio de política afecta la Pobreza Energética de los hogares mexicanos.

Análisis	Longitudinal Estudia variables a lo largo del tiempo	Analiza el comportamiento de la Pobreza Energética a lo largo del tiempo
Tipo de datos	Secundarios Datos de otros estudios	ENIGH (2010-2022); CONAGUA (2023); CFE (2023); CRE (2024); INEGI (2024)

Elaboración Propia

Para abordar el problema de la presente investigación, es necesario conocer las condiciones de los hogares antes y después de los cambios de estrategia energética. Además, es importante considerar que estas estrategias energéticas se aplicaron a nivel nacional. De forma que, es necesario identificar grupos de comparación plausibles que permitan aislar adecuadamente el efecto de la política. Por lo tanto, en esta investigación se aplicarán dos técnicas, Diferencias en Diferencias con variación de intensidades y Diferencias en Diferencias con emparejamiento.

En este sentido, se aplica un modelo general de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) con una estrategia de investigación cuasiexperimental de Diferencias en Diferencias y un Modelo Logit con una estrategia cuasiexperimental de *Propensity Score Matching* que pretenden evaluar el impacto de un shock exógeno comparando el comportamiento de un grupo de control y un grupo de tratamiento. En cuanto al tipo de estudio, se utiliza un Multi-metódico cuantitativo, es decir, se aplican dos cuasiexperimentos para comprobar el efecto del cambio de política, con datos cuantitativos o medibles de la Encuesta de Gastos e Ingresos de los Hogares (ENIGH;2010-2022), Comisión Federal de Electricidad (CFE,2023), Comisión Reguladora de Energía (CRE, 2023), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2023) y la clasificación climática del Instituto Nacional de Geografía (INEGI, 2024) en un periodo de 2010-2022, los cuales se clasifican como datos secundarios.

6.1.1. Datos

Las bases de datos utilizadas en este estudio se construyen principalmente a partir de los microdatos de la Encuesta de Gastos e Ingresos de los Hogares (ENIGH) en

un periodo de 2010-2022. La ENIGH es una encuesta nacional realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el cual tiene como objetivo principal proporcionar una visión completa de la situación de los hogares en el país, incluyendo la distribución de ingresos y la estructura de gasto (INEGI, 2024). Se utilizan las siguientes bases de microdatos de la encuesta: Hogares, Vivienda, Población, Gastos-Hogares y Concentrado hogar. El primer paso es convertir estas bases de datos en términos de hogar, agruparlas y normalizarlas, es decir, convertirlas en términos de privaciones. Una vez obtenidas y normalizadas las variables de la ENIGH, el siguiente paso es obtener las variables de precios, temperatura y clima.

Las variables relacionadas con el precio de electricidad se construyen a partir de la suma de la tarifa fija y tarifa variable a nivel nacional de 2010-2016 y por región de 2016-2022, obtenidos de los datos históricos de CRE (2023) y CFE (2023). En cuanto a los subsidios eléctricos, se toma en cuenta que los subsidios de verano para la electricidad se aplican de mayo a octubre (CFE, 2024). Además, la encuesta ENIGH se lleva a cabo entre los meses agosto y noviembre (ENIGH, 2024). Por lo tanto, para evitar los efectos de los subsidios de verano, se utilizan los datos de precios de la electricidad correspondientes al mes de noviembre de cada año de observación, así como las líneas de bienestar (CONEVAL, 2023) y las temperaturas máximas, promedio y mínimas de ese mismo mes (CONAGUA; 2023). Finalmente, las regiones bioclimáticas se obtuvieron de INEGI (2023).

El resultado son dos bases de datos generales: Matriz de Privaciones y Microdatos. La primera base de datos incluye todas las variables requeridas para construir los dos primeros indicadores de Pobreza Energética: *LIHC* y *MEDI*. De esta base de datos se derivan tres matrices secundarias: M1, M2 y M3, necesarias para construir el tercer indicador: *PEM*. Por otro lado, la segunda base de datos general (Microdatos) incluye las variables necesarias para aplicar el Modelo General y los cuasiexperimentos. Para el análisis, se omite el año 2020 con el objetivo de excluir el efecto de la pandemia COVID-19. Finalmente, para lograr el emparejamiento y cumplir con las especificaciones del modelo de Diferencias en

Diferencias que requiere observaciones antes y después del tratamiento, la base de datos general se divide en dos períodos (2010-2016) para evaluar la estrategia de apertura del mercado EPIE-2012 y (2016-2022) para la estrategia de monopolio natural ECFE-2018 (Ver sección 2.3). En este caso, el shock se representa como el cambio de mandato del poder ejecutivo federal.

6.1.2. Descripción de las variables utilizadas

En la Tabla 9 se muestran las variables utilizadas en esta investigación con su definición conceptual, operacional y su fuente. Las variables se organizan por variables dependientes, variables de los cuasiexperimentos y variables de control. A su vez, las variables de control se clasifican en variables relacionadas con características sociodemográficas del hogar, características de la vivienda, mercado eléctrico y clima. Para más información de las fuentes de las variables utilizadas consultar ANEXO E.

Tabla 9
Variables del estudio

Nombre	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador
Variables Dependientes			
Pobreza Energética por Ingresos	Indicador a nivel hogar que busca medir las carencias económicas relacionadas con cubrir los gastos energéticos.	Índice de pobreza Energética por ingresos del hogar observado i o Low Income High Cost (LIHC).	$LIHC_i$
Pobreza Energética por carencias sociales	Indicador a nivel hogar que busca medir carencias sociales relacionada con la energía.	Índice de Privación Energética del hogar observado i o Multidimensional Energy Deprivation Index (MEDI).	$MEDI_i$

Nombre	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador
Pobreza Energética Multidimensional	Indicador a nivel hogar que cuenta con al menos una carencia económica y una carencia social relacionadas con la energía de manera simultánea.	Índice de Pobreza Energética Multidimensional del hogar observado i (PEM).	PEM_i
Diferencias en Diferencias			
Grupo de Tratamiento: Hogares en climas extremos	Hogares que habitan en zonas con clima considerado extremo (desértico y tropical)	Variable dicótoma que toma el valor de 1 si el hogar observado i habita en una zona con clima desértico o tropical y 0 si habita en zona templada	$Grbio_i$
Grupo de Tratamiento: Emparejamiento por puntaje de propensión (1:1)	Probabilidad de que el hogar que habita en zona con clima extremo sufra de pobreza energética basado en las covariables observadas y emparejado con un hogar que habita en zona templada con puntaje similar.	Variable dicótoma que toma el valor de 1 si el hogar observado i si pertenece al grupo de tratamiento emparejado y 0 si corresponde al grupo de control.	$GPscore_i$
Tratamiento: Cambio de estrategia eléctrica	Año del cambio de estrategia eléctrica en México	Variable dicótoma que toma el valor de 1 en el año del cambio de estrategia eléctrica (por ejemplo, E-PIE 2012, E-CFE 2018) y 0 antes	t_e

Nombre	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador
del cambio de estrategia.			
Variables de control			
Características sociodemográficas			
Ingreso	Suma de los ingresos por trabajo, los provenientes de rentas, de transferencias, de estimación del alquiler y de otros ingresos	Logaritmo natural del ingreso real trimestral del hogar observado i (pesos mexicanos constantes de 2012)	LnI_i
Sexo del jefe de familia	Distinción biológica que clasifica al jefe del hogar en hombre o mujer.	Variable dicótoma que representa la clasificación biológica del jefe de familia del hogar observado i , la cual toma el valor de 1 si la cabeza de familia es mujer y 0 si es hombre.	$Sexo_{ji}$
Edad del jefe de familia	Años de vida del jefe de familia	Número de años de vida del jefe de familia del hogar observado i	$Edad_{ji}$
Integrantes	Número de personas pertenecientes al hogar, sin considerar a los trabajadores domésticos y a los familiares de estos ni a los huéspedes.	Número de integrantes del hogar observado i	$Integr_i$
Etnia	Proporción de integrantes del hogar de 3 años o más que de acuerdo con su cultura se	Porcentaje de integrantes del hogar observado i que de acuerdo con su cultura se consideran indígenas.	$Etnia_i$

Nombre	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador
Integrantes mayores de edad	consideran indígenas.	Porcentaje de integrantes del hogar que tienen 65 o más años.	$Vejez_i$
Integrantes menores de edad	Proporción de integrantes del hogar que tienen 11 o menos años.	Porcentaje de integrantes del hogar observado i que tienen 11 o menos años.	$Menor_i$
Integrantes con problemas de salud	Personas que han tenido algún problema de salud que les haya impedido realizar sus actividades diarias.	Variable dicótoma igual a 1 si algún integrante del hogar observado i tiene problemas de salud.	$Psalud_i$
Integrantes discapacitados	Discapacidad que presenta algún integrante del hogar (limitación para moverse, caminar, usar sus brazos o piernas, persona ciega, sorda o muda, retraso o deficiencia mental).	Variable dicótoma igual a 1 si algún integrante del hogar observado i tiene algún grado de discapacidad.	$Discap_i$
Integrantes ocupados	Personas que perciben ingreso corriente monetario y están ocupados.	Variable dicótoma igual a 1 si algún integrante del hogar observado i percibe ingreso corriente monetario y están ocupados.	$Ocupados_i$
Hogar monoparental	Hogar con un solo parente o bien si el cónyuge del jefe del hogar de 12 o más años no habita en el hogar.	Variable dicótoma que toma el valor 1 si el cónyuge del jefe de familia del hogar observado i no	$Hmono_{ji}$

Nombre	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador
		habita en el hogar y 0 si lo hace.	
Características del hogar			
Cuartos	Total de cuartos que tiene la vivienda, independientemente de su uso.	Número total de cuartos que tiene la vivienda, independientemente de su uso.	<i>Cuartos_i</i>
Antigüedad	Antigüedad de la construcción de la vivienda	Número de años de construcción de la vivienda	<i>Antigüedad_i</i>
Características del Mercado			
Precio de electricidad	Tarifa básica de electricidad de la entidad donde habita el hogar	Tarifa básica promedio de la entidad obtenida por la suma de tarifa fija y la tarifa variable de electricidad (MXN a precios de 2012)	<i>P_e</i>
Clima			
Temperatura	Magnitud física que mide la energía cinética interna de un cuerpo, objeto o del medio ambiente en general.	Temperatura promedio anual de la entidad donde habita el hogar observado <i>i</i> federativa (grados centígrados)	$^{\circ}\text{C}_i$
Región Bioclimática	Zona geográfica del país que comparte características similares en términos de clima, incluyendo elementos como la temperatura y la precipitación.	Región Bioclimática donde habita el hogar observado <i>i</i> : 01 Bosque tropical 02 sabana Tropical 03 árido desértico 04 estepa árida caliente 05 estepa árida fría	<i>Rbio_i</i>

Nombre	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador
		06 templado caliente 07 templado 08 templado frío	

Elaboración Propia

6.2. Metodología Objetivo 1: Construir tres indicadores de Pobreza Energética (*LIHC, MEDI, PEM*)

Para lograr el primer objetivo secundario, construir tres indicadores de Pobreza Energética: Pobreza Energética por Ingresos, Índice de Privación Energética y Pobreza Energética Multidimensional (...), se siguió el método Alkire y Foster (2007), utilizado comúnmente en el cálculo de índices multidimensionales de pobreza general y energética (Nussbaumer, 2013; Haugtong y Khander, 2009; Cedano et al., 2022 y CONEVAL, 2019). Además, para el cálculo de la Pobreza Energética Multidimensional, se siguió la metodología de CONEVAL (2019) que combina las dimensiones de ingresos y carencias sociales.

De manera general, para identificar a la población en situación de Pobreza Energética se lleva a cabo en tres fases (ver ANEXO D): 1) Se evalúa si los ingresos de un hogar son insuficientes para cubrir sus necesidades energéticas, 2) de manera separada, se evalúa si el hogar presenta privaciones en los indicadores sociales relacionados con los derechos energéticos. Y 3) se evalúa si el hogar sufre de carencias energéticas por ingreso y carencias energéticas por carencias sociales de manera simultánea. Siguiendo el marco conceptual en la sección 3.1.2 de esta investigación, estas dimensiones se dividen en dos grupos:

- **Dimensión asociada al bienestar económico.** Se mide operativamente mediante el indicador Low Income High Cost (*LIHC*) que captura tanto los gastos energéticos del hogar, como los ingresos restantes.

- **Dimensiones asociadas a los derechos energéticos.** Se mide operativamente mediante el cálculo de un índice multidimensional adaptado del Índice de Privación Energética (*MEDI*) de Cedano et al., (2021). Las dimensiones del índice incluyen: disponibilidad de electrodomésticos para entretenimiento, educación y confort térmico, así como acceso a servicios básicos como electricidad, drenaje, saneamiento y agua.

Siguiendo las dimensiones del estudio, el orden del cálculo de los índices de Pobreza Energética es:

1. Pobreza Energética por ingresos (Low Income High Cost - *LIHC*)
2. Pobreza Energética por derechos energéticos (Índice de Privación Energética - *MEDI*)
3. Pobreza Energética Multidimensional (*PEM*)

Cada una de las medidas de Pobreza Energética mencionadas se construyen fundamentalmente en dos etapas: 1) se identifican los hogares en pobreza energética por ingresos, asignando una calificación a cada hogar y 2) se calculan las medidas agregadas de las carencias de la población a nivel nacional y según la región bioclimática utilizando el método Alkire y Foster (2007) (ANEXO D). Los pasos generales se enlistan a continuación (CONEVAL, 2019):

1. **Definir operativamente el indicador.** Donde se delimitan los factores y ponderaciones de cada uno de los índices. Para el bienestar económico se utilizó el índice *LIHC*, que incluye solo dos factores. Para los factores asociados a los derechos que requieren electricidad (*MEDI*), se definieron conceptualmente conforme a Nussbaumer, (2013); UNDP, (2019) y Cedano et al., (2021). Operativamente, se identificaron utilizando la metodología de análisis factorial. Finalmente, el Índice de Pobreza Multidimensional (*PEM*) se define operativamente conforme a CONEVAL, (2019).
2. **Identificación de carencias en cada factor específico.** Para cada uno de los factores que componen los índices, se creó una variable dicótoma que determina si una persona presenta carencia en el factor correspondiente o

no. La variable dicótoma creada toma el valor de 1 cuando el hogar tiene por lo menos una carencia en ese factor y 0 en el caso contrario. Tanto las carencias económicas, como las carencias sociales se agrupan en la Matriz de privaciones.

3. **Índice de privación por hogar.** Se calcula la “calificación” para cada hogar con la suma ponderada de las carencias asociadas a cada uno de los indicadores (*LIHC, MEDI y PEM*).
4. **Cálculo de medidas agregadas.** Para cada uno de los indicadores se calculan tres medidas agregadas tanto a nivel nacional como a nivel región bioclimática: índice de incidencia (*H*), índice de profundidad (*A*) e índice de intensidad (*LIHC, MEDI y PEM*).

6.2.1. Pobreza Energética por Ingresos (*LIHC*)

Paso 1. Definir operativamente el indicador

Como se mencionó en la sección 3.1.3, es común medir la Pobreza Energética por medio del gasto de electricidad. El cálculo del Índice Low Income High Cost se muestra en la Ecuación (5):

$$LIHC_i = w_d I \left[\frac{G_e}{G_t} \geq 10\% \right] + w_d I[(y_i - G_e) < LB] \quad (5)$$

Donde:

$LIHC_i$: índice de Pobreza Energética por ingresos del hogar i , el cual oscila entre 0 y 1.

w_d : Ponderación por dimensión (d) o carencia con valor a 0.5.

I : Función indicadora o condición. Es igual a 1 si la condición es verdadera y 0 si es falsa.

G_e : Gasto de electricidad trimestral del hogar observado i

G_t : Gasto total trimestral del hogar observado i

10% : Umbral de gasto de electricidad o regla del 10%, límite máximo del porcentaje destinado a gasto de energía con respecto al gasto total de un hogar sin pobreza energética.

y_i : Ingreso total trimestral del hogar observado i

LB : Umbral de ingresos mínimo, Línea del Bienestar trimestral moderada del hogar en el mes de noviembre de cada año de observación.

Resumiendo, la Ecuación (5) se compone de dos condiciones o carencias que se evalúan a nivel hogar:

$I\left[\frac{G_e}{G_t} \geq 10\%\right]$: Condición número uno, indicador de alto gasto energético.

Verifica si la proporción del gasto en electricidad del hogar observado i es mayor a la regla del 10%. Toma el valor de 1 si el gasto energético excede el umbral y 0 en caso contrario.

$I[(y_i - G_e) < LB]$: Condición número dos, indicador de bajos ingresos. Toma el valor de 1 si el hogar se encuentra por debajo de la línea de pobreza moderada después de cubrir su gasto energético y 0 en caso contrario. En este sentido, con la Línea de Bienestar Moderada se permite identificar a la población que no cuenta con los recursos suficientes para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades tanto alimentarias y no alimentarias (CONEVAL, 2019, p.35).

Paso 2 y 3. Identificación de carencias en cada factor específico y cálculo del índice individual.

A continuación, se identifica si el hogar observado i sufre de alguna carencia económica o de ambas y se calcula la “calificación” con la suma ponderada de las carencias asociadas a cada uno de los indicadores, cada una con ponderación ($w_d = 0.5$). Finalmente, las viviendas en condición de Pobreza Energética se identifican con otra variable dicótoma al definir un límite $k > 0$ que se aplica a un vector que considera la calificación de cada hogar (c_i) . En este sentido, se

considera que una vivienda se encuentra en Pobreza Energética si el conteo de privaciones ponderadas del hogar i (c_i) excede k , como se muestra en la Ecuación (6) (Cedano et al., 2021):

$$c_i(k) = \begin{cases} 0, & c_i < k \\ 1, & c_i \geq k \end{cases} \quad (6)$$

Donde:

$c_i(k)$: Indicador binario que toma el valor de 1 si el índice de pobreza energética (c_i) por hogar excede el umbral k y 0 en el caso contrario

c_i : Índice de pobreza energética del hogar i

k : umbral del índice.

Es decir, $c_i(k)$ es un indicador binario que toma el valor de 1 si el índice de pobreza energética (c_i) del hogar i excede el umbral k y 0 en el caso contrario. En este caso, el umbral para *LICH* moderado toma el valor de 0.5 ($k = 0.5$), y el umbral para la categoría de Pobreza Energética por ingresos extrema *LIHC* toma el valor de uno ($k = 1$).

Paso 4. Cálculo de medidas agregadas.

El siguiente paso es calcular las medidas agregadas conforme a CONEVAL (2019), las cuales se calculan a nivel nacional y a nivel región bioclimática:

- Índice de incidencia (H)
- Índice de profundidad, también conocida como Brecha de Pobreza (A)
- Índice de intensidad de Pobreza Energética (PE)

Es importante mencionar que estas medidas agregadas se calculan para todos los índices de Pobreza Energética utilizados en esta investigación.

Medida de incidencia (H).

La medida de incidencia, también conocida como *Headcount index* (H), indica la proporción de hogares en un país o región que experimenta pobreza energética. Su cálculo se presenta en la Ecuación (7) (CONEVAL, 2019, p. 40):

$$H = \frac{q}{n} \quad (7)$$

Donde,

H : Tasa de incidencia de la pobreza energética, que representa la proporción de hogares en condición de Pobreza Energética.

q : Número de hogares en pobreza energética, identificados como aquellos cuya suma de privaciones ponderadas c_i excede el umbral k ($c_i > k$).

n : Número total de hogares en la muestra.

Medida de profundidad (A).

La medida de profundidad (A) permite identificar la “calificación” promedio de los hogares en pobreza energética, la cual representa la gravedad de esta condición. La Ecuación (8) muestra el cálculo de A (CONEVAL, 2019, p. 40):

$$A = \frac{1}{q} \sum_{i=1}^q C_i(k) \quad (8)$$

Donde:

A : Índice de profundidad, que representa la distancia promedio de los pobres energéticos respecto al umbral de pobreza k .

k : Umbral del índice.

$c_i(k)$: Suma de privaciones ponderadas censuradas del hogar i que exceden el umbral k ($c_i > k$).

q : Número de hogares en Pobreza Energética, cuya suma de privaciones excede el umbral k ($c_i > k$).

En línea con la metodología de CONEVAL (2019) y Cedano et al., (2021), el índice A se calcula como la suma promedio de las privaciones ponderadas censuradas de los hogares en pobreza energética, dividida por el número total de hogares en dicha situación.

Medida de intensidad (PE).

El siguiente paso metodológico consiste en calcular la medida de intensidad de la Pobreza Energética (PE), basada en el marco de Alkire y Foster (2007). Este índice captura tanto la incidencia como la profundidad de la Pobreza Energética. Gracias a su sensibilidad facilita el análisis de los determinantes de esta condición

y la evaluación de políticas públicas (Nussbaumer et al., 2013). Para obtener esta medida se multiplica la tasa de incidencia (H) y el índice de profundidad (A), según se muestra en la Ecuación (9) (Cedano et al., 2021):

$$PE = H * A \quad (9)$$

Donde:

PE : Índice de intensidad de la Pobreza Energética a nivel nacional/regional.

H : Tasa de incidencia de la Pobreza Energética, representa la proporción de hogares en la muestra que se encuentran en condición de pobreza energética.

A : Índice de profundidad de la Pobreza Energética, distancia promedio de los hogares en Pobreza Energética respecto al umbral de privación.

6.2.2. Índice de Privación Energética (*MEDI*).

*Paso 1. Definir operativamente el indicador (*MEDI*).*

Para identificar las dimensiones y ponderaciones del índice *MEDI*, conceptualmente, se relacionan los derechos sociales que requieren energía (García y Mundó 2014) con las dimensiones e indicadores de privación energética como: Disponibilidad, Eficiencia y Accesibilidad (Faiella y Lavecchia 2019; Kahana et al., 2019) que utilizan privaciones energéticas tomadas de UNDP (2019) y Cedano et al., (2021), los cuales se describen en la sección 3.1.3.

Por otro lado, operativamente se utilizó el análisis factorial, un método estadístico que mide la estructura subyacente en una serie de datos. Según Campo-Arias et al., (2012), es el método más común en el desarrollo de indicadores compuestos, ya que es simple y permite la construcción de ponderaciones que representan el contenido de información de indicadores individuales. Este análisis, permite identificar la interdependencia entre variables y ayuda a conocer el número de factores necesarios que faciliten el análisis de investigación (OCDE, 2008).

Análisis factorial.

El análisis factorial es una técnica exploratoria de interdependencia que considera todas las variables de manera simultánea, donde cada una de las

variables está relacionada con las demás. El análisis factorial predice nuevas variables en función de las que ya están establecidas denominadas “factores”, los cuales son un conjunto de las variables observadas (Campo-Arias et al., 2012).

Para su análisis se deben cumplir dos principios: 1) principio de parsimonia, el cual indica que el fenómeno debe explicarse de la manera más sencilla o, en este caso, con el menor número de elementos posibles. 2) principio de interpretabilidad, que indica que los factores deben ser susceptibles a una interpretación sustantiva. En este sentido, el resultado ideal es el menor número de factores que sean sencillos e interpretables (OCDE, 2008).

Su objetivo es describir un conjunto de Q variables x_1, x_2, \dots, x_n en términos de un número menor de m factores F_1, F_2, \dots, F_m y resaltar la relación entre estas variables. El análisis de factores supone que los datos se basan en los factores subyacentes del modelo y que la varianza de los datos se puede descomponer en factores comunes y únicos (OCDE, 2008). El método general se expresa en la Ecuación (10) (Halling y Liska, 2007):

$$x_j = \sum_{k=1}^m \alpha_{jk} F_k + \varepsilon \quad (10)$$

Donde:

x_j : Variables observadas (o ítems) del indicador j , las cuales están estandarizadas con una media cero y una varianza unitaria.

α_{jk} : Cargas factoriales o pesos factoriales que representan la fuerza y dirección de la relación lineal entre la variable observada x_j y el factor común F_k .

F_k : Factores comunes o latentes, son las dimensiones subyacentes o conceptos no observados que explican las correlaciones entre las variables observadas. Los cuales se asumen estandarizados, con media cero, varianza unitaria y se consideran ortogonales.

k : Índice que representa cada uno de los m factores comunes F_k considerados en el modelo.

m : Número total de factores comunes identificados en el modelo.

ε : Término de error. Representa la varianza de la variable x_j que no es explicada por los factores comunes e incluye tanto la varianza específica de la variable como el error de medición.

Para definir los factores se utiliza el criterio Kaiser, el cual descarta todos los factores con valores *eigen* menores a 1, bajo el principio de que un factor debe explicar al menos la varianza de una variable individual estandarizada. Despues de elegir el número de factores a conservar, es una práctica estándar realizar la rotación para mejorar la interpretabilidad de los resultados (OCDE, 2008). En este estudio, se utilizó el método de rotación *varimax*. Donde la varianza explicada por los componentes girados se distribuye de manera más uniforme que para los no rotados.

Dimensiones MEDI: Análisis de consistencia interna (Coeficiente de Cronbach Alfa).

El Coeficiente de Cronbach Alfa (c-alfa) es la estimación más común de consistencia interna de los indicadores individuales en un modelo o encuesta (Gujarati, 2003; Campo-Arias et al., 2012). Evalúa qué tan bien un conjunto de indicadores individuales mide un solo objeto unidimensional (por ejemplo, actitud, fenómeno, etc.). El Coeficiente Alfa de Cronbach se puede definir como en la Ecuación (11) (Lara y Merino-Soto, 2015):

$$\alpha_c = \left(\frac{Q}{Q-1} \right) \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^Q \text{var}(x_i)}{\text{var}(X_T)} \right) \quad (11)$$

Donde:

α_c : Coeficiente Alfa de Cronbach. Medida de la consistencia interna o fiabilidad de un conjunto de Q variables o ítems que se asume mide un único constructo unidimensional.

Q : Número total de variables o ítems en la prueba o instrumento.

$\text{var}(x_i)$: Varianza de la puntuación del ítem i individual.

$\text{var}(X_T)$: Varianza de la puntuación total de la escala donde $X_T = \sum_{i=1}^Q x_i$.

Es decir, es la varianza de la suma de todas las puntuaciones de los ítems.

Si no existe correlación y los indicadores individuales son independientes, entonces C-alfa es igual a cero, mientras que, si los indicadores individuales están perfectamente correlacionados, C-alfa es igual a uno. Es decir, si la correlación es alta, entonces hay evidencia de que los indicadores individuales están midiendo el mismo constructo subyacente. Por lo tanto, un c-alfa alto indica que los indicadores individuales miden bien el fenómeno. Se considera una fiabilidad aceptable cuando C-alfa es mayor de 0.50-0.80 (OCDE, 2008).

Paso 2. Identificación de carencias en cada factor específico

Una vez identificadas las dimensiones del indicador, se procede a calcular el índice *MEDI*. Se utiliza la Matriz de Privaciones que incluye todas las variables (j), las dimensiones (d) y las ponderaciones de cada dimensión (w_d). Posteriormente, se establecen los umbrales de carencia (z_j) para cada variable (j), según los criterios de Nussbaumer et al., (2013) y Cedano et al., (2021). Esto permite crear otra variable indicativa (g_{ij}) que detecte a todos los hogares con privaciones en cualquier variable (j) como en la *Ecuación (12)* (Cedano et al., 2021):

$$g_{ij} = \begin{cases} 0, & y_{ij} \geq z_j \\ 1, & y_{ij} < z_j \end{cases} \quad (12)$$

Donde:

g_{ij} : Indicador de privación del hogar i respecto a la variable j . Toma el valor de 1 si el hogar observado i está privado en la variable j y 0 si no lo está.

y_{ij} : Valor de la variable j para el hogar i .

z_j : Umbral o punto de corte que define la privación en la variable j .

Dado que, las variables se codifican para evaluar una privación, el umbral z_j se establece en función de la condición que define la privación. Por ejemplo, si la variable j es refrigerador, el umbral de privación sería ($z_j = 1$). Si el hogar no posee refrigerador ($y_{ij} = 0$), se considera que está privado en esa variable j . Por lo tanto, el indicador de privación g_{ij} tomaría el valor de 1.

Posteriormente, se construye otra variable (c_{g_i}) que se refiere al conteo de privaciones del hogar i y se define como en la Ecuación (13), donde se suman las privaciones g_{ij} correspondientes a cada variable j dentro de la dimensión d (Cedano et al., 2021):

$$c_{g_i} = \sum_{j=1}^d g_{ij} \quad (13)$$

Donde:

c_{g_i} : Conteo de privaciones del hogar i

g_{ij} : Indicador binario de privación del hogar i en la variable j de la dimensión d . Toma el valor de 1 si el hogar observado i está privado en la variable j y 0 si no lo está.

El siguiente paso es crear otra variable dicotómica para identificar si el hogar tiene privación en la dimensión d . Tal como se muestra en la Ecuación (14) (Cedano et al., 2021):

$$p_{id} = \begin{cases} 0, & c_{g_i} < z_d \\ 1, & c_{g_i} \geq z_d \end{cases} \quad (14)$$

Donde:

p_{id} : Indicador binario de privación del hogar i en la dimensión d

c_{g_i} : Conteo de privaciones del hogar i en la dimensión d

z_d : Umbral que define la privación en la dimensión d

En este caso, se considera que el hogar tiene privación en toda la dimensión (d) si presenta por lo menos una carencia en la alguna variable (j) que componen dicha dimensión. Por lo tanto, ($z_d = 1$).

Paso 3. Cálculo de índice individual.

El cálculo del índice se realiza para cada hogar (i). Este se obtiene sumando los valores binarios de los indicadores de privación por dimensión (p_{id}) multiplicados por la ponderación correspondiente (w_d), como indica la Ecuación (15) (CONEVAL 2019):

$$c_{id} = \sum (p_{id} * w_d) \quad (15)$$

Donde:

c_{id} : índice de Pobreza Energética del hogar i .

p_{id} : Indicador binario de privación del hogar i en la dimensión d .

w_d : Ponderación de la dimensión d .

Finalmente, las viviendas en condición de Pobreza Energética por derechos energéticos se identifican con otra variable dicótoma al definir un umbral $k > 0$ que se aplica al vector c_{id} como en la Ecuación (6) anteriormente explicada en la sección 6.2.1.

Conforme a la definición de pobreza de CONEVAL (2019), un hogar se encuentra en situación de Pobreza Energética moderada por derechos energéticos (*MEDI* moderado) cuando no tiene garantizado el ejercicio de al menos uno de sus derechos relacionados con la energía. Por lo tanto, el umbral para *MEDI* moderado toma el valor de uno ($k = 1$). Del mismo modo, para identificar a los hogares en pobreza energética extrema por derechos energéticos (*MEDI* extremo), se debe aplicar un ejercicio similar. Esto es cuando se vulneran al menos tres de los derechos energéticos ($k = 3$) (CONEVAL, 2019).

Paso 4. Cálculo de medidas agregadas.

Al igual que con el índice *LIHC*, se calculan las medidas agregadas a nivel nacional y a nivel región bioclimática para el índice *MEDI*. Las tres medidas agregadas son Índice de incidencia (H) Ecuación (7), Índice de profundidad (A) Ecuación (8) e Índice de intensidad de Pobreza Energética (PE) Ecuación (9).

6.2.3. Pobreza Energética Multidimensional (PEM)

Paso 1. Definir operativamente el indicador

Tanto el índice *LIHC*, como el *MEDI* proporcionan de manera independiente un diagnóstico de las dificultades económicas y las carencias sociales en materia de energía que afectan a los hogares mexicanos. CONEVAL (2019) considera que,

(...) al ser términos conceptuales y cuantitativos diferentes, no es metodológicamente consistente combinarlos en un único índice de pobreza multidimensional. Sin embargo, sí es posible utilizarlos en conjunto para identificar

aquellos hogares que experimentan privaciones simultáneas en ambas dimensiones (p. 39).

Siguiendo la metodología de CONEVAL (2019), ambos indicadores se logran combinar al obtener tres submatrices: M1, M2 y M3. En la submatriz M1 se incluyen los hogares en condición de Pobreza Energética por ingresos moderada, es decir, que tienen una carencia en *LIHC*. Por otro lado, en M2 se encuentran los hogares que cumplen las dos condiciones *LIHC*, es decir, con Pobreza Energética por ingresos extrema. Finalmente, los hogares que no están en M1 y M2 se agrupan en la submatriz M3, en la que se ubica la población sin carencias económicas relacionadas con la energía.

Paso 2 y 3. Identificación de carencias en cada factor específico y cálculo de índice individual

La identificación de carencias para el indicador *PEM* moderado y *PEM* extremo se realiza utilizando las submatrices M1 y M2. Para lograrlo, se aplica el mismo procedimiento que el índice anterior (*MEDI*), utilizando las Ecuaciones (12-15). Una de las ventajas de utilizar este indicador es la posibilidad de adaptar las definiciones de CONEVAL (2019) mencionadas en la sección 3.1.2, para obtener una desagregación más minuciosa de los hogares mexicanos y así, identificar a los hogares más vulnerables que sufren tanto privaciones económicas como sociales energéticas de forma simultánea. Tal como se muestra en la Figura 10:

Figura 10.
Pobreza Energética Multidimensional (PEM)

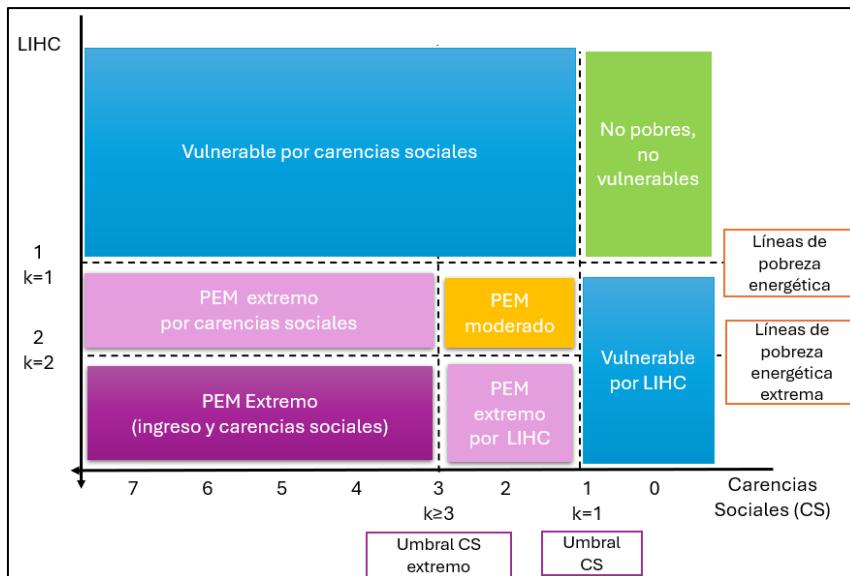


Figura 10 Elaboración Propia adaptado de CONEVAL (2019)

En el eje Y se muestra *LIHC*. Aquellos hogares que cumplen por lo menos una condición de *LIHC* ($k = 1$) se definen como pobres energéticos moderados por ingresos, mientras que los hogares que cumplen con las dos condiciones se definen como pobres energéticos extremos por ingresos. Por otro lado, en el eje X se muestran las dimensiones de *MEDI* con sus umbrales.

Así mismo, se identifican a los hogares más pobres que sufren privaciones en ambas dimensiones de manera simultánea. En este sentido, se denomina pobre energético moderado por derechos energéticos si el hogar tiene por lo menos una privación ($k = 1$) en ambos indicadores representado por el color amarillo y se define como pobre energético extremo por carencias sociales a los hogares que tienen una carencia *LIHC* y tres o más carencias sociales ($k = 3$), en color uva.

Los hogares en Pobreza Energética Multidimensional Extrema *PEMx* (área púrpura) son aquellos que cumplen las dos condiciones *LIHC* y tienen tres o más carencias sociales en *MEDI*. Finalmente, es posible identificar a los hogares más propensos a sufrir Pobreza Energética Multidimensional *VPEM* (áreas azul cielo). Se define como vulnerables por ingresos a los hogares que cumplen por lo menos

una condición *LIHC* pero no tienen ninguna carencia social en *MEDI*. Y vulnerable por carencias sociales aquellos hogares que no tienen dificultades económicas referentes a la energía (no cumplen con *LIHC*), pero tienen una o más carencias sociales en *MEDI*). Finalmente, aquellos hogares que no tienen ninguna carencia económica o social relacionada con la energía se denominan “No pobres, no vulnerables” (área verde).

Paso 3. Cálculo de medidas agregadas.

Finalmente, se calculan las medidas agregadas a nivel nacional y a nivel región bioclimática para *PEM* moderado y *PEM* extremo que corresponden a las Ecuaciones (7-9).

Obteniendo los tres indicadores de Pobreza Energética (*LIHC*, *MEDI* y *PEM*), y realizando análisis estadístico se pretende comprobar la **Hipótesis secundaria 1: La Pobreza Energética disminuyó en los hogares mexicanos entre 2010-2022.**

6.3. Metodología Objetivo 2: Aplicar dos cuasiexperimentos DID

6.3.1. Especificación del Modelo General: Determinantes de la Pobreza Energética

Una vez listas las mediciones de la Pobreza Energética, el siguiente paso es aplicar dos cuasiexperimentos para determinar el efecto de las políticas energéticas que se desea evaluar. Como primer paso, se presenta el modelo general de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) sobre los determinantes de la Pobreza Energética según la literatura revisada y utilizando la Base de datos Microdatos (ver secciones 3.1.2). El Modelo General se expresa en la Ecuación (16)

$$\begin{aligned}
 c_{id} = & \beta_0 + \beta_1 \ln I_i + \beta_2 Sexo_{ji} + \beta_3 Edad_{ji} + \beta_4 Etnia_i + \beta_5 Vejez_i + \beta_6 Menor_i \\
 & + \beta_7 Ocupados_i + \beta_8 Psalud_i + \beta_9 Discap_i + \beta_{10} Hmono_i + \beta_{11} Cuartos_i \\
 & + \beta_{12} Antigüedad_i + \beta_{13} Integr_i + \beta_{14} P_e + \beta_{15} {}^\circ C_i + \beta_{16} RBio_i + \varepsilon
 \end{aligned} \tag{16}$$

Donde:

c_{id} : Suma de Privaciones ponderadas del hogar (“calificación del hogar”) representado por *LIHC*, *MEDI* y *PEM*.

LnI_i : Logaritmo del ingreso total del hogar i

$Sexo_{ji}$: Variable dicótoma que toma el valor de 1 si el jefe de familia (j) del hogar observado i es mujer y 0 en caso contrario.

$Edad_{ji}$: Edad del jefe de familia (j) del hogar observado i en años vida

$Etnia_i$: Porcentaje de habitantes mayores a tres años del hogar observado i que se identifican como parte de una etnia.

$Vejez_i$: Porcentaje de habitantes del hogar observado i mayores de 65 años.

$Menor_i$: Porcentaje de habitantes del hogar observado i menores de 12 años.

$Discap_i$: Variable dicótoma igual a 1 si el hogar observado i cuenta con al menos un habitante con discapacidad.

$Ocupados_i$: Número de habitantes del hogar observado i que cuenta con ingreso corriente y están ocupados.

$Psalud_i$: Variable dicótoma si el hogar observado i cuenta con al menos un habitante con problemas de salud.

H_{mono}_i : Variable dicótoma que toma el valor 1 si el hogar observado i es monoparental y 0 si ambos padres viven en el hogar.

$Cuartos_i$: Número de cuartos de la vivienda del hogar observado i .

$Antigüedad_i$: Número de años de construcción de la vivienda del hogar observado i .

$Integr_i$: Número de integrantes del hogar observado i .

P_e : Tarifa básica promedio de electricidad de la entidad donde se localiza el hogar observado i . (MXN a precios de 2012).

$^{\circ}C_i$: Temperatura promedio anual de la entidad federativa donde se localiza el hogar observado i en grados centígrados.

$RBio_i$: Región bioclimática donde se localiza el hogar observado i .

ε : Término de error.

El modelo de MCO se basa en el Teorema de Gauss-Markov, que utiliza un conjunto de diez supuestos (Gujarati, 2003). Si el Modelo General especificado cumple con estos supuestos, los estimadores de MCO pueden considerarse como

MELI (Mejor Estimador Lineal Insesgado). Sin embargo, al utilizar microdatos, estos supuestos suelen violarse. Por ejemplo, en microdatos, la varianza del término de error no suele ser constante a lo largo de todas las observaciones, lo que conduce a problemas de heterocedasticidad. Por otro lado, la autocorrelación entre las variables es común en series de tiempo de microdatos. Ya que el comportamiento individual, suele estar relacionado con el comportamiento anterior. Finalmente, es posible que las variables utilizadas en el modelo estén sujetas a errores de medición o que el modelo omita variables relevantes (Wooldrige, 2001).

No obstante, el uso de microdatos ofrece algunas ventajas. Por ejemplo, permite analizar la heterogeneidad de los individuos, obtener una imagen más precisa y detallada de la realidad económica y así, comprender mejor los mecanismos subyacentes de los fenómenos económicos (Deaton, 2015).

6.3.2. Especificación de Cuasiexperimentos

Posteriormente, se aplicaron dos cuasiexperimentos: Diferencias en Diferencias con variación de intensidades (*DID Simple*) y Diferencias en Diferencias con Emparejamiento por puntaje de propensión (*DID PSM*) para identificar el comportamiento de la Pobreza Energética después de los cambios de estrategia en el sector eléctrico. El Modelo *DID* se presenta en la Ecuación (17):

$$c_{id} = \beta_0 + \beta_1 \text{Grupo}_{\text{trat}} + \beta_2 t_e + \beta_3 \text{Grupo}_{\text{trat}} * P_e + \beta_4 \text{Grupo}_{\text{trat}} * P_e * t_e + C\gamma'_i + \varepsilon$$

(17)

Donde:

c_{id} : índice de Pobreza Energética para el hogar i . Obtenido por la suma de privaciones ponderadas del hogar (“calificación del hogar”) representado por, Pobreza Energética por ingresos (*LIHC*), Índice de Privación Energética (*MEDI*) o Pobreza Energética Multidimensional (*PEM*)

$Grupo_{trat}$: Variable dicótoma de grupo de tratamiento que toma el valor de 1 si el hogar i forma parte del grupo de tratamiento y 0 en caso contrario. Este grupo puede ser definido por características como vivir en climas extremos (*Grbio*) o por emparejamiento por puntaje de propensión (*GPscore*).

t_e : Variable dicótoma de cambio de estrategia eléctrica, la cual toma el valor de 1 en el año en que hubo cambio de sexenio. 2012 para E-PIE y 2018 para E-CFE.

P_e : Tarifa básica promedio de electricidad de la entidad donde se localiza el hogar observado i . (MXN a precios de 2012).

Cy'_i : Conjunto de covariables de los determinantes de la Pobreza Energética (según modelo general) como LnI_i , $Sexo_{ji}$, $Edad_{ji}$, $Etnia_i$, $Vejez_i$, $Menor_i$, $Ocupados_i$, $Psalud_i$, $Discap_i$, $Hmono_i$, $Cuartos_i$, $Antigüedad_i$, $Integr_i$, P_e , $^{\circ}C_i$, $RBio_i$

ε : Término de error.

Cuasiexperimento 1. DID con tratamiento de intensidades

Cuando una política aplica a todo el territorio, es posible utilizar un tratamiento de intensidades para definir los grupos del cuasiexperimento. La idea general es identificar aquellos hogares más sensibles al cambio de política (grupo de tratamiento) y compararlos con el grupo menos sensible o “indiferente” al shock exógeno (grupo de control) (Duflo, 2001; Gorard, 2013). A continuación, se describe el cuasiexperimento y su justificación:

Grupo de Control: hogares pobres energéticos que habitan en zonas templadas.

Grupo de Tratamiento: hogares pobres energéticos que habitan en zonas con clima extremo (tropical y árido).

Tratamiento: Cambio de estrategia eléctrica a nivel nacional, vinculado al cambio de administración del poder ejecutivo de los últimos dos sexenios (PIE-2012; CFE-2018).

Justificación: Los pobres energéticos son más vulnerables y sensibles tanto a cambios económicos, como a cambios sociales. Además, en zonas con clima extremo, la intensidad energética es mayor por el uso de calentadores y aires acondicionados, en comparación con los climas templados. Por lo tanto, los hogares en climas extremos son más sensibles a los cambios en los precios de la electricidad en comparación con los hogares en climas templados (Atamturk et al., 2012; CE; 2022 y US-EIA, 2023).

Cuasiexperimento 2. Diferencias en Diferencias con PSM

Para reducir el sesgo de selección de los grupos, y mejorar la precisión de las estimaciones del efecto de cambio de estrategia eléctrica, se emparejan las unidades del grupo de tratamiento con unidades del grupo de control similares en términos de características observables. Para estimar la probabilidad de sufrir Pobreza Energética en función de las covariables del modelo general se utilizó un modelo logit como en la Ecuación (18) (Gelter et al., 2021):

$$\Pr\{PE_i | Cy'_i\} = \frac{e^{\lambda h(Cy'_i)}}{1+e^{\lambda h(Cy'_i)}} \quad (18)$$

Donde:

$\Pr\{PE_i | Cy'_i\}$: Probabilidad de que el hogar i sufra Pobreza Energética condicionada a las variables de control observadas Cy'_i como; LnI_i , $Sexo_i$, $Edad_i$, $Etnia_i$, $Vejez_i$, $Menor_i$, $Ocupados_i$, $Psalud_i$, $Discap_i$, $Hmono_i$, $Cuartos_i$, $Antigüedad_i$, $Integr_i$, P_e , $^{\circ}C_i$, $RBio_i$

$h(Cy'_i)$: es la función de las covariables observadas Cy_i con términos lineales, interacciones y potencias.

Posteriormente, se empareja cada unidad de tratamiento con una unidad de control con puntaje de propensión similar mediante el método de emparejamiento uno a uno. El diseño del segundo cuasiexperimento se describe a continuación:

Grupo de Control: Hogares con baja probabilidad de sufrir pobreza energética, basado en las covariables observadas.

Grupo de Tratamiento: Hogares con alta probabilidad de sufrir pobreza energética, basado en las covariables observadas.

Tratamiento: Cambio de estrategia energética a nivel nacional, vinculado al cambio de administración del poder ejecutivo de los últimos dos sexenios (PIE-2012; CFE-2018).

Justificación: Modelo más robusto, ya que reduce el sesgo de selección de los grupos al emparejar unidades de tratamiento y control con características similares, así como refinar la estimación del efecto causal del tratamiento al comparar los grupos antes y después del evento.

El resultado de los cuasiexperimentos permitirá aceptar o rechazar la Hipótesis de Investigación: *La Pobreza Energética en los hogares mexicanos disminuyó en mayor medida después de la Estrategia hacia un Monopolio Natural en comparación con la Estrategia de Apertura del Mercado.*

6.4. Metodología Objetivo 3. Identificar la mejor estrategia para los hogares mexicanos

El objetivo central de esta sección es la identificación de la estrategia eléctrica más efectiva para mejorar el bienestar de los hogares mexicanos. Dada la complejidad del panorama del país, con disparidades regionales, diversidad en la composición de los hogares y múltiples factores que influyen en su bienestar, se requiere un enfoque riguroso y robusto para tomar una decisión. Para ello se aplican dos métodos, el primero es considerar una prueba de robustez para la validación cruzada, mientras que el segundo es analizar únicamente los resultados de aquel modelo que cuente con una mayor solidez.

6.4.1. Prueba de robustez de signos.

Según Geltler et al., (2021) una prueba de robustez adecuada para los cuasiexperimentos DID es comparar los resultados de diferentes grupos plausibles de comparación. En este sentido se priorizan los resultados que sean consistentes en diferentes especificaciones de los modelos, es decir, se comparan los resultados de *DID Simple* y *DID PSM*. En este sentido, si el efecto de la estrategia energética es similar en los modelos comparados se puede afirmar con más seguridad que ese es el efecto del cambio de estrategia.

6.4.2. Priorizar los resultados del modelo más robusto

En este paso, se evalúan los dos modelos propuestos DID simple y DID PSM. El objetivo primordial es determinar cuál de estos modelos ofrece resultados con mayor robustez y, por ende, cuentan con la mayor fiabilidad para las conclusiones del estudio.

6.5. Resultados Esperados

En la Tabla 10 se presentan los resultados esperados según la literatura revisada de las variables de interés. Una descripción más detallada de los resultados esperados se presenta en el ANEXO F.

Tabla 10.

Resultados esperados *DID simple* y *DID PSM*

Indicador	LIHC	MEDI	PEM	Referencias
<i>Grbio</i>	+	+	+	Atamturk et al., (2012); Kim, (2020); Kerekezi, et al., (2012) Silva et al., (2017); EIA, (2023); CE, (2022); Arenas et al., (2019)
<i>GPscore</i>	+	+	+	
<i>t₂₀₁₂</i>	+	+	+	Faiella y Lavecchia, (2019)
<i>t₂₀₁₈</i>	(-)	(-)	(-)	Smith (1776); Grupo de Rio (2007)
<i>Grbio * P_e * t₂₀₁₂</i>	+	+	+	
<i>Grbio * P_e * t₂₀₁₈</i>	(-)	(-)	(-)	

$GPscore * P_e * t_{2012}$	+	+	+
$GPscore * P_e * t_{2018}$	(-)	(-)	(-)

Elaboración Propia

6.6. Ventajas y desventajas del estudio

La metodología para la medición de la Pobreza Energética de esta investigación es novedosa al abordar la Pobreza Energética desde una perspectiva multidimensional que incluye aspectos económicos y sociales. La metodología tiene como el objetivo identificar áreas específicas de intervención pública relacionadas con la pobreza energética. Algunas ventajas destacables son:

- 1. Características específicas de la pobreza energética en México.** Mediante los tres indicadores de pobreza energética, es posible explorar las características específicas de la pobreza energética en México. Estas mediciones ofrecen evidencia sobre si la pobreza energética en el país se debe principalmente a cuestiones económicas o sociales.
- 2. Diagnóstico del gasto energético de los hogares.** Con el indicador *LIHC*, es posible analizar el gasto energético de los hogares para comprender cómo afecta su bienestar económico. Esto permite al Estado implementar políticas orientadas al mercado.
- 3. Identificación de carencias sociales en materia energética.** La metodología de este estudio también identifica las carencias sociales relacionadas con la energía, como la falta de servicios básicos o el confort térmico. De igual forma, esto permite al Estado identificar las carencias más persistentes en la población y diseñar acciones enfocadas a reducirlas.
- 4. Pobreza Energética Multidimensional (PEM).** En este estudio se propone el indicador PEM, adapta la metodología de CONEVAL (2019) para abordar las problemáticas energéticas en el país. Al basarse en un indicador ya aceptado y aplicado oficialmente, se espera avanzar en el reconocimiento y medición oficial de la pobreza energética multidimensional.
- 5. Situación de la Pobreza Energética Multidimensional y vulnerabilidad.** La metodología permite identificar tanto la Pobreza Energética

Multidimensional, la Pobreza Energética Multidimensional Extrema, así como la Vulnerabilidad a la Pobreza Energética. Esta información ayuda a focalizar acciones para atender las necesidades de grupos específicos de la población.

6. **Indicadores comparables en el tiempo.** Las medidas agregadas del método Alkire y Foster (2007) se pueden calcular para distintos grupos poblacionales y son comparables en el tiempo. Esto proporciona una medición con marco riguroso y flexible que puede ser utilizado para la evaluación de políticas y programas de desarrollo social (CONEVAL, 2019).
7. **Modelo General: Inclusión de variables.** El modelo general incluye numerosas variables que determinan la pobreza energética según la literatura. Esto permite un análisis más completo y considera aspectos como características demográficas, características de la vivienda, variables del mercado eléctrico y variables del clima.
8. **Modelo General: Identificación de variables influyentes.** El modelo general permite identificar las variables que tienen más influencia en la Pobreza Energética en México. Esto es crucial para diseñar políticas públicas efectivas que se relacionen con ciertas características de la población.
9. **Cuasiexperimento: aislamiento del cambio de política.** El método DID permite aislar el efecto específico del cambio de política en el grupo de tratamiento, considerados los grupos más sensibles y vulnerables ante los cambios de política. Al comparar los resultados antes y después de la política, se puede evaluar si su impacto es el deseado.

En resumen, este estudio reconoce las diferencias en la manifestación y reproducción de la Pobreza Energética, identificando grupos con necesidades específicas y heterogéneas. Este estudio pretende otorgar una base sólida para abordar la Pobreza Energética en todas sus expresiones. Sin embargo, existen varias desventajas de la metodología utilizada:

1. **El indicador LIHC puede ser demasiado estricto.** Se deben cumplir dos condiciones específicas para considerar un hogar pobre energético extremo por ingresos. Adicionalmente, considera únicamente el gasto de electricidad en relación con los ingresos. Esto podría no reflejar completamente la situación de la pobreza energética.
2. **Falta de comparación con otros estudios.** Considerando que los tres indicadores de Pobreza Energética son nuevas propuestas de medición en México, esto dificulta la comparación de resultados.
3. **Cuasiexperimento: diferencias entre los cambios de política.** Ambos cambios de política (E-PIE y E-CFE) son diferentes en su naturaleza. Por lo tanto, se espera que sus efectos también sean diferentes. Por ejemplo, la reforma constitucional RE-2013 modificó la estructura del sector energético, mientras que la Ley de la Industria Eléctrica (LIE-2021) se centra en la participación de la CFE en la industria. Esto complica la comparación directa de sus efectos.
4. **Cuasiexperimento: limitación para identificar efectos indirectos.** El método DID solo detecta el efecto del cambio en política en los hogares del grupo de tratamiento. No permite identificar los efectos indirectos en otros sectores de la economía. Otras metodologías, como el Equilibrio General Computado podrían ser más adecuadas para medir efectos más amplios.

6.7. Integridad Científica y Ética

Para garantizar la integridad científica y transparencia de este estudio se implementaron medidas en cada etapa del proceso de investigación. Se ha presentado especial atención en la correcta citación y referenciación de todas las fuentes utilizadas, tanto en el marco teórico como en la metodología. Los datos empleados fueron obtenidos exclusivamente de fuentes oficiales del gobierno mexicano y no fueron manipulados. Para asegurar la trazabilidad, se ha mantenido un registro detallado de todos los procedimientos con los códigos correspondientes, incluyendo la obtención de las bases de datos, los análisis estadísticos realizados y

los resultados obtenidos. Del mismo modo, se preservan todas las versiones del cuerpo del documento, así como las tablas y figuras en versión editable. Estos registros, se encuentran almacenados de forma segura y pueden ser consultados por terceros con previa solicitud.

VII. Resultados y Discusión

En esta sección se presentan los hallazgos más relevantes derivados del análisis. Se examinaron detenidamente los datos y se aplicaron técnicas estadísticas para responder a las preguntas de investigación. La sección de resultados se organiza según los objetivos de investigación: en la sección 7.1 se presenta las tres mediciones de la Pobreza Energética en México, en la sección 7.2 se presentan los resultados de los dos métodos cuasiexperimentales utilizados para medir el impacto de los cambios de estrategia eléctrica y en la sección 7.3 se comparan los efectos para identificar la estrategia eléctrica que benefició en mayor medida a los hogares mexicanos.

7.1. Objetivo 1: Medir la pobreza energética en México

7.1.1. Definir operativamente el indicador MEDI

Con la finalidad de medir la pobreza energética por derechos energéticos, se propone un nuevo indicador adaptado de Cedano et al., (2021) y UNDP (2019). Se realizó análisis de factores (Ecuación (10)) para identificar las variables más relevantes que describen mejor el fenómeno de la pobreza energética. En total, se obtuvieron 6 factores con diferentes c-alfas (ver Tabla 11): 1) acceso a drenaje y saneamiento, 2) acceso a agua, 3) electricidad y disponibilidad de electrodomésticos para alimentación y entretenimiento 4) disponibilidad de electrodomésticos para educación 5) disponibilidad de electrodomésticos para información, 6) disponibilidad de electrodomésticos para confort térmico. Cada uno con una ponderación de 1/6 o 0.167, según la metodología de CONEVAL (2019).

Cada uno de estos factores se comprende de diferentes indicadores de privación relacionados con la energía y cada uno cuenta con un umbral establecido para definir si el hogar sufre de esa privación o no. Por ejemplo, en el Factor 3 “Alimentos saludables y entretenimiento”, los indicadores considerados son: si el hogar tiene refrigerador, si tiene estufa y si tiene T.V. En este caso, si el hogar cuenta con alguna privación en alguno de esos indicadores, se considera que el hogar tiene privación en todo el factor (CONEVAL, 2019).

Tabla 11.**Índice de Privación Energética (MEDI)**

Factor	Derecho Humano	Dimensión	Variable	Indicador	Umbral (pobre =1)	Ponderación	c-alfa
Factor 1	Servicios Básicos	Acceso a Drenaje y Saneamiento	Drenaje	Tiene acceso a drenaje y saneamiento	Falso (1)	0.167	0.51
			Basura	Tiene acceso a saneamiento	Falso (1)		
Factor 2	Servicios Básicos	Agua	Acceso a agua	Tiene acceso a agua	Falso (1)	0.167	N/A
Factor 3	Alimentos saludables y entretenimiento	Contaminación interior y propiedad de electrodomésticos para alimentos y entretenimiento	Refrigerador	Tiene refrigerador	Falso (1)	0.167	0.59
			Estufa	Tiene Estufa	Falso (1)		
			Electricidad	Tiene electricidad	Falso (1)		
			T.V.	Tiene TV	Falso (1)		

Factor 4	Acceso a la educación y vivienda digna	Dispositivos educativos y de eficiencia energética	Computadora Internet LED Teléfono	Tiene computadora Tiene internet Utiliza focos LED en el hogar Tiene línea telefónica	Falso (1) Falso (1) Falso (1) Falso (1)	0.167	0.65
Factor 5	Acceso a Información	Información	Celular Radio	Tiene Celular Tiene radio, grabadora, estéreo o celular	Falso (1) Falso (1)	0.167	0.77
Factor 6	Vivienda digna	Confort Térmico	Ventilador Aire acondicionado o calefacción Calentador de agua	Tiene ventilador Tiene A/C o calefacción Tiene calentador de agua para ducharse	Falso (1) Falso (1) Falso (1)	0.167	0.34

Índice General

1

0.72

Elaboración Propia

Posteriormente, se calculó el estadístico Alfa de Cronbach (Ecuación (11)) para evaluar si los indicadores en cada factor tienen una alta correlación. La mayoría de los factores tienen un c-alfa mayor a 0.50, a excepción del factor 6 “Confort Térmico” que cuenta con un c-alfa de 0.34. Sin embargo, considerando que: García y Mundó (2013) lo incluyen como parte del nivel mínimo de confort, y 2) Nussbaumer et al., (2013); Cedano, et al., (2021) y Calvo et al., (2021) utilizan esta dimensión en sus propuestas de índices multidimensionales de pobreza energética, se decidió mantener la dimensión de Confort Térmico por su importancia teórica. Adicionalmente, se incluye el Alfa de Cronbach general con un valor de 0.71 y se pueden observar los c-alfas por región bioclimática en el ANEXO G, los cuales son mayores a 0.50.

7.1.2. Construcción Pobreza Energética Multidimensional (PEM)

La propuesta para la medición de la Pobreza Energética Multidimensional se presenta de manera visual en la Figura 11.

Figura 11

Propuesta para la medición de la Pobreza Energética Multidimensional en México



Figura 11 Elaboración Propia

Como se puede observar en la Figura 11, el índice PEM utiliza los dos indicadores previamente mencionados para detectar aquellos hogares que tienen carencias económicas y sociales al mismo tiempo. Al igual que en la medición original de Pobreza General del CONEVAL, se incluyó el bienestar económico y dimensiones relacionadas con los derechos energéticos. En particular, para la dimensión de bienestar económico se utilizó el índice *LIHC* como en el punto 6.2 (Faiella y Lavecchia 2019, CONEVAL, 2019). Y para la dimensión de derechos energéticos se utilizó el índice *MEDI* donde se relacionaron los derechos sociales que requieren energía (García y Mundó 2014) con las dimensiones e indicadores de privación energética de Cedano et al., (2021) y UNDP (2019). Las medidas agregadas de cada indicador se calcularon anualmente a nivel nacional y a nivel región bioclimática.

7.1.3. Pobreza Energética: medidas agregadas

En la Tabla 12 se presentan las medidas agregadas de los tres indicadores de Pobreza Energética moderada y extrema a nivel nacional (*LIHC*, *MEDI* y *PEM*). En primer lugar, con la medida de incidencia (*H*) correspondiente a la Ecuación (7) se detecta que aproximadamente más de la mitad de los hogares mexicanos sufre algún grado de Pobreza Energética por ingresos (aproximadamente 60% a lo largo del periodo de observación al sumar *LIHC* y *LIHCx*), mientras que el 80% de los hogares mexicanos sufren de tres o más privaciones sociales que limitan el cumplimiento de algún derecho humano (*MEDIx*), estas limitaciones han persistido desde 2010.

Finalmente, un poco más del 50% de los hogares mexicanos sufren de Pobreza Energética Multidimensional moderada y menos del 10% sufre esta condición de forma extrema. Es decir, menos del 10% de los hogares mexicanos tienen, de manera simultánea, un nivel extremo de privación tanto económica como social relacionada con la energía. Este porcentaje ha disminuido en los últimos años.

Tabla 12
Medidas agregadas, Pobreza Energética Nacional

Indicadores	Año	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022
Incidencia								
<i>LIHC</i>		0.53	0.52	0.54	0.49	0.49	0.49	0.45
<i>LIHCx</i>		0.11	0.08	0.11	0.079	0.089	0.10	0.068
<i>MEDI</i>		0.15	0.18	0.15	0.16	0.15	0.18	0.16
<i>MEDIx</i>		0.85	0.81	0.84	0.82	0.83	0.80	0.82
<i>PEM</i>		0.49	0.36	0.39	0.33	0.33	0.30	0.28
<i>PEMx</i>		0.10	0.06	0.08	0.054	0.06	0.06	0.041
Profundidad								
<i>LIHC</i>		0.500	0.536	0.542	0.528	0.529	0.529	0.518
<i>LIHCx</i>		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
<i>MEDI</i>		0.324	0.284	0.291	0.294	0.294	0.290	0.294
<i>MEDIx</i>		0.610	0.597	0.588	0.581	0.581	0.570	0.566
<i>PEM</i>		0.023	0.129	0.135	0.146	0.148	0.164	0.160
<i>PEMx</i>		0.639	0.611	0.590	0.590	0.587	0.574	0.574
Intensidad								
<i>LIHC</i>		0.264	0.263	0.270	0.249	0.247	0.249	0.229
<i>LIHCx</i>		0.108	0.086	0.112	0.080	0.089	0.106	0.069
<i>MEDI</i>		0.051	0.145	0.154	0.167	0.168	0.178	0.181
<i>MEDIx</i>		0.514	0.284	0.273	0.245	0.242	0.215	0.211
<i>PEM</i>		0.012	0.068	0.073	0.072	0.073	0.081	0.073
<i>PEMx</i>		0.066	0.034	0.039	0.026	0.028	0.028	0.019

Elaboración Propia

Continuando con las medidas de profundidad (*A*), la cual indica la calificación promedio de aquellos hogares considerados como pobres energéticos (Ecuación (8)). Se muestra que, los hogares con *LIHC* tienen por lo menos una carencia (0.5), es decir, que gastan más del 10% en cubrir cuentas de energía o bien, que después de cubrir estos gastos se encuentran por debajo de la línea de pobreza. Por otro lado, la “calificación” promedio de los pobres energéticos por carencias sociales moderados (*MEDI*) se encuentra entre 0.29-0.324, lo que indica que, en promedio, los hogares tienen dos carencias. Mientras que los hogares con

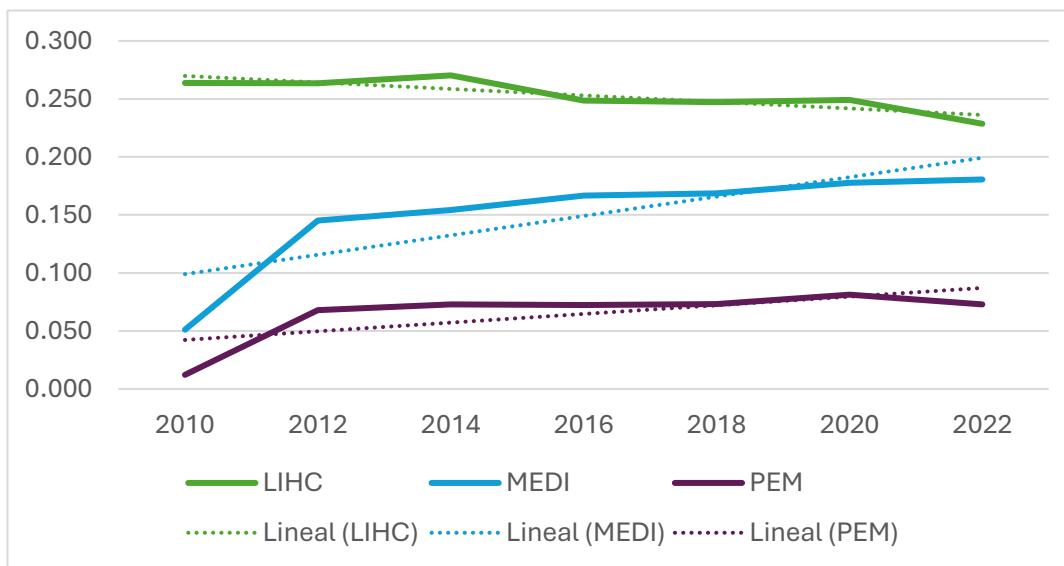
carencias sociales extremas presentan en promedio cuatro carencias sociales. Esta medida es muy parecida *PEM* extrema.

Finalmente, la medida de intensidad (Ecuación (9)) es la multiplicación de el porcentaje de personas en pobreza y su calificación promedio. Se puede observar en la Tabla 12 que los índices con mayor intensidad son *LIHC* moderado y *MEDI* extremo en comparación con los otros índices. Es decir, la naturaleza de la pobreza energética mexicana no tiene una distribución uniforme, no todos los mexicanos experimentan la pobreza energética de la misma manera.

La Figura 12 muestra la intensidad de la pobreza energética moderada considerando los tres indicadores a lo largo del periodo de observación. La pobreza energética por ingresos (*LIHC*) es aquella con la mayor intensidad, sin embargo, esta intensidad ha disminuido a lo largo del periodo. Por otro lado, se denota una tendencia positiva en los indicadores *MEDI* y *PEM*. En cuanto a la intensidad de la pobreza energética extrema (ver Figura 13), la mayor intensidad se observa en *MEDIx* y tiene una pendiente negativa. Esto quiere decir que, a lo largo del tiempo, en número de privaciones en los derechos energéticos ha disminuido.

Figura 12.

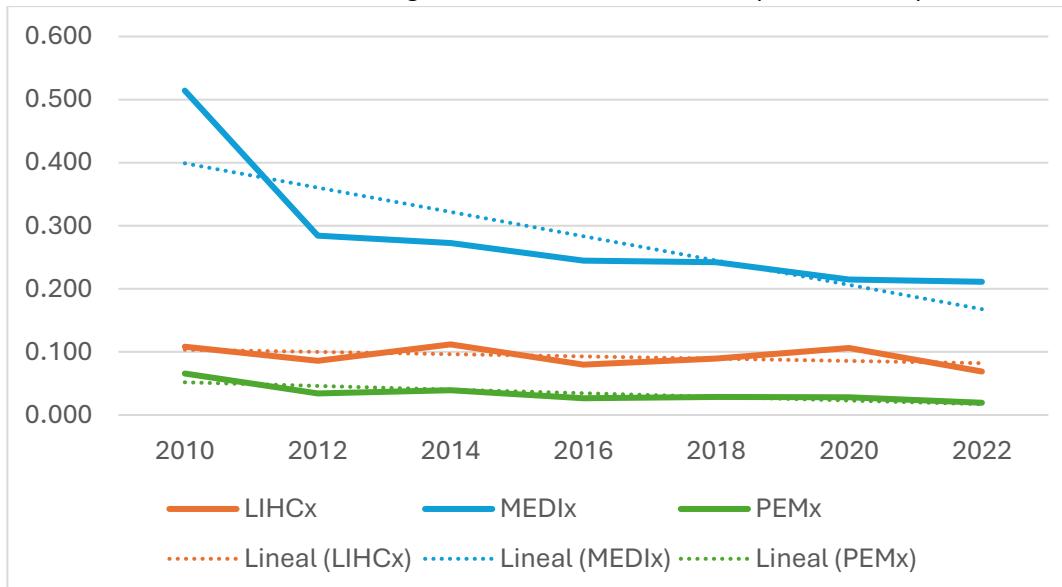
Intensidad de Pobreza Energética moderada nacional (2010-2022)



Elaboración Propia

Figura 13.

Intensidad de Pobreza Energética extrema nacional (2010-2022)



Elaboración Propia

Las Figuras 12 y 13 proporcionan una visión detallada de la evolución de la Pobreza Energética moderada y extrema. Resumiendo, los indicadores de mayor intensidad (*LIHC* moderado y *MEDIx* extremo) disminuyen a lo largo del tiempo.

Esto podría ser resultado de políticas públicas, mejoras en las condiciones económicas, aumento en el cambio de las transferencias del gobierno o cambios en el precio de la electricidad.

Por otro lado, los indicadores *MEDI* y *PEM*, relacionados con la calidad de la vivienda y privación material, muestran una tendencia positiva en el caso de la Pobreza Energética moderada. Esto indica que las condiciones de vivienda y la capacidad de adquirir bienes básicos ha empeorado gradualmente. En el caso del *LIHC* extremo y *PEM* extremo, estos se mantienen estables. En otras palabras, la evolución de los indicadores de pobreza energética no ha sido homogénea en el periodo de observación. A continuación, se presentan gráficamente la clasificación de la población y su evolución a nivel nacional a lo largo de los años por índice, así como su distribución espacial por regiones bioclimáticas para el año 2022.

7.1.4. Análisis descriptivo por índice

LIHC

Comenzando con la medida de Pobreza Energética por ingresos *LIHC*. En la Figura 14, panel A se presenta el porcentaje de la población con respecto al número de carencias energéticas económicas. A lo largo del periodo de observación, alrededor del 40% de la población no tiene ninguna dificultad económica referente a la energía. Por otro lado, aproximadamente la mitad de la población sufre al menos una carencia, mientras que el 10% restante cumple con las dos condiciones del indicador. En otras palabras, casi el 60% de la población sufre de alguna dificultad relacionada con los ingresos y los gastos energéticos, sin embargo, el porcentaje de hogares solventes ha aumentado en el periodo de observación.

El panel B muestra el porcentaje de la población por tipo de carencia. El mayor porcentaje de los hogares se encuentran por debajo de la línea de bienestar del CONEVAL después de cubrir sus costos de energía (*lowi*) (48% en 2022), esta dificultad ha disminuido en el periodo de observación. Menos del 20% de la población gasta más del 10% de su gasto total en cubrir las cuentas energéticas ($G_e > 10\%$, en verde). Es importante destacar que esta medida tiene una ligera

tendencia ascendente, lo que indica que esta carencia ha aumentado en la población.

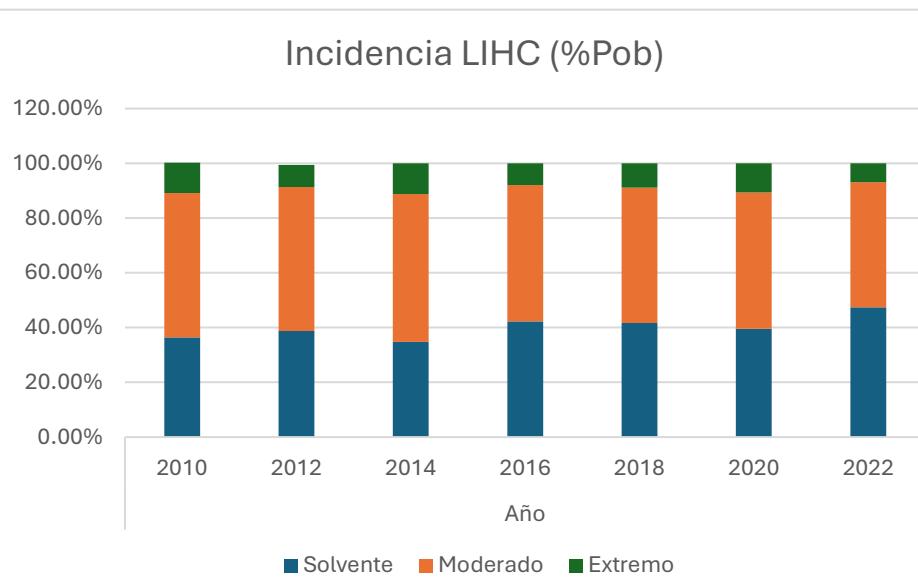
Finalmente, menos del 30% de los hogares cumple con las dos condiciones, este porcentaje ha disminuido. En resumen, la carencia económica más persistente en los hogares mexicanos es encontrarse por debajo de la línea de pobreza después de cubrir sus gastos energéticos ($Y_i - G_{ei} > LB_y$). Esto puede indicar tres cosas: 1) que el consumo doméstico está aumentando, 2) que los precios de la electricidad están creando una presión económica en los hogares o 3) el ingreso ha disminuido.

Continuando, en el panel C se muestra la intensidad de la Pobreza Energética por ingresos moderada (*LIHC*). Como se puede distinguir, la intensidad de este tipo de pobreza oscila entre el 0.17-0.30 en el territorio nacional, siendo mayor en los estados del sur. Finalmente, el panel D muestra la intensidad de la pobreza *LIHC* extrema por región bioclimática oscila entre 0.001-0.11. La menor intensidad de pobreza energética por ingresos se encuentra en Chiapas y Veracruz, la zona centro occidente que incluye estados como Jalisco, Guanajuato, Querétaro y Michoacán tienen una intensidad de 0.05. Por otro lado, en los estados donde se identifica mayor intensidad se encuentran en el norte del país. Cabe destacar que estados como el Estado de México, Tlaxcala, Puebla y CDMX presentan una intensidad alta en ambos paneles. Estos estados se caracterizan por tener altos niveles de densidad poblacional. En resumen, aunque a nivel nacional la intensidad de la pobreza energética por ingresos es baja, se pueden identificar estados que sufren más de esta condición.

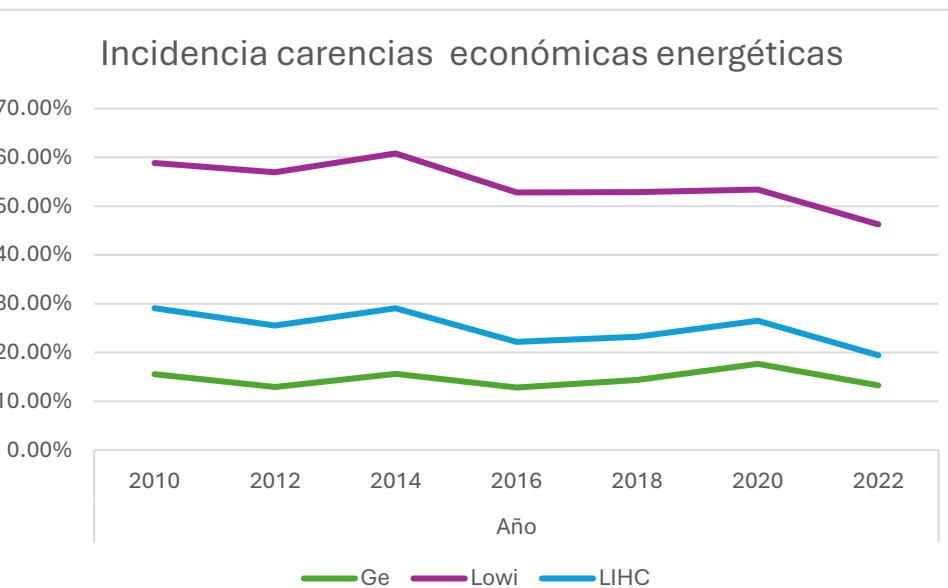
Figura 14.

LIHC

A



B

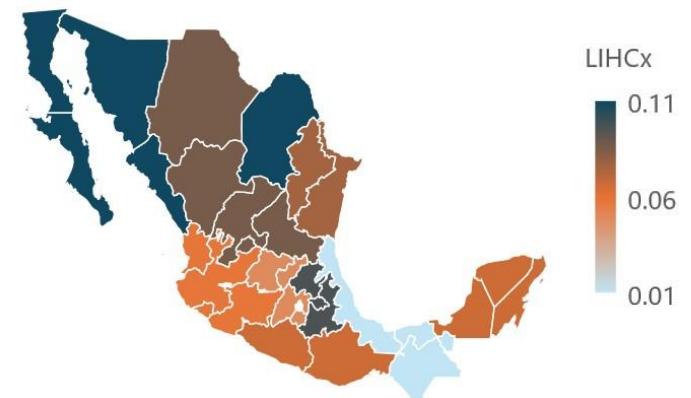


Intensidad LIHC moderado 2022



C

Intensidad LIHC extremo, 2022



D

MEDI

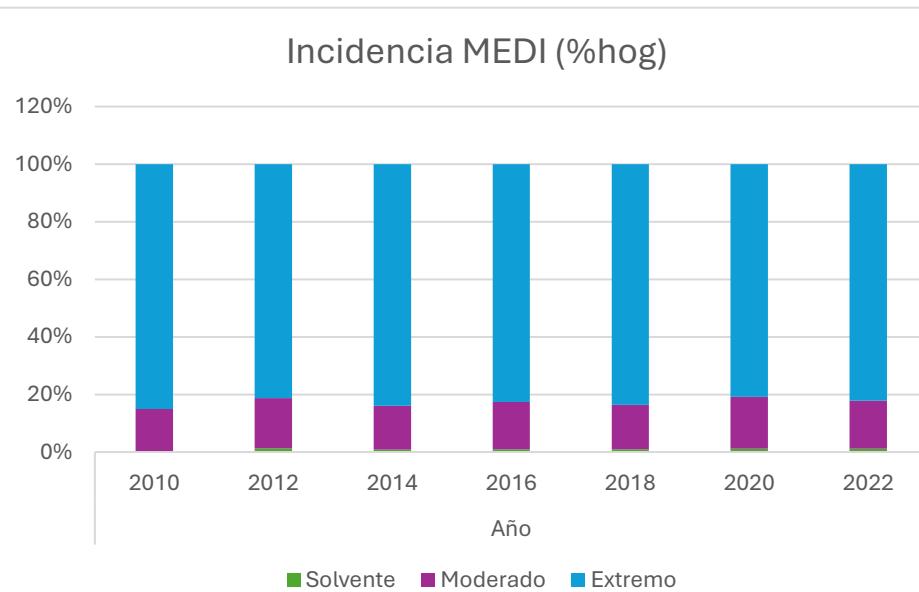
En la Figura 15, se muestra la desagregación de la Pobreza Energética por derechos energéticos (*MEDI*) en diferentes paneles. En el panel A se muestra la incidencia, el porcentaje de hogares mexicanos con esta condición a lo largo de los años. Como se puede observar, un pequeño porcentaje de la población se considera como solvente en esta dimensión (verde), es decir que no tiene ninguna carencia social. Por otro lado, en morado se distingue la pobreza *MEDI* moderada, el cual indica que menos del 20% de los hogares sufren de una o dos carencias. Finalmente, la pobreza energética extrema (azul), hogares con tres o más carencias energéticas, es la más persistente en los hogares mexicanos (entre el 80% en el periodo de observación). No se observan cambios considerables en los tres grupos a lo largo del tiempo.

Desagregando un poco más el indicador, en el panel B se muestra la incidencia por dimensiones. Las dimensiones más persistentes son educación (f4) y confort térmico (f6), entre el 80%- 100% de la población tiene alguna privación en estas dimensiones. Como se puede observar, no existe un cambio significativo a lo largo del tiempo en las dimensiones del indicador, salvo la f5 (información) con pendiente negativa.

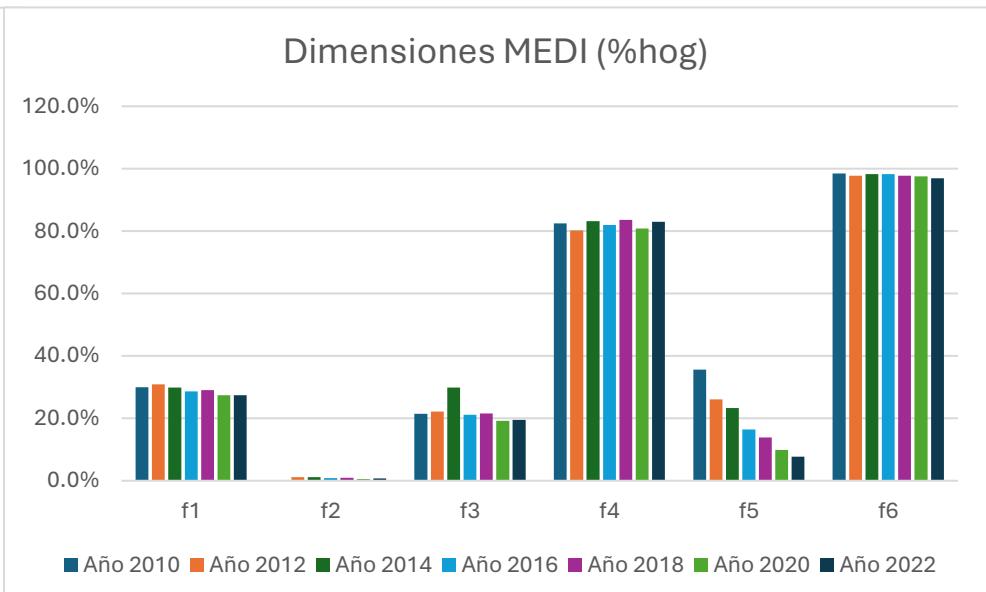
Figura 15.

MEDI

A



B



Intensidad MEDI moderado, 2022



C

Intensidad MEDI extremo, 2022



D

Continuando, el panel C presenta la intensidad de la pobreza energética *MEDI* moderada por región bioclimática en 2022. La intensidad en el territorio nacional varía entre 0.09-0.22, lo que indica una baja intensidad de este tipo de pobreza. Se distingue una mayor intensidad en los estados del centro y norte del país, mientras que la menor intensidad se concentra en los estados del sur. Por otro lado, en el panel D se presenta la intensidad de la pobreza energética *MEDI* extrema la cual fluctúa entre 0.09-0.36, que se concentra en el sur del país. En resumen, los paneles C y D revelan una marcada heterogeneidad regional en la intensidad de la pobreza energética *MEDI* en México. Mientras que la pobreza *MEDI* moderada se concentra en el centro y norte, la pobreza *MEDI* extrema es más prevalente en el sur.

PEM

La Figura 16 presenta el índice de Pobreza Energética Multidimensional (*PEM*) que identifica aquellos hogares que tienen carencias en los aspectos económico y social al mismo tiempo. El Panel A muestra el porcentaje de los pobres energéticos multidimensionales de acuerdo con el número de carencias sociales. Por ejemplo, el porcentaje de la población sin ninguna carencia (verde) ha aumentado de 40% en 2012 a 60% aproximadamente en 2022. Mientras que los hogares con una o dos carencias han disminuido (morado). Un pequeño porcentaje (menos del 10%) presenta carencias extremas en ambas dimensiones (azul) y no ha tenido un cambio considerable. En otras palabras, el Panel A ofrece evidencia de que la pobreza energética multidimensional moderada ha disminuido en el periodo de observación.

Por otro lado, en el panel B se presenta la clasificación de los hogares en 2022. Como se puede observar, la mayoría de los hogares se pueden clasificar en dos grupos, hogares con algún grado de *PEM* (54%), y hogares vulnerables por derechos energéticos (46%).

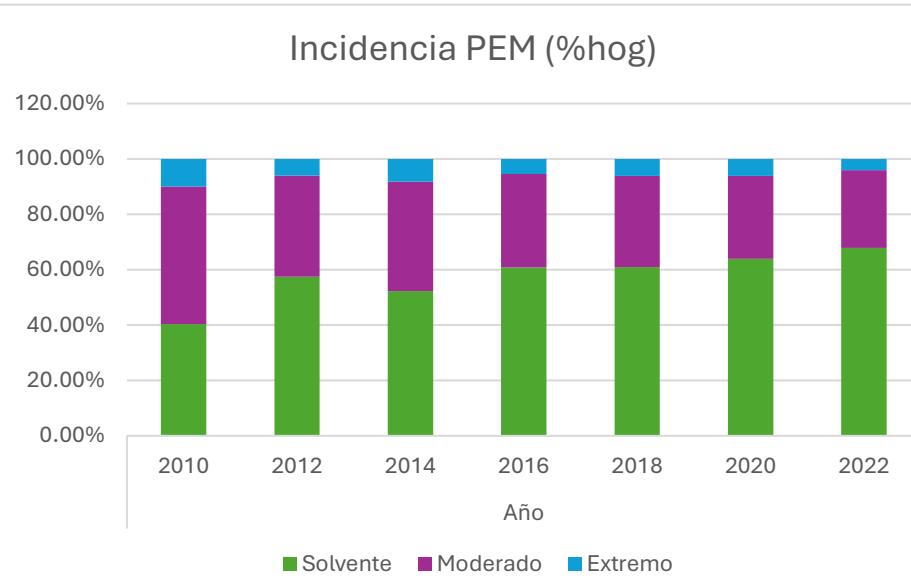
En el Panel C y D se presenta la intensidad de la pobreza energética *PEM* en 2022 por región bioclimática. Como se puede observar la intensidad moderada

es la más persistente en el país, Nuevo León y Tamaulipas muestran la menor intensidad (0.13), mientras que los estados cercanos al Mar de Cortés (Baja California norte y sur, Sonora y Sinaloa) y los estados del sur (Oaxaca, Guerrero, Chiapas, Veracruz, Quintana Roo y Yucatán) muestran la intensidad más severa.

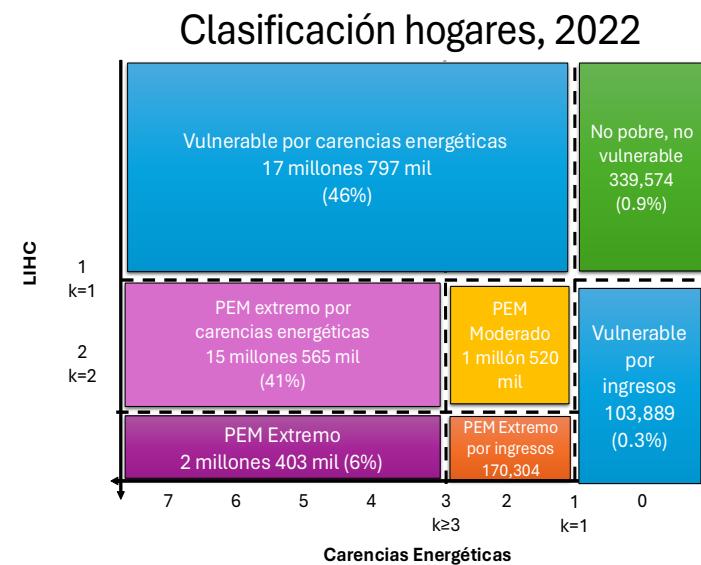
Figura 16.

PEM

A



B



Intensidad PEM moderado, 2022



C

Intensidad PEM extremo, 2022



D

7.2. Objetivo 2: Evaluación de Impacto de Estrategias Energéticas

7.2.1. Estrategia Apertura del Mercado (E-PIE 2012)

Las Tablas 13 y 14 presentan un resumen de los resultados del modelo MCO con las primeras diferencias (Ecuación (17)) de los cuasiexperimentos propuestos de DID para evaluar el impacto del cambio de estrategia hacia la apertura del mercado (E-PIE 2012). Una tabla más detallada de los resultados se puede consultar en el ANEXO H y ANEXO I. Los cuasiexperimentos descritos en la sección 6.3.2 se aplicaron para las tres medidas de Pobreza Energética (*LIHC*, *MEDI* y *PEM*) a nivel hogar como variables dependientes. Los tratamientos de la muestra son: variación de intensidades por región bioclimática (*DID simple*, Tabla 13) y Emparejamiento por Puntaje de Propensión (*DID PSM*, Tabla 14) y el shock exógeno es el año 2012. Para el emparejamiento y los cuasiexperimentos, se utilizó la submatriz de microdatos 2010-2016.

Los resultados del modelo *DID simple* con variación de intensidades (ver Tabla 13), indican que los hogares que habitan en hogares en climas extremos ($Gtrat_{rbio}$) tienen, en promedio, un nivel de pobreza energética por ingresos (*LIHC*) menor en comparación con aquellos hogares que habitan en zonas templadas (-0.014). Sin embargo, su nivel de pobreza energética es mayor en *MEDI* y *PEM* (0.01 en ambos casos).

Tabla 13.

Resultados Modelo MCO E-PIE 2012 *DID simple*

	<i>LIHC</i>	<i>MEDI</i>		<i>PEM</i>	
<i>Grbio</i>	-0.014 (0.000)	***	0.01 (0.000)	***	0.01 (0.000)
<i>t₂₀₁₂</i>	-0.7 (0.000)	***	-0.05 (0.000)	***	-0.04 (0.000)
<i>P_e</i>	-0.002 (0.000)	***	0.003 (0.000)	***	0.002 (0.000)
<i>Grbio * P_e</i>	-0.0002	***	-0.0001	***	- 0.00002
<i>Grbio * P_e * t2012</i>		(0.000)	(0.000)	(0.000)	
	0.0001	***	-0.0005	***	-0.0004 ***

	(0.000)	(0.000)	(0.000)
Constante	1.4 ***	3.1 ***	4.4 ***
	(0.000)	(0.000)	(0.000)
Control	Sí	Sí	Sí
R ²	0.35	0.50	0.50
F	0.000	0.000	0.000
N	106615862	106615862	96889071

Elaboración propia

Por otro lado, se observa una ligera disminución de los niveles de todos los tipos de pobreza después de 2012 (entre -0.04 y -0.7). Mientras que el precio de electricidad tiene un efecto negativo y significativo sobre *LIHC*, pero un efecto positivo y significativo sobre *MEDI* y *PEM*. Esto indica que un aumento en el precio de la electricidad está asociado con una disminución el *LIHC*, pero un aumento en *MEDI* y *PEM*. El estimador de la variable interactiva ($Gtrat_{rbio} * P_e$) indica que el precio de electricidad en las regiones con climas extremos tiene un efecto negativo en todos los índices de Pobreza Energética (-0.00002 y -0.002) en comparación con las regiones templadas. Finalmente, la triple interacción muestra efectos heterogéneos en los índices de pobreza. Por un lado, el precio en las regiones con clima extremo después de 2012 aumentó la pobreza energética *LIHC* (0.0001). En contraste, los niveles de *MEDI* y *PEM* disminuyeron (-0.0005 y -0.0002 respectivamente).

La Tabla 14 muestra los resultados del modelo DID con emparejamiento (*DID PSM*). Como se puede observar, los resultados son consistentes con el modelo DID simple. Sintetizando, las primeras diferencias en la Tabla 13 y 14 sugieren que el cambio de estrategia hacia la apertura del mercado tuvo efectos diversos en los hogares del grupo de tratamiento. Si bien se observa un incremento en la pobreza energética por ingresos medida por *LIHC*, los indicadores *MEDI* y *PEM* muestran una disminución.

Tabla 14Resultados Modelo MCO E-PIE 2012 *DID PSM*

	<i>LIHC</i>	<i>MEDI</i>		<i>PEM</i>	
<i>GPscore</i>	-0.014 (0.000)	***	0.015 (0.000)	***	0.013 (0.000)
<i>t₂₀₁₂</i>	-0.074 (0.000)	***	-0.05 (0.000)	***	-0.04 (0.000)
<i>P_e</i>	-0.002 (0.000)	***	0.003 (0.000)	***	0.002 (0.000)
<i>GPscore * P_e</i>	-0.0002 (0.000)	***	0.0001 (0.000)	***	- (0.00002)
<i>GPscore * P_e * t₂₀₁₂</i>	0.0001 (0.000)	***	-0.0005 (0.000)	***	-0.0004 (0.000)
Constante	1.4 (0.000)	***	3.1 (0.000)	***	4.4 (0.000)
Control	Sí		Sí		Sí
R ²	0.35		0.50		0.50
F	0.000		0.000		0.000
N	106615862		106615862		96889071

Elaboración propia

La Tabla 15 muestra la doble diferencia considerando ambos modelos (*DID simple*, *DID PSM*). Como se puede observar, los resultados sugieren un efecto muy pequeño y positivo en la mayoría de los tipos de Pobreza Energética ante la estrategia EPIE-2012. Siendo el efecto mayor en *LIHC* con el modelo *DID PSM*. La prueba t de diferencia de medias se realizó para las estimaciones después del tratamiento, todas indican que las estimaciones entre grupo de control y tratamiento son estadísticamente diferentes.

Tabla 15.

Doble diferencia E-PIE 2012

Indicador	Grupo	DID Simple					DID PSM				
		Antes 2012	Después 2012	t-test P> t	Δt	DID	Antes 2012	Después 2012	t-test P> t	Δt	DID
<i>LIHC</i>	C	0.42	0.38	0	-0.04	-	0.42	0.38	0	-0.04	0.07
	T	0.35	0.36	0	0.01	0.05	0.35	0.36	0	0.01	—
<i>MEDI</i>	C	0.58	0.44	0	-0.14	0	0.58	0.44	0	0.004	-0.1
	T	0.56	0.42	0	-0.14	—	0.56	0.42	0	-0.12	—
<i>PEM</i>	C	0.49	0.38	0	-0.11	0.01	0.47	0.38	0	-0.002	0.02
	T	0.48	0.36	0	-0.12	—	0.53	0.36	0	-0.003	—

*Las estimaciones se efectuaron utilizando el software STATA, y se realizó una prueba t de Student para determinar la diferencia de medias.

Elaboración propia

En resumen, las Tablas 13 a 15 muestran evidencia sobre la estrategia hacia la apertura del mercado y su efecto en empeorar el bienestar de los hogares. Aumentando en mayor medida la pobreza energética por ingresos (*LIHC*) y en la Pobreza Energética Multidimensional (*PEM*).

7.2.2. *Estrategia Monopolio Natural (E-CFE 2018)*

Continuando con el análisis, en la Tablas 16 y 17 se presentan los resultados de los modelos MCO aplicando la Ecuación (17) y los dos cuasiexperimentos (*DID Simple* y *DID PSM*) con la primera diferencia para el cambio de estrategia hacia un Monopolio Natural (E-CFE 2018). Por ejemplo, en el *DID simple (Grbio)* indica que, los hogares que habitan en zonas con clima extremo tienen, en promedio, menos pobreza energética por ingresos (-0.06), pero mayor pobreza energética por carencias sociales y pobreza energética multidimensional (0.1 y 0.03 respectivamente) en comparación con los hogares en zonas templadas (ver ANEXO H y ANEXO I para más detalles).

Tabla 16.
Resultados MCO, DID simple E-CFE 2018

	<i>LIHC</i>	<i>MEDI</i>	<i>PEM</i>	
<i>Grbio</i>	-0.062 (0.000)	0.1 (0.000)	0.03 (0.000)	***
<i>t₂₀₁₈</i>	-0.03 (0.000)	0.1 (0.000)	-0.01 (0.000)	***
<i>P_e</i>	-0.001 (0.000)	0.001 (0.000)	0.001 (0.000)	***
<i>Grbio * P_e</i>	0.001 (0.000)	-0.001 (0.000)	-0.001 (0.000)	***
<i>Grbio * P_e * t₂₀₁₈</i>	0.00002 (0.000)	-0.0002 (0.000)	-0.0001 (0.000)	***
Constante	2.97 (0.000)	1.16 (0.000)	1.51 (0.000)	***
Control	Sí	Sí	Sí	
R ²	0.35	0.30	0.40	
F	0.000	0.000	0.000	
N	115545412	115545412	96889071	

Elaboración propia

Por otro lado, a nivel nacional los niveles de Pobreza Energética *LIHC* y *PEM* disminuyeron después del cambio de estrategia hacia un monopolio natural (-0.03 y -0.01 respectivamente), pero aumentó en 0.1 en *MEDI*. Mientras que *P_e* aumentó *LIHC* pero disminuyó en *MEDI* y *PEM*. Por otro lado, *Gtrat_rbio * P_e* muestra resultados heterogéneos, los resultados indican que el precio de electricidad en aquellos hogares en zonas con clima extremo aumentó ligeramente la pobreza *LIHC* (0.001) y disminuyó la pobreza en *MEDI* y *PEM* (-0.001). Mientras que, después de 2018, el precio de los hogares que habitan en clima extremo aumentó los niveles de pobreza energética en *LIHC* (0.00002) pero disminuyó en *MEDI* (-0.0002) y *PEM* (-0.0001). Mientras que los resultados de *DID PSM* muestran un efecto negativo y muy pequeño en todos los niveles de pobreza del grupo de tratamiento después del cambio de estrategia.

Tabla 17.
Resultados MCO, DID PSM E-CFE 2018

	<i>LIHC</i>	<i>MEDI</i>	<i>PEM</i>
<i>GPscore</i>	-0.062 *** (0.000)	0.06 *** (0.000)	0.03 *** (0.000)
<i>t₂₀₁₈</i>	-0.3 *** (0.000)	0.01 *** (0.000)	-0.014 *** (0.000)
<i>P_e</i>	-0.001 *** (0.000)	0.001 *** (0.000)	0.001 *** (0.000)
<i>GPscore * P_e</i>	0.001 *** (0.000)	-0.001 *** (0.000)	-0.001 *** (0.000)
<i>GPscore * P_e * t₂₀₁₈</i>	-0.00002 *** (0.000)	-0.0001 *** (0.000)	-0.0001 *** (0.000)
Constante	2.9 *** (0.000)	1.15 *** (0.000)	1.52 *** (0.000)
Control	Sí	Sí	Sí
R ²	0.35	0.30	0.40
F	0.000	0.000	0.000
N	115545412	115545412	96889071

Elaboración propia

Tabla 18.
Doble Diferencia E-CFE 2018

Indicador	Grupo	DID Simple					DID PSM				
		Antes 2012	Después 2012	t-test P> t	Δt	DID	Antes 2012	Después 2012	t-test P> t	Δt	DID
<i>LIHC</i>	C	0.38	0.35	0	-0.03	0.04	0.38	0.35	0	-0.03	-0.01
	T	0.35	0.36		0.01		0.36	0.32		-0.04	
<i>MEDI</i>	C	0.58	0.44	0	-0.14	0.00	0.64	0.63	0	0.004	-0.01
	T	0.56	0.42		-0.14		0.65	0.63		-0.12	
<i>PEM</i>	C	0.49	0.38	0	-0.11	-0.01	0.38	0.36	0	-0.002	-0.001
	T	0.48	0.36		-0.12		0.36	0.34		-0.003	

*Las estimaciones se efectuaron utilizando el software STATA, y se realizó una prueba t de Student para determinar la diferencia de medias.

Elaboración Propia

En la Tabla 18, se presenta la segunda diferencia de ambos modelos *DID simple* y *DID PSM* para la estrategia ECFE-2018. Los resultados indican un efecto negativo y pequeño en la mayoría de los indicadores de pobreza energética. En otras palabras, existe evidencia sobre que la estrategia hacia un monopolio natural reduce ligeramente la Pobreza Energética. La prueba t de diferencia de medias indican que las estimaciones entre grupo de control y tratamiento después del cambio de estrategia son estadísticamente diferentes.

7.3. Objetivo 3. Identificar la mejor estrategia para los hogares mexicanos

Los resultados presentados en la sección anterior sobre los cuasiexperimentos propuestos revelan que el efecto de ambas estrategias (E-PIE 2012 y E-CFE 2018) es heterogéneo según se considere el tipo de Pobreza Energética. Siendo *LIHC* en 2012 el mayor efecto encontrado, lo que sugiere que la apertura del mercado puede aumentar la pobreza energética por ingresos. Para comparar adecuadamente el efecto de las políticas el siguiente paso fue probar la robustez del efecto por indicador y shock.

7.3.1. Prueba de robustez

En la prueba de robustez se compararon los signos de los dos cuasiexperimentos propuestos para cada uno de los indicadores de pobreza energética. En este sentido, si el signo es consistente en ambos cuasiexperimentos, se puede afirmar con más seguridad que ese es el efecto de la política en ese indicador. La Tabla 19 resume la dirección de efecto de los cambios de estrategia (E-PIE 2012 y E-CFE 2018), comparando ambos cuasiexperimentos (*DID simple*, *DID PSM*).

Tabla 19
Prueba de robustez

Indicador	Efecto E- PIE 2012	Efecto E-CFE 2018
<i>LIHC</i>	(+/-)	(+/-)
<i>MEDI</i>	(0/-)	(0/-)
<i>PEM</i>	(+)	(-)

Nota: +- indica no consistencia en el signo

Elaboración Propia

Como se puede observar, dos mediciones de impacto no cumplen la prueba de robustez (*LIHC* y *MEDI*), ya que no hay consistencia en el efecto de los dos cuasiexperimentos. En síntesis, se reafirma que las estrategias energéticas tuvieron

efectos heterogéneos en las diversas manifestaciones de la pobreza energética. Al contrario que *MEDI* y *LIHC*, la evaluación de efecto en *PEM* cumple con la prueba de robustez en ambos cuasiexperimentos y para las dos estrategias (ver Tabla 19). Por lo tanto, es plausible comparar la magnitud de ambas estrategias en este indicador. La Tabla 20 presenta dicha comparación.

Tabla 20.
Comparación de estrategias en PEM

Indicador	Modelo	Efecto E- PIE 2012	Efecto E-CFE 2018
PEM	<i>DID simple</i>	0.01	-0.01
	<i>DID PSM</i>	0.02	-0.001

Elaboración Propia

Los resultados indican un efecto positivo en la estrategia hacia la apertura del mercado (E-PIE 2012) y un efecto negativo en la estrategia hacia un monopolio natural (E-CFE 2018). Esto indica que la estrategia hacia un monopolio natural ha contribuido en disminuir la Pobreza Energética Multidimensional. El efecto estimado de E-CFE 2018 es mayor en el modelo *DID simple* (-0.01) que en el modelo *DID PSM* (-0.001). En otras palabras, se puede inferir que la estrategia hacia un monopolio natural mejoró ligeramente las condiciones de los pobres energéticos más vulnerables *PEM*, que sufren privaciones económicas y sociales relacionadas con la energía al mismo tiempo.

En síntesis, el análisis de robustez indica que las estrategias energéticas en México han tenido efectos diversos en las diferentes manifestaciones de la Pobreza Energética. El efecto mayor en *LIHC* ante E-PIE 2012 sugiere que la apertura del mercado pudo aumentar la pobreza energética por ingresos, sin embargo, no es posible determinar si el efecto fue mayor o menor en comparación con E-CFE 2018. Por otro lado, existe evidencia para afirmar que los Pobres Energéticos Multidimensionales *PEM* mejoraron su bienestar en mayor medida ante la estrategia de E-CFE 2018, en comparación con E-PIE 2012. Lo cual indica que un Monopolio

Natural puede favorecer a la equidad del mercado y, por tanto, a los más vulnerables. Finalmente, el efecto pequeño y estadísticamente significativo sugiere que el impacto de los cambios de estrategia energética no es inmediato y puede variar a lo largo del tiempo.

7.3.2. Priorizar la solidez de los modelos empleados

Para profundizar en el análisis de los resultados, se propone un segundo enfoque que prioriza la solidez de los modelos empleados. Más allá de la prueba de robustez que compara los signos, se busca identificar el modelo que, por su metodología, ofrece resultados más fiables. En este contexto, la técnica de Diferencias en Diferencias combinada con el Emparejamiento por Puntaje de Propensión aplicada para el Modelo *DID PSM* puede ser la herramienta más robusta en comparación con el Modelo *DID simple* que utiliza solo un tratamiento de intensidades. Ya que, como se mencionó en la sección 6.4, el PSM puede reducir el sesgo de selección mediante el emparejamiento matemático aumentando la confiabilidad de los resultados.

Al centrar el análisis en los resultados del modelo *DID PSM* para ambas estrategias, se observa que la apertura del mercado (E-PIE 2012) se asocia con un efecto predominantemente positivo en los indicadores de Pobreza Energética a excepción de *MEDI* con signo negativo (ver Tabla 15). En contraste, la estrategia orientada hacia un monopolio natural (E-CFE 2018) en la Tabla 18 revela un impacto negativo en todos los índices evaluados. En consecuencia, los resultados obtenidos del modelo más robusto (*DID PSM*) sugiere que la estrategia hacia un monopolio natural se constituye como la opción de política pública más efectiva para mitigar la Pobreza Energética en México, ya que disminuye ligeramente todos los indicadores evaluados.

Los resultados de esta investigación apoyan las ideas de Smith (1776), el cual argumenta que ciertos mercados, especialmente los de bienes necesarios, requieren la intervención del gobierno para garantizar la equidad y así, maximizar la eficiencia económica social. Es así que un monopolio natural de una empresa

estatal puede garantizar bienes y servicios energéticos confiables y asequibles. Por lo tanto, existe evidencia a favor de la hipótesis de investigación. Sin embargo, esta evidencia debe tomarse con cautela ya que el análisis realizado en esta investigación es a corto plazo y se encontró un efecto muy pequeño. Es importante considerar que los resultados pueden variar a largo plazo.

Además, es importante resaltar que ambas estrategias presentan ventajas y desventajas, como se comentó en la sección 2.4. Por un lado, la apertura del mercado y el aumento de la competencia incentiva a las empresas a invertir en infraestructura para mejorar la calidad y cantidad de bienes y servicios para atraer más consumidores. En un mercado competitivo, las empresas tienen mayor incentivo para atender las necesidades de los consumidores y fomentar la eficiencia. Por el contrario, la concentración del mercado en una sola empresa facilita la distribución uniforme del bien, lo que mejora la justicia social y la equidad, pero sacrifica la innovación y corre un mayor riesgo de sufrir deseconomías de escala a largo plazo (Mankiw, 2017).

VIII. Conclusiones

Este estudio mide la Pobreza Energética en México con tres indicadores: Pobreza Energética por ingresos con el índice Low Income High Cost (*LIHC*), Pobreza Energética por derechos energéticos utilizando el indicador multidimensional por privaciones energéticas (*MEDI*) y Pobreza Energética Multidimensional (*PEM*). Además, se evalúa el comportamiento de estos indicadores ante las estrategias energéticas en México: Apertura del Mercado (E-PIE 2012) y Monopolio Natural (E-CFE 2018) con dos modelos cuasiexperimentales, Diferencias en Diferencias con tratamiento de intensidades (*DID simple*) y Diferencias en Diferencias con emparejamiento por puntaje de propensión (*DID PSM*), utilizando microdatos de ENIGH 2010-2022. En esta sección se discuten los resultados más relevantes y se concluye.

En resumen, la Pobreza Energética en México es un fenómeno complejo que involucra tanto aspectos económicos y sociales, que bien podría catalogarse como un problema estructural, ya que afecta a una gran proporción de la población y tiene múltiples causas. El cálculo de las medidas agregadas demuestra que más de la mitad de los hogares mexicanos (aproximadamente 54%) experimenta algún grado de Pobreza Energética, ya sea por cuestiones económicas, sociales o una combinación de ambas.

Además, el análisis espacial permitió agrupar las regiones en tres grupos con distintos grados de pobreza energética, es decir, tanto la intensidad como la distribución de los tres indicadores de Pobreza Energética varían considerablemente entre las diferentes regiones del país. Siendo la Pobreza Energética extrema en todas sus variantes más prevalente en los estados del sur y sureste (Oaxaca, Guerrero, Chiapas, Yucatán, Campeche y Quintana Roo) y en algunos estados del centro - oriente del país (Puebla, Tlaxcala e Hidalgo). Estos resultados son consistentes con la Pobreza General medida por CONEVAL (2019) y la medición propuesta por Cedano et. al. (2021), los niveles de pobreza varían por región y son mayores en el sur del país. A su vez, esto es una evidencia más de

que la Pobreza Energética dentro del hogar no se puede desvincular de la Pobreza General (García y Mundó 2012; García, 2013).

Sin embargo, con la Pobreza Energética se pueden detectar las problemáticas en cuanto a la energía más prevalentes y de manera más detallada que el indicador general de Pobreza. Por ejemplo, los índices con mayor intensidad a nivel nacional son *LIHC* moderado y *MEDI* extremo. Por lo que se puede inferir que la naturaleza de la Pobreza Energética mexicana no tiene una distribución uniforme, en otras palabras, no todos los mexicanos experimentan la Pobreza Energética de la misma manera. Por ejemplo, los hogares en el norte del país se enfrentan a una mayor escasez de recursos económicos, reflejada en un índice *LIHC* más elevado. Por su parte, los hogares del sur y sureste experimentan una intensidad mayor de Pobreza Energética Multidimensional, caracterizada por carencias energéticas tanto económicas como sociales. En contraste, los hogares del centro y centro occidente presentan los niveles más bajos en todos los tipos de Pobreza Energética.

Relacionando los resultados con las definiciones de Romero et al., (2014) que clasifican la Pobreza Energética en países en desarrollo y desarrollados, los resultados sugieren que México podría ubicarse en ambas definiciones dependiendo de la región bioclimática. En algunas zonas, como en el norte del país, las carencias económicas son más prevalentes, similar a la definición de Romero et al., (2014) para países desarrollados, donde la Pobreza Energética se relaciona con la dificultad para cubrir los costos de la energía y mantener una vivienda térmicamente confortable.

Mientras que, en el sur y sureste del país, se podría equiparar a las características de Pobreza Energética en países en desarrollo, ya que la disponibilidad de bienes y servicios energéticos modernos y confiables es una problemática mayor. Además, es importante destacar que con esta investigación se avanza en la construcción de otra definición que omite Romero et al., (2014), la cual

es este nivel extremo de privación donde se sufre tanto carencias económicas como sociales de manera simultánea.

El análisis descriptivo sugiere que a lo largo del periodo de observación (2010-2022) hay una tendencia a la baja en la pobreza energética *LIHC* moderada, relacionada con los ingresos, mientras que los indicadores relacionados con las carencias sociales y pobreza energética multidimensional muestran mayor estabilidad o incluso un ligero aumento. Esto podría insinuar que las condiciones de vivienda y la capacidad de adquirir bienes básicos ha empeorado gradualmente en el país. Por lo tanto, como primer acercamiento con el análisis descriptivo se puede vislumbrar que, en la mayoría de los indicadores, la Pobreza Energética en los hogares mexicanos no tuvo una variación significativa en el periodo de observación. Sin embargo, es necesario un análisis econométrico más elaborado para evaluar el impacto de las políticas públicas en los últimos años.

Con relación a los métodos cuasiexperimentales (*DID simple*, *DID PSM*), las estrategias mostraron impactos diversos en los tres índices de Pobreza Energética. En general, se encontró que los efectos estimados son consistentes, lo que refuerza la confianza de las conclusiones. Por un lado, se encontró un signo predominantemente positivo para la estrategia de apertura de mercado (E-PIE 2012), mientras que se observa un efecto predominantemente negativo para la estrategia de monopolio natural (E-CFE 2018). Es importante destacar que, aunque ambas estrategias tuvieron efectos diversos en la Pobreza Energética, la magnitud de estos efectos fue relativamente pequeña (-0.0001 a -0.01) similar a lo observado en la estadística descriptiva. Esto sugiere que se requieren políticas complementarias y con visión a largo plazo para lograr cambios más significativos en estos indicadores. Tal como recomienda Costa-Campi et al., (2020) para la Unión Europea.

Como un primer análisis se realizó una prueba de robustez que compara los signos entre los diferentes modelos utilizados. Se encontró que la estrategia hacia un monopolio natural (E-CFE 2018) fue más efectiva en disminuir la pobreza

energética multidimensional (*PEM*). Como *PEM* es considerado el grupo más vulnerable, este estudio ofrece evidencia a favor de los argumentos de Smith, (1776), Grupo de Río (2007) sobre que el Monopolio Natural es deseable en algunas industrias para garantizar el suministro equitativo del bien y así beneficiar a los más vulnerables.

Posteriormente, se aplicó un segundo enfoque que prioriza la solidez de los métodos empleados, siendo *DID PSM* el modelo más robusto. Al igual que la prueba de robustez anterior, los resultados indican que la estrategia hacia un monopolio natural se constituye como la opción de política pública más efectiva para mitigar la Pobreza Energética en México. Sin embargo, es importante destacar que el evento E-CFE 2018 se llevó a cabo después de la estrategia E-PIE 2012. Esta secuencia temporal sugiere que los resultados del primer evento pudieron servir como base para las acciones implementadas en el segundo. Por lo tanto, más que comparar el éxito de uno sobre el otro, es más apropiado reconocer que los logros alcanzados en 2018 se construyeron sobre los avances y la estructura en 2012, lo que indica un progreso acumulativo en el tiempo a pesar de ser estrategias contrastantes. Por lo que, en referencia a la hipótesis de esta investigación, no se puede asegurar por completo que la Pobreza Energética en México disminuyó en mayor medida ante la Estrategia hacia un Monopolio Natural en comparación con la Apertura del Mercado.

Al considerar los hallazgos de esta investigación y las teorías económicas mencionadas, se pueden inferir las siguientes implicaciones para México. Por un lado, este estudio demuestra la viabilidad técnica y económica de adaptar la metodología de CONEVAL en la medición de la Pobreza Energética Multidimensional en el país. Al aprovechar las fuentes de datos y metodologías ya existentes, y sin requerir una inversión significativa, es posible obtener información detallada sobre las condiciones energéticas de los hogares mexicanos. Implementar de manera oficial estos indicadores podría ser una herramienta útil para el gobierno al facilitar el diseño y evaluación de políticas energéticas más precisas y efectivas, focalizadas en las regiones y poblaciones más vulnerables.

En cuanto a la complejidad de la Pobreza Energética, resulta evidente que abordar la Pobreza Energética requiere de un enfoque integral, coordinado y flexible, que reconozca la necesidad de políticas diseñadas a medida de las condiciones específicas de cada contexto. Para el diseño de políticas públicas, se recomienda considerar los tres indicadores de Pobreza Energética, así como el contexto territorial.

Adicionalmente, para diseñar políticas públicas efectivas contra la Pobreza Energética, es crucial considerar la diversidad de sus manifestaciones y las diferencias regionales. Dado que los niveles de Pobreza Energética varían significativamente entre distintas zonas climáticas, se recomienda priorizar las intervenciones a nivel estatal y/o municipal. Se espera que estas políticas locales, al estar más focalizadas a las necesidades específicas de cada región, tengan un mayor impacto en la reducción de esta problemática. Por lo tanto, se sugiere fortalecer la capacidad de los gobiernos estatales para diseñar y ejecutar las políticas dirigidas a combatir todos los tipos de Pobreza Energética.

Otro aspecto por destacar es que, al parecer las políticas energéticas relacionadas con el precio de electricidad, analizadas en este estudio, solo pueden tener un efecto limitado en la reducción de la Pobreza Energética. Para aumentar su efectividad, las políticas económicas deben coordinarse con políticas sociales que atiendan la disponibilidad de bienes y servicios que requieren energía en los diferentes niveles de gobierno.

En lo que respecta a las políticas sociales relacionadas con la energía, estas deberían abordar las carencias más persistentes de la población como el confort térmico y educación. Actualmente existen programas gubernamentales para mejorar la vivienda y la educación. Por ejemplo, para la vivienda existe el Programa Vivienda Digna, dirigido a hogares mexicanos en situación de pobreza (SEDATU, 2021), Programa de Ahorro Sistémático Integral (ASI) en Mexicali, donde la CFE ofrece créditos a los consumidores domésticos que cumplen ciertos requerimientos (FIPATERM, 2023) y Mejoravit Repara, crédito Infonavit de 9 mil pesos para hacer

mejoras en la vivienda (Infonavit, 2024), entre otros. La desventaja de estos programas es que están enfocados solo a ciertos hogares que cumplen una serie de requerimientos. Mientras que la carencia de confort térmico es persistente en casi el 100% de las viviendas.

Asimismo, algunos programas para la educación son: La Escuela es Nuestra, enfocado a escuelas públicas de educación básica que destina recursos para mejorar las instalaciones, las cuales pueden incluir la adquisición de equipos tecnológicos (SEP, 2024). Internet para todos, que pretende expandir la cobertura de internet en zonas rurales y marginadas del país (CFE, 2023). Algunas desventajas de estos programas son que los equipos están destinados a las escuelas públicas, no al hogar de cada estudiante, no garantizan la igualdad de acceso entre los diferentes niveles de escolaridad, no asegura la calidad de servicio de internet o de los equipos de cómputo otorgados y no asegura el mantenimiento ni la actualización de los equipos.

Finalmente, es importante considerar el tiempo requerido en los procesos de diseño y puesta en marcha de las políticas. Estos procesos suelen ser complejos y burocráticos, lo que puede generar una brecha temporal significativa entre la identificación de una necesidad y la implementación de su solución. Estas condiciones, de generalidad y demora, pueden resultar en políticas que, aunque bien intencionadas, resultan insuficientes para atender las necesidades cambiantes de la población. Por otro lado, al modificar cada sexenio la estrategia energética y los programas sociales, es difícil esperar una disminución considerable en poco tiempo, se debería dar continuidad a las políticas energéticas entre sexenios para facilitar la evaluación y seguimiento.

En lo que concierne a la iniciativa privada, esta tiene una oportunidad única de transformar las carencias sociales en un motor de crecimiento económico. Al atender necesidades no cubiertas, como el acceso a sistemas de confort eficientes y dispositivos eléctricos para la educación de calidad, las empresas pueden captar un mercado potencialmente grande y generar un impacto positivo en la sociedad.

En este sentido, se propone una colaboración estratégica entre el sector público y privado. El gobierno puede desempeñar un papel fundamental al establecer marcos regulatorios que fomenten la creación, la inversión y la innovación de empresas productoras y comercializadoras de estos bienes.

Esta investigación ofrece abundancia de datos y recomendaciones. Sin embargo, es importante mencionar que existen varios aspectos a fortalecer. Por ejemplo, se podría considerar la posibilidad de relajar algunas condiciones para la clasificación de Pobreza Energética por ingresos. Se podría ampliar el análisis e incluir variables referentes al gasto y precio de la gasolina y el gas. También, se podrían implementar modelos econométricos más sofisticados como el Equilibrio General Computado, que permite identificar efectos directos e indirectos en la economía. Adicionalmente, se podría completar el análisis cuantitativo con un análisis cualitativo, mediante entrevistas a hogares y/o grupos focales, para obtener una comprensión más profunda de los mecanismos a través de los cuales las políticas energéticas afectan el bienestar de los hogares.

Finalmente, futuros estudios podrían medir la pobreza energética (*LIHC, MEDI y PEM*) y evaluar el efecto de las estrategias entre países o con otros grupos de comparación. Además, se podría explorar en la evaluación de modelos energéticos alternativos, como las cooperativas/comunidades energéticas, que promueven la participación ciudadana y la generación distribuida.

Referencias

- Abadie, A. y Imbens, G (2016) Notes and Comments Matching on the estimated propensity score. *Econometrica*, Vol. 84, No. 2, pp. 781-807. DOI: 10.3982/ECTA11293
- Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA) (2008) Indicadores energéticos de desarrollo sostenible: directrices y metodologías. Obtenido de, https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1222s_web.pdf
- Alkire, S. y Forster, J. (2007) Counting and multidimensional poverty measurement. Oxford Poverty and Human Development Initiative (OPHI). Obtenido de, [Counting and Multidimensional Poverty Measurement | OPHI](#)
- Alkire, Sabina; Foster, James; Seth, Suman; Santos, María; Roche, José y Ballon, Paola (2015). Multidimensional Poverty Measurement and Analysis: Chapter 5, The Alkire-Foster Counting Methodology. Oxford Poverty and Human Development Initiative (OPHI) Working Paper 86. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199689491.003.0005.
- Alotaibi, R. et al., (2019) Traffic related air pollution and the burden of childhood asthma in the cointinous United States in 2000 and 2010. *Environment International*. Volume 127. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.03.041>
- Álvarez, J. y Valencia, F. (2016), Made in Mexico: Energy reform and manufacturing growth, *Energy Economics*, vol. 55, Londres, Universidad de Greenwich, pp. 253-265, <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.01.016>
- Ananda, J., Karanasena, G. y Pearson, D. (2023) Has the COVID-19 pandemic changed household food management and food waste behavior? A natural experiment using propensity score matching. *Journal of Environmental Management*, Vol. 328. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116887>
- Arenas, E., Barrella, R., Burzaco, P., Cabrera, E., Cemento, M., Escribano, J., Ibañez, J. Linares, P. Linares, J., Romero, P. (2019) Capítulo 3: La Pobreza Energética en España. En *NFORME España 2019 / Cátedra José María*

- Martín Patino de la Cultura del Encuentro; [coordinación y edición Agustín Blanco, Antonio Chueca, José Antonio López-Ruiz y Sebastián Mora]. -- Madrid: Universidad Pontificia Comillas, Cátedra J.M. Martín Patino.
- Arrow, K. (1951) Social Choice and Individual Values. Yale University Press. ISBN: 0300013647
- Atalla, T. y Hunt, L. (2016) Modelling residential electricity demand in the GCC countries. *Energy Economics*, vol. 59, Sussex, Universidad de Sussex, pp. 149-158, <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.07.027>
- Atamturk, N., Zafar, M. y Clanon, P. (2012) Electricity Use and Income: A Review, Los Angeles, California Public Utilities Commission.
- Awaworyi-Churchill, S. y Smyth, R. (2021) Energy poverty and health: Panel data evidence from Australia. *Energy Economics*, Vol. 97 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105219>.
- Bacon, R., Bhattacharya, S., Kojima, M., (2010) Expenditure of low-income households on energy: evidence from Africa and Asia. Retrieved from. http://siteresources.worldbank.org/EXTOGMC/Resources/336929-1266963339030/eifd16_expenditure.pdf.
- Banco Mundial (BM) (2022) Reseña sobre el ajuste en las líneas mundiales de Pobreza. Publicado mayo 02, 2022. Obtenido de, <https://www.bancomundial.org/es/news/factsheet/2022/05/02/fact-sheet-adjustment-to-global-poverty-lines#:~:text=La%20nueva%20I%C3%ADnea%20mundial%20de,se%20encuentra%20en%20esta%20situaci%C3%B3n>.
- Banco Mundial (BM) (2023) Inversión en energía con participación privada (US\$ a precios actuales) Obtenido de, <https://datos.bancomundial.org/indicador/IE.PPI.ENGY.CD>

- Bastian, J., Bian, L. y Grogger, J. (2021), How did Safety-Net reform affect the education of adolescents from low-income families?, *Labour Economics*, vol. 77, Tilburg, Universidad de Tilburg, economía y administración, <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2021.102031>
- Becerril, J. y Abdulai, A. (2010) The Impact of Improved Maize Varieties on Poverty in Mexico: A Propensity Score-Matching Approach. *World Development*, Vol. 38 (7), pp. 1024-1035. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2009.11.017>.
- Bernal, R., y Peña, X. (2011). Guía práctica para la evaluación de impacto. Universidad de los Andes, Colombia. <http://www.jstor.org/stable/10.7440/j.ctt1b3t82z>
- Boardman, B. (1991) Fuel Poverty: From Cold Homes to Affordable Warmth, London, Belhaven Press.
- Boutabba, M., Diaw, D., Laré, A. y Lessoua, A. (2020) The impact of microfinance on energy access: a case study from peripheral districts of Lomé, Togo. *Applied Economics*. Vol. 52 (45), pp. 4927-4951. DOI: <https://doi.org/10.1080/00036846.2020.1751800>
- Caliendo, M. y Tübbicke, S. (2021), Design and effectiveness of start-up subsidies: Evidence from a policy reform in Germany, *Economic Analysis and Policy*, vol. 70, Brisbane, Universidad Tecnológica de Queensland, <https://doi.org/10.1016/j.eap.2021.02.015>
- Calvo, R., Álamos, N., Billi, M., Urquiza, A. y Lisperger, C. (2021) Desarrollo de indicadores de pobreza energética en América Latina y el Caribe, serie Recursos Naturales y Desarrollo, N° 207 (LC/TS.2021/104), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Obtenido de, <https://repositorio.cepal.org/items/b6cf8253-f600-46c9-ae5d-6d9663091e15>
- Cámara de Diputados (2014) Ley General de Desarrollo Social (LGDS), Artículo 8. Obtenido de, <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDS.pdf>

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2012) Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación. Publicado el 6 de junio de 2012. Obtenido de, http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC_130718.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2015) Ley de Transición Energética. Diario Oficial de la Federación. Publicado el 24 de diciembre de 2015. Obtenido de, <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LTE.pdf>

Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) (2020) Infraestructura del sector eléctrico: datos estadísticos de la infraestructura e inversión actual. Publicado diciembre 2020. Obtenido de, chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgkclefindmkaj/https://www.cmic.org.mx/secciones/electrica/electricidad/doc.PDF/Datos%20Estad%C3%ADsticos%20El%C3%A9ctrico%202020.pdf

Campbell, A. (2018) Price and income elasticities of electricity demand: Evidence from Jamaica, *Energy Economics*, vol. 69, Sussex, Universidad de Sussex, pp. 19-32, <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.10.040>

Campo-Arias, Adalberto, Herazo, Edwin, & Oviedo, Heidi Celina. (2012). Análisis de factores: fundamentos para la evaluación de instrumentos de medición en salud mental. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 41(3), 659-671. Retrieved November 24, 2024, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74502012000300015&lng=en&tlng=es.

Cedano, K. G., Robles-Bonilla, T., Santillán, O. S., & Martínez, M. (2021). Assessing Energy Poverty in Urban Regions of Mexico: The Role of Thermal Comfort and Bioclimatic Context. *Sustainability*, 13(19), 10646. DOI: <https://doi.org/10.3390/su131910646>

Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) (2018) Acuerdo de suspensión de la Subasta a Largo Plazo No 1 2018. Publicado el 3 de diciembre de 2018.

Obtenido de,
https://www.cenace.gob.mx/Docs/MercadoOperacion/Subastas/2018/39_Acuero%20de%20suspensi%C3%B3n%20de%20la%20SLP%20No.1%202018%20v03%202012%202018.pdf

Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) (2018a) ¿Sabes qué es el Mercado Eléctrico Mayorista? CENACE. Publicado 20 de noviembre de 2019. Obtenido de, <https://www.gob.mx/cenace/articulos/sabes-que-es-el-mercado-electrico-mayorista?idiom=es>

Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) (2023) MEM, Subastas a largo plazo. Obtenido de,

<https://www.cenace.gob.mx/Paginas/SIM/SubastasLP.aspx>

Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) (2023a) Sistema de Información del Mercado (SIM). Obtenido de, <https://www.gob.mx/cenace/acciones-y-programas/mercado-y-operaciones-60717>

Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) (2023c) Lista de Participantes del Mercado Mayorista. Obtenido de,

<https://www.cenace.gob.mx/Paginas/SIM/ParticipantesMEM.aspx>

Chatellier, D. y McNeil, M. (2020) Electricity demand of non-residential buildings in Mexico, Sustainable Cities and Society, vol. 59, Montreal, Universidad Concordia, 102165, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102165>

Climate Action Tracker (CAT) (2019) Resumen México. Publicado el 2 de diciembre de 2019. Obtenido el 15 de septiembre de 2020 de,

<https://climateactiontracker.org/countries/mexico/>

Clò, S. & Fumagalli, E. (2019) The effect of Price regulation on energy imbalances: A difference in difference design. Energy Economics. Volume 81. Bulecido junio de 2019. Obtenido 01 de abril de 2021 de,

<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.05.008>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2018) Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia Energética de México 2018. Repositorio CEPAL. S. 18-00496. Publicado mayo 2018. Obtenido de, https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43612/1/S1800496_es.pdf

Comisión Europea (CE) (2022) Introduction to the Energy Poverty Advisory Hub (EPAH) Handbooks: A Guide to Understanding and Addressing Energy Poverty. Energy Poverty Advisory Hub. Obtenido de, https://energy-poverty.ec.europa.eu/discover/publications/publications/introduction-energy-poverty-advisory-hub-epah-handbooks-guide-understanding-and-addressing-energy_en

Comisión Europea (CE) (2022a) Bringing Energy Poverty Research into Local Practice: Exploring Subnational Scale Analyses. Energy Poverty Advisory Hub. Publicado, febrero de 2022. Obtenido de https://energy-poverty.ec.europa.eu/discover/publications/publications/bringing-energy-poverty-research-local-practice-exploring-subnational-scale-analyses_en

Comisión Federal de Electricidad (CFE) (2022) CFE, Fortaleza Técnica al Servicio de México. Publicado el 17 de febrero de 2022. Obtenido de, <https://app.cfe.mx/Applicaciones/OTROS/Boletines/boletin?i=2470#:~:text=La%20electricidad%20es%20generada%20en,manera%20constante%20y%20sin%20intermitencia.>

Comisión Federal de Electricidad (CFE) (2022a) Reforma Eléctrica va contra monopolios privados; CFE garantiza un servicio público con Tarifas Justas – Manuel Barlett. Comunicación CFE. Publicado el 19 de enero de 2022. Obtenido de, <https://app.cfe.mx/Applicaciones/OTROS/Boletines/boletin?i=2439>

Comisión Federal de Electricidad (CFE) (2023a) Nuestra Empresa: Historia de la CFE. Obtenido de,

<https://www.cfe.mx/nuestraempresa/pages/historia.aspx#:~:text=Al%20inicio%20de%20las%20operaciones,largo%20y%20ancho%20del%20pa%C3%ADs.>

Comisión Federal de Electricidad (CFE) (2023b) Preguntas frecuentes: MEM. Obtenido de, <https://calificados.cfe.mx/Paginas/preguntas.aspx>

Comisión Federal de Electricidad (CFE) (2023c) Esquema tarifario vigente. CFE
Obtenido de,
<https://app.cfe.mx/Applicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRECasa/Casa.aspx>

Comisión Nacional para el uso Eficiente de la Energía (CONUEE) (2022) Servicios energéticos, Pobreza y eficiencia energéticas: una perspectiva desde México. Cuadernos de la CONUEE, No. 8.

Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) (2021) Estadísticas energéticas en las viviendas mexicanas. CONUEE. Publicado el 31 de marzo de 2021. Obtenido de, <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/estadisticas-energeticas-en-las-viviendas-mexicanas>

Comisión Reguladora de Energía (CRE) (2023) Memorias de cálculo de Tarifas Eléctricas. Obtenido de, <https://www.gob.mx/cre/articulos/consulta-las-memorias-de-calculo-de-las-tarifas-electricas?state=published>

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2020) Medición de la Pobreza, Estados Unidos mexicanos, serie 2008-2018. Obtenido de,
https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/PublishingImages/Pobreza_2018/Cuadro_1_2008-2018.PNG

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2019) Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México. CONEVAL. Tercera Edición.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2023) Medición de la Pobreza, Estados Unidos Mexicanos 2016-2022.

CONEVAL. Obtenido de,

https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/AE_Pobreza_2022.aspx

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL)

(2023a) Medir la Pobreza con varias dimensiones: el aporte metodológico de México al mundo. CONEVAL. Obtenido de,

https://www.coneval.org.mx/Informes/home/Medir_la_Pobreza_mediente_m%C3%BAltiples_dimensiones.pdf

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL)

(2023b) ¿Cómo se logró construir la medición de la Pobreza del CONEVAL? CONEVAL. Obtenido de,

[https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/Como_logro_construir_la_medicion_de_Coneval%20\(1\).pdf](https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/Como_logro_construir_la_medicion_de_Coneval%20(1).pdf)

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL)

(2018). Evaluación Estratégica de Protección Social en México, segunda edición. México, CDMX. Recuperado en

<https://www.coneval.org.mx/InformesPublicaciones/Documents/EvaluacionEstrategica-Proteccion-Social-segunda-edicion.pdf>

Costa-Campi, M. T., Jové Llopis, E., & Trujillo Baute, E. (2020). Pobreza energética en Europa. ¿Qué hacen los países europeos para afrontar la pobreza energética?. Institut d'Economia de Barcelona (IEB). <https://ieb.ub.edu/wp-content/uploads/2020/12/Pobreza-Energetica-Europa-br.pdf>

Cournot, A. (1838, 1974) Reschercher sur les Principes Mathématiques de la Théorie de Richesse, Paris, Calmann-Levi.

Cournot, A. (1863) Principes de la theorie des richesses. Paris: Hachette.

Cox-Edwards, A. y Rodríguez-Oregia, E. (2009) Remittances and Labor Force Participation in Mexico: An Analysis Using Propensity Score Matching. World

Development, Vol. 37 (5). DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2008.09.010>

Cushman, D. y De Vita, G. (2017) Exchange rate regimes and FDI in developing countries: A propensity score matching approach. Journal of International Money and Finance. Vol. 77. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2017.07.018>

De Rezende, E., Aranha, F., Zambaldi, F. y Goldszmidt, R. (2006) "Electricity Consumption as a Predictor of Household Income: a Spatial Statistics approach", ponencia presentada en VIII Brazilian Symposium on GeoInformatics, 19-22 de noviembre, Campos do Jordão, Brazil.

Deaton, A. (2015) The Analysis of Household Surveys: A microeconometric Approach to Development Policy. World Bank

Debarre, R., Gahlot, P. Bajramovic, A. y Lajoire, B. (2018) Introduction to Energy Poverty, Factbook. A.T. Kearney Energy Transition Institute.

Declaración Universal de los Derechos Humanos Emergentes (DUHE) (2007) Declaración Universal de los Derechos Humanos Emergentes. Obtenido de, https://catedraunescodh.unam.mx/catedra/CONACYT/04_Docentes_UdeO_ubicar_el_de_alumnos/Contenidos/Lecturas%20obligatorias/M.5_cont_3_DUDHE.pdf

Diario Oficial de la Federación (DOF) (2012) Ley General del Cambio Climático. Publicado 06 de junio de 2012. Obtenido de, <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf>

Diario Oficial de la Federación (DOF) (2013), Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en Materia de Energía., 20 de diciembre, Ciudad de México, Segob, Obtenido de, <https://tinyurl.com/2g429537>

Diario Oficial de la Federación (DOF) (2017) ACUERDO A/056/2017 por el que se modifica el cronograma de flexibilización de precios de gasolinas y diésel establecido por la Comisión Reguladora de Energía mediante el Acuerdo A/059/2016. Publicado el 28 de noviembre de 2017. Obtenido de, https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5506042&fecha=28/11/2017#gsc.tab=0

Diario Oficial de la Federación (DOF) (2021) Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de Ley de la Industria Eléctrica. Publicado en marzo de 2021. Obtenido en abril de 2021 de, https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5613245&fecha=09%2F03%2F2021

Domínguez-Lara, S. y Merino-Soto, C. (2015a). ¿Por qué es importante reportar los intervalos de confianza del coeficiente alfa de Cronbach? Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, 13 (2), pp. 1326-1328.

Duarte, T. y Jiménez, R. (2007) Aproximación a la Teoría del Bienestar. Scientia Et Technica, vol. XIII (37). Pp.305-310. Universidad de Pereira, Colombia, ISSN: 0122-1701

Duflo, E. (2001) Schooling and Labor Market Consequences of School Construction in Indonesia: Evidence from an Unusual Policy Experiment. The American Economic Review, vol. 90 (4), Pittsburgh, American Economic Association, pp. 795-813, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.229794>

Dupuit, J. (1844) De la mesure de l'utilité des travaux publics. In: Revue française d'économie, volume 10, n°2, 1995. pp. 55-94; doi: 10.3406/rfeco.1995.978. Recuperado de http://www.persee.fr/doc/rfeco_0769-0479_1995_num_10_2_978 el 20/11/2018

Emberson, L., K. He, J. Rockström, M. Amann, J. Barron, R. Corell, S. Feresu, R. Haeuber, K. Hicks, F. X. Johnson, A. Karlqvist, Z. Klimont, I. Mylvakanam, W.

- W. Song, H. Vallack and Z. Qiang (2012) Chapter 3 - Energy and Environment. In Global Energy Assessment - Toward a Sustainable Future, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, and the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, pp. 191-254.
- Enríquez, A., Ramírez, J., y Rosellón, J. (2019) Costos de generación, inversión y precios del sector eléctrico en México. *Investigación económica*, 78(309), 58-79. Epub 20 de mayo de 2020. <https://doi.org/10.22201/fe.01851667p.2019.309.70119>
- Ephraim, M., Munyanyi, E. y Awaworyi-Churchill, S. (2022) Foreign aid and energy poverty: Sub-national evidence from Senegal. *Energy Economics*, Vol. 108. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.105899>
- Faiella I. (2018), Passato e futuro delle rinnovabili in Italia. Costi e benefici per l'economia italiana, mimeo.
- Faiella I. y Lavecchia, L. (2015), Energy poverty in Italy, *Politica economica, Società editrice il Mulino* (1), pp. 27-76.
- Faiella, I. y Lavecchia, L. (2019) Chapter 2. Energy poverty indicators en Urban Fuel Poverty. Academic Press, pp. 127-241, ISBN: 9780128169537
- Fideicomiso para el Aislamiento Térmico de la Vivienda (FIPATERM, 2023) Programa de Ahorro Sistemático Integral. Obtenido de, <http://www.programaasi.mx/nosotros>
- Fredriksson, A. y Magalhães, G.M. (2019) Impact evaluation using Difference in Difference. *RAUSP Management Journal*, Vol. 54 (4), pp. 519-532. DOI: <https://doi.org/10.1108/RAUSP-05-2019-0112>
- Friedman, M. (1962). Capitalism and Freedom. University of Chicago Press.
- Furszyfer del Rio, D. y Sovacool, B. (2023) Of cooks and slum-dwellers: Exploring the lived experience of energy and mobility poverty in Mexico's informal

- settlements. World Development, Vol. 161. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2022.106093>
- Galindo, L.M., (2005) Short- and long-run demand for energy in Mexico: a cointegration approach. Energy Pol. 33 (9), 1179–1185. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2003.11.015>.
- García, G. Y Tol, R. (2021) The impact of the Bono Social de Electricidad on energy poverty in Spain. Energy Economics. Volume 103. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105554>.
- García, M. y Mundó, J. (2014) La energía como derecho. Cómo afrontar la Pobreza Energética. Dossier Catalunya Social. Red Europe de Lucha contra la Pobreza y la Exclusión Social en el Estado Español EAPN-ES. Obtenido de, <https://www.eapn.es/publicaciones/196/la-energiacomoderecho-como-afrontar-la-Pobreza-energetica>
- García, R. (2013) Pobreza Energética en América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). DOI: <https://repositorio.cepal.org/items/30533fb9-4fb1-425a-8745-a3f03532e872>
- García, R. y Ávila-Ortega, D. (2022) Energy services' Access deprivation in Mexico: A geographic, climatic and social perspective. Energy Policy, Vol 164. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112822>
- García-Vega, M., Kneller, R. y Stiebale, J. (2021) Labor market reform and innovation: evidence from Spain. Research Policy, Research Policy, 50 (5), Brington, Universidad de Sussex, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104213>
- Gebel, M y Voßemer, J. (2014) The impact of employment transitions on health in Germany. A difference-in-differences propensity score matching approach. Social Science & Medicine, Vol. 108. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2014.02.039>

Gertler, P., Martínez, S., Rawlings, L., Premand, P. y Vermeersch, C. (2017) La evaluación de impacto en la práctica, Washington. Banco Interamericano de Desarrollo y Banco Mundial.

Gobierno de la República (2013), Reforma Energética. Resumen Ejecutivo, Ciudad de México, SENER, Obtenido de, <https://tinyurl.com/2junprrn>

González-Euguino, M. (2015) Energy poverty: An overview. Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 47, pp. 377- 385. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.013>

Gorard, S. (2013). Research design. SAGE Publications, Inc., <https://doi.org/10.4135/978152643148>

Gouveia, J., Palma, P. y Simoes, S. (2019) Energy poverty vulnerability intex: A multidimensional tool to identify hotspots for local action. Energy Reports (5), pp. 187-201, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2018.12.004>

Grünewald, P. y Diakonova, M. (2020) Societal differences, activities and performance: Examining the role of gender in electricity demand in the United Kingdom, Energy Research & Social Science, vol. 69, Sussex, Centro de Innovación y Demanda de energía, <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101719>

Grupo de Expertos sobre Estadísticas de Pobreza (Grupo de Río) (2007), Compendio de mejores prácticas en la medición de la Pobreza, Santiago de Chile, original en inglés bajo el título “Compendium of best practices in poverty measurement”, publicado en Río de Janeiro, 2006.

Hallin, M. y Liska, R., (2007), The Generalized Dynamic Factor Model: Determining the Number of Factors, Journal of the American Statistical Association, 102, 603-617

Hamilton, A. (1791) Report on the subject of manufactures. Philadelphia: Childs and Swaine.

- Han, C., Xu, R., Gao, C.; Yu, W., Zhang, Y., Han, K., Yu, P., Guo, Y. y Li, S. (2021), Socioeconomic disparity in the association between long-term exposure to PM2.5 and mortality in 2640 Chinese counties, *Environment International*, vol. 146, Wilrijk, Centro Universitario Toxicológico de Antwerp, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106241>
- Hanley, N., Shogren, J y white, B. (2013) *Introduction to Environmental Economics*. Third. Edition. Oxford University Press. New York: USA ISBN: 978-0-19-107243-7
- Haughton, J. y Khandker (2009) *Handbook on Poverty and Inequality*. Washington, DC: The World Bank. ISBN: 9780821376133
- Heckman, J., Ichimura, H. y Tood P. (1998) Matching as an econometric evaluation estimator. *Review of Economic Studies*, (65), pp. 261-294
- Huffman, C. y Valdez, B. (2015) Heterogeneous treatment effects in development policy evaluation: The case of the Mexican Estrategia 100×100. *Investigación Económica*, Vol. 74 (294), pp. 101-134. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.inveco.2015.11.003>.
- Inglesi-Lotz, R. y Diez, L. (2017) The effect of education on a country's energy consumption: evidence from developed and developing countries, Documento en trabajo 201733, Ciudad del Cabo, Economic Research Southern Africa (ERSA).
- Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT, 2024) Crédito Mejoravit Repara. Obtenido el 02 de junio de 2024 de, <https://infonavitfacil.mx/mejoravit-repara/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2018) Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares (ENCEVI). Obtenido de, <https://www.inegi.org.mx/programas/encevi/2018/>

- International Energy Agency (IEA) (2010) Energy Poverty: How to make modern energy access universal? International Energy Agency. Obtenido de, <https://www.iea.org/reports/energy-poverty-how-to-make-modern-energy-access-universal>
- Islas, A. y Cornelio, E. (2022) Derecho Humano al acceso al Acceso a la Energía Eléctrica para una vida digna: Transición del sistema Eléctrico en México. Revista Lex Mercadotelia. Vol 22. DOI: 10.211234/lex.vi
- Jacaard, M., Agbemabiese, L., Azar, C. de Oliveira, A., Fisher, B., Hughes, A., Ohadi, M, Yamaki, K. y Zhanf, X. (2012) Chapter 22. Policies for Energy Systems Transformation Objectives and Instruments en Global Energy Assessment (GEA)
- Jevons, W (1871) The Theory of Political Economy, Nueva York, Kelley and Millman.
- Johansson, P. (1991) An Introduction to Model Welfare Economics. Cambridge Univerty Press. ISBN: 0-521-35616
- Jusidman-Rapoport, C. (2014). El derecho a la alimentación como derecho humano. Salud Pública de México, 56(Supl. 1), s86-s91. Recuperado en 14 de septiembre de
- Kahanna, R., Li, Y., Mahaisalkar, S., Kumar, M., (2019) Comprehensive energy poverty index: Measuring energy poverty and identifying micro-level solutions in South and Southeast Asia. Energy Policy (132), pp. 379-391. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.05.034>
- Karekezi, S., Kimani, J., & Onguru, O. (2012a). Energy access among the urban and peri-urban poor in Kenya. Energy for Sustainable Development, 16(4), 447-455.
- Karekezi, S., S. McDade, B. Boardman, and J. Kimani (2012): Chapter 2 - Energy, Poverty and Development. In Global Energy Assessment - Toward a Sustainable Future, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New

- York, NY, USA, and the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, pp. 151-190.
- Keen, S. (2021) The New Economics. Polity Press. ISBN: 978-1509545285
- Kihm, H. S., & McGregor, S. L. T. (2020). Wellness and well-being: A decade review of AAFCS journals (2009–2019). *Journal of Family & Consumer Sciences*, 112(3), 11-22.
- Kim, M. (2020), Determining the Relationship between Residential Electricity Consumption and Factors: Case of Seoul, *Sustainability*, 12 (20), <http://dx.doi.org/10.3390/su12208590>.
- Koomson, I. y Danquah, M. (2021) Financial inclusion and energy poverty: Empirical evidence from Ghana. *Energy Economics*, Vol. 94. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.105085>
- Krugman, P. et al. (2015) Fundamentos de Economía. 3ra. Edición. Editorial Reverté. Barcelona: España.
- Landreth, H., y Colander, D. (2006) Historia del Pensamiento Económico. 4ta. Edición. McGraw-Hill/ Interamericana de España. ISBN: 0618133941
- Lee, M. (2016). Matching, regression discontinuity, difference in differences, and beyond. Oxford: Oxford University Press.
- Leogrande, S., Alessandrini, E., Stafoggia, M., Morabito, A., Nocioni, A., Ancona, C., Bisceglia, L., Mantaloni, F., Giua, R., Mincuzzi, A., Minerba, S., Spagnolo, S., Pastore, T., Tanzarella, A., Assennato, G, y Forastiere, F. (2019), Industrial air pollution and mortality in the Taranto area, Southern Italy: A difference-in differences approach, *Environment International*, vol. 132, Wilrijk, Centro Universitario Toxicológico de Antwerp, pp.1-7, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105030>
- Lin, B., y Okyere, M. A. (2020). Multidimensional Energy Poverty and Mental Health: Micro-Level Evidence from Ghana. *International Journal of Environmental*

Research and Public Health, 17(18), 6726.
<https://doi.org/10.3390/ijerph17186726>

Lindner, S., McConnell, K.J. (2019) Difference-in-differences and matching on outcomes: a tale of two unobservables. *Health Serv Outcomes Res Method* (19), pp. 127–144. <https://doi.org/10.1007/s10742-018-0189-0>

List, F. (1841). *El sistema nacional de economía política*. Madrid: Imprenta de D. José María Repullés

Mankiw, G. (2017) *Principios de Economía*. 7ma. Edición. Cengage Learning Editores. CDMX: México.

Marshall, A. (1892). *Principles of Economics*, London, Macmillan.

Martey, E. (2022) Empirical analysis of crop diversification and energy poverty in Ghana. *Energy Policy*, Vol. 165. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112952>.

McGregor, S. (2020) Home Ecology to home Economics and Beyond: Ellen Swallow Richard's Disciplinary Contributions. *Journal of Family and Consumer Science*. Vol. 112 (2), pp. 28-39. DOI: <https://doi.org/10.14307/JFCS112.2.28>

Memmott, T., Carley, S., Graff, M. et al. (2021) Sociodemographic disparities in energy insecurity among low-income households before and during the COVID-19 pandemic. *Nat Energy* 6, 186–193.
<https://doi.org/10.1038/s41560-020-00763-9>

Merino, G. (2023) Análisis ODS 1. Fin de la Pobreza: vacíos jurídicos y acción legislativa pertinente. En *Reporte legislación mexicana y los ODS. Elementos para una agenda legislativa sostenible*. Editorial Digital Tecnológico de Monterrey. Obtenido de, https://play.google.com/books/reader?id=B4jSEAAAQBAJ&pg=GBS.PT116.w.7.1.79_263&hl=es

- Mill, J. S. (1848). *Principles of political economy: with some of their applications to social philosophy*. Londres: John W. Parker
- Miniaci R., Scarpa C. y Valbonesi, P. (2014), Energy affordability and the benefits system in Italy. *Energy Policy* (75), pp. 289-300, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.09.008>
- Molina Vargas, A. (2017). Estructura de la industria eléctrica mexicana: El Modelo de Comprador Único. *Economía: teoría y práctica*, (46), 71-95. <https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/462017/molina>
- Morales, D., y Luyando, J. (2014) Análisis del Consumo de Energía Eléctrica Residencial en el Área Metropolitana de Monterrey, N.L., México, Estudios Económicos, 31 (62), Buenos Aires, Universidad del Sur e Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales del Sur, pp. 27-49, <https://doi.org/10.52292/j.estudecon.2014.747>
- Morales, I. (2023) ODS 7. Energía Asequible y no contaminante. En Reporte legislación mexicana y los ODS. Elementos para una agenda legislativa sostenible. Editorial Digital Tecnológico de Monterrey. Obtenido de, https://play.google.com/books/reader?id=B4jSEAAAQBAJ&pg=GBS.PT116.w.7.1.79_263&hl=es
- Mora-Rivera, J. y García-Mora, F. (2021) Internet Access and poverty reduction: Evidence from rural and urban Mexico. *Telecommunications Policy*, Vol. 45 (2). ISSN 0308-5961
- Mora-Rivera, J., Cerón-Monroy, H. y García-Mora, F. (2019) The impact of remittances on domestic tourism in Mexico. *Annals of Tourism Research*, Vol. 76, pp 36-52. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.annals.2019.03.002>.
- Moshiri, S. y Martínez, M. (2018), The welfare effects of energy price changes due to energy market reform in Mexico, *Energy Policy*, vol. 113, Londres, Universidad de Greenwich, pp. 663-672, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.11.035>

Ngarava, S., Zhou, L., Ningi, Y., Chari, M. y Mdiya, L. (2022) Gender and ethnic disparities in energy poverty: The case of South Africa. *Energy Policy*. Vol. 161. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112755>.

Nussbaumer, P., Nerini, F., Onyeji, I., & Howells, M. (2013). Global Insights Based on the Multidimensional Energy Poverty Index (MEPI). *Sustainability*, 5(5), 2060–2076. <https://doi.org/10.3390/su5052060>

Nyagwachi, A., Chelwa, G. y van Walbeek, C. (2020), The effect of tobacco- and alcohol-control policies on household spending patterns in Kenya: An approach using matched difference in difference, *Social Science and Medicine*, vol. 156, Boston, Harvard University, pp. 1-10, <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2020.113029>

O'Brien, P (1989) Los economistas clásicos, Madrid, Alianza.

Organización de las Naciones Unidas (ONU) (1948) Declaración Universal de los Derechos Humanos de la ONU. Publicado el 10 de diciembre de 1948. Obtenido de, https://www.un.org/es/documents/udhr/UDHR_booklet_SP_web.pdf

Organización de las Naciones Unidas (ONU) (1976) Pacto Internacional de los Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC). Organización de las Naciones Unidas. Obtenido de, <https://www.ohchr.org/es/instruments-mechanisms/instruments/international-covenant-economic-social-and-cultural-rights>

Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2015) Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Publicado 25 de septiembre de 2015. Obtenido de, <http://undocs.org/es/A/RES/70/1>

Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2021) La era de la energía limpia debe empezar hoy, coinciden líderes mundiales. Publicado el 24 de septiembre de 2021. Obtenido de, <https://news.un.org/es/story/2021/09/1497412#:~:text=Advirti%C3%B3n>

ue%20si%20no%20se%20adopta%20este%20modelo,la%20diferencia%20entre%20la%20vida%20y%20la%20muerte.

Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2023) Objetivos de Desarrollo Sostenible. Objetivo 7. Obtenido de, <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>

Organización de Naciones Unidas (ONU) (1995) Declaración de Copenhague sobre el Desarrollo Social. Cumbre Mundial Sobre el Desarrollo Social, Copenhague, Dinamarca. Publicado marzo 1995. Obtenido de, <https://undocs.org/es/A/CONF.166/9>

Organización Mundial de la Salud (OMS) (2021) Informe sobre el acceso universal a la energía sostenible seguirá siendo inalcanzable, a menos que se aborden las desigualdades. Publicado 07 de junio de 2021. Obtenido de, <https://www.who.int/es/news/item/07-06-2021-global-launch-tracking-sdg7-the-energy-progress-report>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (2008). Handbook on Constructing Composite Indicator: Methodology and User Guide. Paris: OCDE. Obtenido de, https://www.oecd-ilibrary.org/economics/handbook-on-constructing-composite-indicators-methodology-and-user-guide_9789264043466-en

Orshansky, M (1963). Children of the poor, Social Security Bulletin, 26 (7), 3-17. pp. 3-13. Obtenido de, <https://www.ssa.gov/policy/docs/ssb/v26n7/v26n7p3.pdf>

Orshansky, M. (1965), "Counting the poor: another look at the poverty profile", Social Security Bulletin, vol. 28 (1)

Ortega, A. y Medlock, K (2021) Price elasticity of demand for fuel by income level in Mexican households. Energy Policy V. 151, 112132 Obtenido de, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112132>

- Ortiz, L. y Viveros, J. (2022) La industria eléctrica en México y el acceso a la energía como derecho humano. Editoria Porrúa México. ISBN: 9786070940835
- Ortiz-Velázquez, J., Bueno, G. y Arana-Coronado, J. (2016) Análisis de la demanda residencial de electricidad en el Estado de México, Economía, Sociedad y Territorio, 17 (53), Zinacantepec, Colegio Mexiquense, pp. 199-223, <https://doi.org/10.22136/est002017644>
- Oswald, U. (2017) Seguridad, disponibilidad y sustentabilidad energética en México. Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales. Universidad Autónoma de Mexico, Nueva Época, Año LXII, núm. 230, pp. 155-196. ISSN: 24448-492X
- Pareto, V. (1909, 1971). Manual of Political Economy (A. S. Schwier, Trans.). New York, NY: Augustus M. Kelley Publishers. (Trabajo original publicado en 1906)
- Pérez-Fargallo, A., Leyton-Vergara, M., Wegertseder, P. y Castaño-Rosa, R. (2022) Energy Poverty Evaluation Using a Three-Dimensional and Territorial Indicator: A Case Study in Chile. Buildings (12) 1125. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings1208112>
- Pigou, A. (1920) The Economics of Welfare. 4ta. Edición. Macmillan.
- Poblete-Cazenave, M. y Pachauri, S. (2021), A model of energy poverty and access: Estimating household electricity demand and appliance ownership, Energy Economics, vol. 98, Sussex, Universidad de Sussex, pp.1-15 <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105266Get>
- Porto, A. (1989). Economía del bienestar: teoría y política económica. Económica, 35, p. 71–100. Obtenido de, <https://revistas.unlp.edu.ar/Economica/article/view/5398>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP) (2019). 2019 Global Multidimensional Poverty Index (MPI): Illuminating Inequalities. Nueva York. Obtenido de, <https://hdr.undp.org/content/2019-global-multidimensional->

poverty-index-

mpi?_gl=1%2A1mw5d6c%2A_ga%2AMjY2NzgyMTgwLjE2NDc1MzIxNzE.%2A_ga_3W7LPK0WP1%2AMTY5ODg1NzIxNC4xLjEuMTY5ODg1ODE4Mi42MC4wLjA.

Ramírez, J., Ortíz-Arango, F. y Rosellon, J.(2021), Impact of mexico's energy reformo n consumer welfare, Utilities Policy, vol. 70, East Lansing, Univesidad del Estado de Michigan, pp.1-10, <https://doi.org/10.1016/j.jup.2021.101191>

Randazzo, T., De Cian, E. y Mistry, M. (2020), Air conditioning and electricity expenditure: The role of climate in temperate countries, Economic Modeling, vol. 90, Ámsterdam, Elsevier, pp.293-287, <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2020.05.001>

Romero, J., Linares, P. y López, X. (2014) Pobreza Energética en España: Análisis económico y propuestas de actuación, Informe 2014. Energy Economics. Asociación de Ciencias Ambientales. Obtenido de: https://eforenergy.org/docpublicaciones/informes/Informe_2014_web.pdf

Roth, J., Sant'Anna, P., Bilinski, A. y Poe, J. (2023) What's trending in difference-in-differences? A synthesis of the recent econometrics' literature. Journal of Econometrics. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2023.03.008>.

Rowntree, S. (1901) A Study of Town Life. Centennial edition. The Policy Press. Bristol.

Ruiz-Cabañas, M., Martínez, M. y Ruíz, K. (2023). Reporte legislación mexicana y los ODS. Elementos para una agenda legislativa sostenible. Editorial Digital Tecnológico de Monterrey. Obtenido de, https://play.google.com/books/reader?id=B4jSEAAAQBAJ&pg=GBS.PT116.w.7.1.79_263&hl=es

Ryan AM, Kontopantelis E, Linden A, Burgess JF (2018) Now trending: Coping with non-parallel trends in difference-in-differences analysis. Statistical Methods in Medical Research. 2019;28(12):3697-3711. doi:10.1177/0962280218814570

Salinas, P. y Solé-Ollé, A. (2018), Partial fiscal decentralization reforms and education outcomes: A difference in difference analysis for Spain, Journal of Urban Economics, vol. 107, Toronto, Universidad de Toronto, pp. 31-46, <https://doi.org/10.1016/j.jue.2018.08.003>

Sánchez, L., Echeverría, D., Wooders, P., Kjell, K., Lean, R., Beaton, C., Shama, S., Oharenko, Y. (2018) Mejorando y Relocalizando los Subsidios a la electricidad, opciones para su optimización México. Convergencia de la Política Energética y de Cambio Climático (CONECC) y la Alianza Energética entre México y Alemania. Obtenido de, https://www.energypartnership.mx/fileadmin/user_upload/mexico/media_elements/reports/SubsidiosElectricos-MEX.pdf

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) (2021) Programa Nacional de Vivienda 2021-2024. Publicado el 04 de junio de 2021. Obtenido el 02 de junio de 2024 de, <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/programa-nacional-de-vivienda-2021-2024>

Secretaría de Educación Pública (SEP) (2024) La Escuela es Nuestra. Obtenido de, <https://laescuelaesnuestra.sep.gob.mx/>

Secretaría de Energía (SENER) (2015) Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2015-2019. Secretaría de Energía. Obtenido de, <https://www.gob.mx/sener/acciones-y-programas/programa-de-desarrollo-del-sistema-electrico-nacional-33462>

Secretaría de Energía (SENER) (2016) Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2016-2030. Secretaría de Energía. Obtenido de, https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/98308/PRODESEN-2016-2030_1.pdf

Secretaría de Energía (SENER) (2018) Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2018-2032. Secretaría de Energía. Obtenido el 11 de

- septiembre de 20202 de,
<https://base.energia.gob.mx/prodesen/PRODESEN2018/PRODESEN18.pdf>
- Secretaría de Energía (SENER) (2019) Balance Nacional de Energía 2019. SECRETARÍA DE ENERGÍA. Publicado 2019. Obtenido 02 de abril de 2021 de,
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/618408/20210218_BNE.pdf
- Secretaría de Energía (SENER) (2023) Programa de desarrollo del sistema eléctrico nacional (PRODESEN) 2023-2037. Obtenido de,
<https://www.gob.mx/sener/articulos/programa-de-desarrollo-del-sistema-electrico-nacional-2023-2037>
- Secretaría de Energía (SENER) (2023a) Balance Nacional de Energía 2022. Secretaría de Energía. Publicado el 19 de julio de 2023. Obtenido de,
<https://www.gob.mx/sener/articulos/balance-nacional-de-energia-296106>
- Secretaría de Energía (SENER) (2023b) Sistema de Información de Energía; Electricidad. Obtenido de,
<https://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=temas>
- Sen, A. (1985). Commodities and Capabilities. Elsevier Science Publishers
- Sen, A. (1999). Development as freedom. Oxford University Press.
- Silva, S., Soares, I. y Pinho, C. (2017) Electricity demand response to price changes: The Portuguese case taking into account income difference, Energy Economics, vol. 65, Londres, Universidad de Greenwich, pp. 335-342, <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.05.018>.
- Smith, A. (1776, 1958) Investigación sobre la naturaleza y causas de la Riqueza de las Naciones. México, F.C.E
- Sokołowski, J., Lewandowski, P., Kiełczewska, A., & Bouzarovski, S. (2020). A multidimensional index to measure energy poverty: the Polish case. Energy

- Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy, 15(2), 92–112.
<https://doi.org/10.1080/15567249.2020.1742817>
- Solís, A. (2020) CECACE suspende pruebas operativas en 17 plantas de energía renovable. Obtenido de, <https://www.forbes.com.mx/economia-cenace-suspension-plantas-energia-renewable/>
- Soriano-Hernández, P., Mejía-Montero, A. y Van der Horst, D. (2022) Characterisation of energy poverty in Mexico using enrgy justice and econopgysics. Energy for Sustainable Development, Vol 71, pp. 200-211. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.esd.2022.09.005>
- Sovacool, B. (2012). The political economy of energy poverty: A review of key challenges, 16(3). DOI: [10.1016/j.esd.2012.05.006](https://doi.org/10.1016/j.esd.2012.05.006)
- Stiglitz, J. E. (2012). The Price of Inequality: How Today's Divided Society Endangers Our Future. W. W. Norton & Company.
- Su, J., Meng, Y., Chen, X., Molitor, J., Yue, D. y Jerrett, M. (2020) Predicting differential improvements in annual pollutant concentrations and exposures for regulatory policy assessment, Environmental International, vol. 143, 105942, Wilrijk, Centro Universitario Toxicológico de Antwerp, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105942>
- Suástegui, J., Valenzuela, A., Acuña, A. y Rosales, P. (2023) Reduction of energy poverty in Mexico by applying an optimization modelo to residential energy tariff. Energy Reports, Vol 9. Pp, 3431-3439. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.02.022>
- Thomas, C. y Maurice, C. (2015) Managerial Economics: Foundations of Business Analysis and Strategy, Nueva York, Mc Graw Hill.
- U.S. Energy Information Administration (U.S.-EIA) (2023) Use of energy explained: Energy use in homes. Obtenido de,

<https://www.eia.gov/energyexplained/use-of-energy/electricity-use-in-homes.php>

U.S. Energy Information Administration (U.S.-EIA) (2023a) Hydrocarbon Gas Liquids Explained: Propane in depth. Obtenido de, <https://www.eia.gov/energyexplained/hydrocarbon-gas-liquids/uses-of-hydrocarbon-gas-liquids-in-depth.php>

U.S. Energy Information Administration (U.S.-EIA) (2023b.) Gasoline Explained. Obtenido de, <https://www.eia.gov/energyexplained/gasoline/>

U.S. Energy Information Administration (U.S.-EIA) (2023c.) Diesel Explained. Obtenido de, <https://www.eia.gov/energyexplained/diesel/>

U.S. Energy Information Administration (U.S.-EIA, 2023d) Hydrocarbon gas liquids. Obtenido de, <https://www.eia.gov/energyexplained/hydrocarbon-gas-liquids/uses-of-hydrocarbon-gas-liquids.php>

U.S. International Energy Agency (US-IEA) (2022), World Energy Outlook 2022, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>, License: CC BY 4.0 (report); CC BY NC SA 4.0

Varela, M. y Gallello, I. (2020) Un grupo de personas cuenta cómo trastocará su vida y su trabajo la extinción de los 109 fondos de ayuda aprobada por la Cámara de Diputados mexicana. El País: México. Publicado el 10 de octubre Vol. 149. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2020.102614>

Walras, L. (1874). Éléments d'économie politique pure, ou Théorie de la richesse sociale. Librairie Polytechnique de J. B. Bailliére et Fils.

Wang, Q., Kwan, M., Fan, J. y Lin, J. (2021) Racial disparities in energy poverty in the United States. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol.137. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110620>.

- Wester, P., Mishra, A., Mukherji, A., Bhakra, A. (2019) The Hindu Kush Himalaya Assessment. Mountains, Climate Change, Sustainability and People. Springer Nature Switzerland. ISBN: 978-3-319-92281
- Wood, D. y Martin, J. (2018) Of Paradigm Shifts and Political Conflict: The History of Mexico's Energy Revolution. En Mexico's new Energy Reform. Wilson Center Mexico Institute. pp.17-36 obtenido de, https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/media/documents/publication/mexicos_new_energy_reform.pdf
- Wooldridge, J. (2001) Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data. MIT Press. ISBN: 9780262232586
- Wuppeter, D. Wimmer, S y Sauer, J. (2020) Is small family farming more environmentally sustainable? Evidence from a spatial regression discontinuity design in Germany. Land Use Policy, Vol. 90. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104360>
- Yeager, K., F. Dayo, B. Fisher, R. Fouquet, A. Gilau and H.-H. Rogner, 2012: Chapter 6 - Energy and Economy. In Global Energy Assessment - Toward a Sustainable Future, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, and the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, pp. 385-422.
- Yew-Kwang Ng (1979) Welfare Economics: Introduction and Development of Basic Concepts. Macmillan.
- Zhang, Q., Liu, H. y Wan, z. (2022) Evaluation on the effectiveness of ship emission control area policy: Heterogeneity detection with the regression discontinuity method. Environmental Impact Assessment Review, Vol. 94. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106747>
- Zhang, Y. Li, J. y Tao, W. (2021) Does energy efficiency affect appliance prices? Empirical analysis of air conditioners in China based on propensity score

matching. Energy Economics, Vol. 101. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105435>

Zhang, Y., Zhao, X., y Fu, B. (2022) Impact of energy saving on the financial performance of industrial enterprises in China: An empirical analysis based on propensity score matching. *Journal of Environmental Management*, Vol. 317. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115377>

Zhao, Q.Y., Luo J.C., Su Y., Zhang Y.J., Tu G.W. y Luo Z (2021) Propensity score matching with R: conventional methods and new features. *Ann Transl Med*. Vol. 9(9). DOI: 10.21037/atm-20-3998. PMID: 34268425; PMCID: PMC8246231.

ANEXOS

ANEXO A Tarifas Eléctricas de la CFE

Nombre	Descripción
Tarifas	
Tarifa doméstica de bajo consumo (BD)	Dirigida a hogares con consumo de energía menor que la media
Tarifa doméstica de alto consumo (DAC)	Aplica a los hogares con un consumo de energía por encima del límite establecido
Tarifa de Uso General (A y AA).	Esta tarifa está dedicada a usuarios de uso comercial y de servicios (como oficinas, tiendas, etc.),
Tarifa Industrial (TI).	Consumidores industriales.
Tarifas para Sectores Especiales.	Tarifas especiales para sectores agrícola, público y doméstico de temporada.
Tarifas para grandes consumidores.	Las grandes empresas con demandas significativas de electricidad pueden negociar tarifas especiales directamente con la CFE.
Subsidios	
Subsidio a Usuarios Domésticos de Bajos Ingresos (SUBE)	Consumo hasta 250 kWh al bimestre.
Subsidio a Usuarios Domésticos de Zonas Urbanas Marginadas (SUM)	Hogares en zonas urbanas marginadas.
Subsidio a Usuarios Rurales (SUR)	Beneficia a usuarios rurales y suburbanos.
DAC Subsidiada	Algunos usuarios de tarifa DAC pueden recibir un subsidio para reducir el impacto de las tarifas más altas
Programas Estatales de Subsidios	Algunos estados del país han implementado programas adicionales de subsidios eléctricos en sectores específicos

Subsidios a Tarifas de Consumo Especial para la Agricultura	Destinado al sector agrícola y pecuario con altos requerimientos de energía eléctrica.
Subsidios a Hospitales y Asilos	Destinado a hospitales públicos, asilos y casas de cuna.
Subsidio a Usuarios Fronterizos	Algunas zonas fronterizas reciben subsidios en la tarifa eléctrica como parte de políticas de apoyo económico y desarrollo en esas áreas

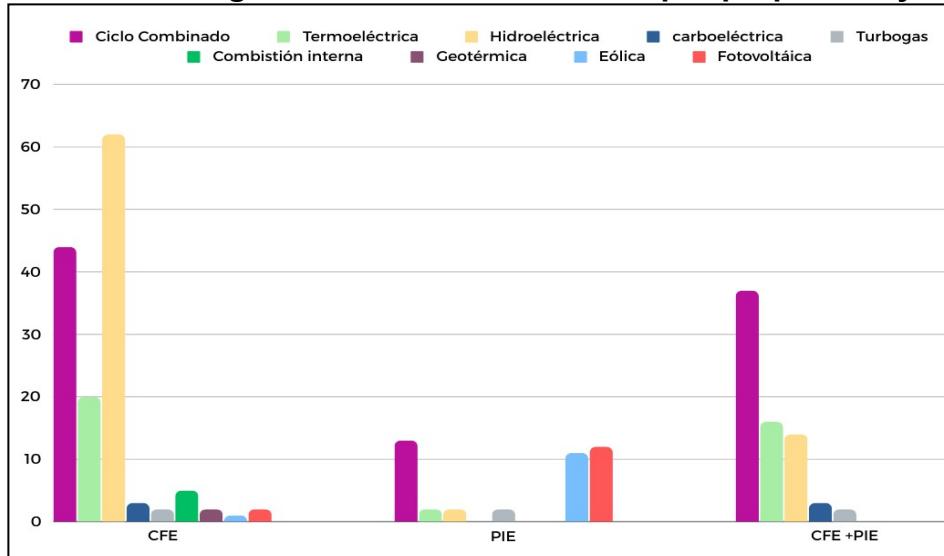
Elaboración Propia a partir de CFE, (2023); CENACE, (2023); Sánchez et al., (2018); CFE (2023c) y CRE (2023).

ANEXO B
Cambios Clave de la RE-2013

Nombre	Descripción
Reformas constitucionales	La RE-2013 modificó varios artículos de la Constitución Mexicana (25, 27 y 28) para permitir la inversión privada en el sector energético y creó un nuevo marco regulatorio para la industria.
Apertura del Sector Energético	La reforma permitió a las empresas privadas participar en la exploración y producción, refinación, financiación, transporte y distribución de petróleo y gas. También se creó el mercado eléctrico mayorista y minorista donde las empresas pueden generar y vender electricidad a la red nacional.
Nuevos reguladores	La reforma creó nuevos organismos reguladores, la Agencia Nacional de Seguridad Industrial de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA), la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) y la Comisión Reguladora de Energía (CRE), para supervisar el sector energético y asegurar el cumplimiento de las regulaciones.

Elaboración Propia DOF, (2013) y Gobierno de la República, (2013).

ANEXO C
Plantas generadoras de electricidad por propietario y tecnología

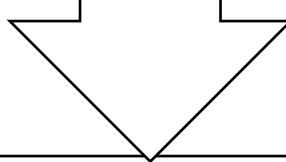


Elaboración propia a partir de datos de SENER (2023b)

ANEXO D
Diagrama de pasos generales de la metodología utilizada

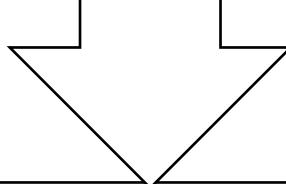
Objetivo 1. Medir PE en México

Pobreza Energética por ingresos • Definir indicador LIHC • Calcular LIHC por hogar • Calcular LIHC a nivel nacional y por región bioclimática	Pobreza Energética por derechos sociales • Definir indicador MEDÍ • Calcular MEDÍ por hogar • Calcular MEDÍ a nivel nacional y por región bioclimática	Pobreza Energética Multidimensional • Definir indicador PEM • Calcular PEM por hogar • Calcular PEM a nivel nacional y región bioclimática
--	---	---



Objetivo 2. Aplicar dos modelos cuasiexperimentales

Definir modelo general	Definir cuasiexperimento 1 • DID simple con variación de intensidades • Definir grupos • Aplicar LIHC, MEDÍ y PEM	Definir cuasiexperimento 2 • DID con PSM • Definir grupos emparejados • Aplicar LIHC, MEDÍ y PEM
------------------------	--	---



Objetivo 3. Identificar la mejor estrategia para los hogares mexicanos.

Aplicar la prueba de robustez	Priorizar los resultados del modelo con mayor robustez.
-------------------------------	---

Elaboración propia

ANEXO E
Descripción de las variables utilizadas

Objetivo secundario	Nombre	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Fuente (Página, pregunta)
VARIABLES DEPENDIENTES					
Objetivo secundario 1	Pobreza Energética por Ingresos	Hogares que tienen por lo menos una carencia económica relacionada con cubrir los gastos energéticos.	Índice de pobreza Energética por ingresos a nivel hogar (<i>LIHC</i>)	<i>LIHC_i</i>	ENIGH “concentrado hogar” (2010-2022) p. 73, 25 p. 79, 67 p. 82, 95 CONEVAL (2023)
	Pobreza Energética por carencias sociales	Hogares que tienen por lo menos una carencia social relacionada con la energía.	Índice de Privación Energética (<i>MEDI</i>)	<i>MEDI_i</i>	CONEVAL (2023) ENIGH “hogares” (2010-2022) p. 23, 13 p.24, 18, 19, 20, 21 p.25, 22, 23 p. 29, 46, 50, p. 30, 51
	Pobreza Energética Multidimensional	Hogares que tienen por lo menos una carencia económica y una carencia social relacionadas con la energía	Índice de Pobreza Energética Multidimensional.	<i>PEM_i</i>	CONEVAL (2023) ENIGH “hogares” (2010-2022) p. 23, 13 p.24, 18, 19, 20, 21 p.25, 22, 23 p. 29, 46, 50, p. 30, 51
DIFERENCIAS EN DIFERENCIAS					
Grupo de Tratamiento:	Hogares que habitan en	Variable dicótoma que		<i>Grbio_i</i>	INEGI (2023);

Objetivos secundarios 2 y 3	Hogares en climas extremos	zonas con clima considerado extremo (desértico y tropical)	toma el valor de 1 si el hogar habita en una zona con clima desértico o tropical y 0 si habita en zona templada	
Grupo de Tratamiento: Emparejamiento por puntaje de propensión (1:1)	Probabilidad de que el hogar que habita en zona con clima extremo sufra de pobreza energética basado en las covariables observadas y emparejado con un hogar que habita en zona templada con puntaje similar.	Variable dicótoma que toma el valor de 1 si pertenece al grupo de tratamiento emparejado y 0 si corresponde al grupo de control.	<i>GPscore</i>	
Tratamiento: Cambio de política	Año del cambio de política	Variable dicótoma de cambio de política energética, la cual toma el valor de 1 en el año en que se anunció el cambio de abrir el mercado energético RE-2013 y para el cambio hacia priorizar la empresa del Estado RLIE-2021	<i>t_e</i>	DOF, (2013) PRODESEN (2018)
Grupo de Tratamiento:	Tamaño de la localidad menor	Variable dicótoma que toma el valor	<i>Rural_{i,1}</i>	ENIGH “concentrado hogar”

Hogares rurales	a 2500 habitantes.	de 1 si el hogar se encuentra en una zona rural.		(2010-2022) p. 69, 4
Tratamiento: Cambio de política	Año del cambio de política	Variable dicótoma de cambio de política energética, la cual toma el valor de 1 en el año en que se anunció el cambio de abrir el mercado energético RE-2013 y para el cambio hacia priorizar la empresa del Estado RLIE-2021	t_e	DOF, (2013) PRODESEN (2018)

VARIABLES DE CONTROL

Características Sociodemográficas del hogar

Ingreso	Suma de los ingresos por trabajo, los provenientes de rentas, de transferencias, de estimación del alquiler y de otros ingresos	Logaritmo natural del ingreso real trimestral del hogar (MXN de 2012)	LnI_i	ENIGH “Concentrado hogar” (2010-2022) p. 73, 25
Sexo del jefe de familia	Distinción biológica que clasifica al jefe del hogar en hombre o mujer.	Variable dicótoma que representa el género de la cabeza de familia, la cual toma el valor de 1 si la cabeza de familia es mujer y 0 si es hombre.	$Sexo_i$	ENIGH “concentrado hogar” (2010-2022) p. 70, 9

Edad del jefe de familia	Años de vida del Jefe de familia	Número de años de vida del Jefe de familia	$Edad_i$	ENIGH “concentrado hogar” (2010-2022) p. 73, 10
Educación del jefe de familia	Educación formal del jefe del hogar.	Variable de nivel de escolaridad del jefe del hogar. 01 Sin instrucción, 02 Preescolar, 03 Primaria incompleta, 04 Primaria completa, 05 Secundaria incompleta 06 Secundaria completa 07 Preparatoria incompleta 08 Preparatoria completa 09 Profesional incompleta 10 Profesional completa 11 Posgrado	$Educ_i$	ENIGH “concentrado hogar” (2010-2022) p. 71, 11
Estrato Socioeconómico	Clasificación de las viviendas del país de acuerdo con ciertas características socioeconómicas de las personas que las habitan, así como características físicas y el equipamiento de las mismas	Variable de nivel que toma los valores 1: si la observación pertenece al estrato socioeconómico “Bajo”, 2: “Medio Bajo”, 3: “Medio” y 4: “Alto”.	ES_i	ENIGH (2010-2022) “Vivienda” p. 39, 60

	expresadas por medio de 24 indicadores construidos con información del Censo de Población y Vivienda.			
Integrantes	Número de personas pertenecientes al hogar, sin considerar a los trabajadores domésticos y a los familiares de estos ni a los huéspedes.	Número de integrantes en el hogar.	$Integr_i$	ENIGH “concentrado hogar” (2010-2022) p. 71, 12
Etnia	Personas de 3 años o más que de acuerdo con su cultura se consideran indígenas.	Porcentaje de integrantes del hogar que de acuerdo con su cultura se consideran indígenas.	$Etnia_i$	ENIGH “población” (2010-2022) p.93, 31
Integrantes mayores de edad	Integrantes del hogar que tienen 65 o más años.	Porcentaje de integrantes del hogar que tienen 65 o más años.	$Vejez_i$	ENIGH “concentrado hogar” (2010-2022) p. 72, 19
Integrantes menores de edad	Integrantes del hogar que tienen 11 o menos años.	Porcentaje de integrantes del hogar que tienen 11 o menos años.	$Menor_i$	ENIGH “concentrado hogar” (2010-2022) p. 72,21
Integrantes con problemas de salud	Personas que han tenido algún problema de salud que les haya impedido realizar sus actividades diarias.	Variable dicótoma igual a 1 si algún integrante tiene problemas de salud.	P_{salud_i}	ENIGH “población” (2010-2022) p. 102, 80
Integrantes discapacitados	Discapacidad que presenta algún integrante	Variable dicótoma igual a 1 si	$Discap_i$	ENIGH “población”

	del hogar (limitación para moverse, caminar, usar sus brazos o piernas, persona ciega, sorda o muda, retraso o deficiencia mental).	algún integrante tiene algún grado de discapacidad.		(2010-2022) p. 89, 11
Integrantes ocupados	personas que perciben ingreso corriente monetario y están ocupados.	Variable dicótoma igual a 1 si algún integrante percibe ingreso corriente monetario y están ocupados.	<i>Ocupados</i>	ENIGH “concentrado hogar” (2010-2022) p. 73, 24
Hogar monoparental	Cónyuge del integrante del jefe del hogar de 12 o más años.	Variable dicótoma que toma el valor 1 si el conyugué no habita en el hogar y 0 si lo hace.	<i>Hmono_i</i>	ENIGH (2010-2022) p. 97, 46

Características de la vivienda

Cuartos	Número total de cuartos que tiene la vivienda, independientemente de su uso.	Número de cuartos en el hogar	<i>Cuartos_i</i>	ENIGH “hogares” (2010-2022) p. 23, 12
---------	--	-------------------------------	----------------------------	--

Mercado eléctrico

Tarifa fija de electricidad	Costos que no cambian mes a mes y se deben pagar independientemente del consumo de electricidad. Incluyen gastos como el servicio de medición,	Tarifa fija de electricidad (MXN corrientes), incluye: generación, distribución, transmisión por región CFE	<i>TF_e</i>	CFE (2023); CRE (2023)
-----------------------------	--	---	-----------------------	---------------------------

	facturación y otros servicios administrativos			
Tarifa Variable de electricidad	Cargos que fluctúan según el consumo de energía eléctrica y las condiciones de mercado.	Tarifa variable de electricidad (MXN corrientes) por demanda de kWh por región CFE	TV_e	CFE (2023); CRE (2023)
Precio de electricidad	Suma de tarifa fija y tarifa variable de electricidad $TF_e + TV_e$	Tarifa básica promedio de la entidad obtenida por $TF_e + TV_e$ (MXN a precios de 2012)	P_e	CFE (2023); CRE (2023)
Clima				
Temperatura	magnitud física que mide la energía cinética interna de un cuerpo, objeto o del medio ambiente en general.	Temperatura promedio anual de la entidad federativa (grados centígrados)	°C	CONAGUA (2023)
Región Bioclimática	zona geográfica del país que comparte características similares en términos de clima, incluyendo elementos como la temperatura y la precipitación.	Región Bioclimática: 01 Bosque tropical 02 sabana Tropical 03 árido desértico 04 Estepa árida caliente 05 Estepa árida fría 06 Templado caliente 07 Templado 08 Templado frío	$Rbio$	INEGI (2023)

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO F.
Resultados esperados

Variable	Indicador	Experimento 1			Experimento 2			Referencia
		<i>LIHC</i>	<i>MEDI</i>	<i>PEM</i>	<i>LIHC</i>	<i>MEDI</i>	<i>PEM</i>	
Grbio		+	+	+	+	+	+	Atamturk, et al., (2012); Kim, (2020); Kerekezi, et al., (2012)
Diferencia s en diferencia s	<i>GPscore</i>	+	+	+	+	+	+	Silva, et al., (2017); EIA, (2023); CE, (2022); Arenas, et al., (2019)
	<i>t₂₀₁₂</i>	+	+	+	+	+	+	Faiella y Lavecchia, (2019)
	<i>t₂₀₁₈</i>	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	Smith (1776); Grupo de Rio (2007)
	<i>Grbio</i> * <i>t₂₀₁₂</i>	+	+	+	+	+	+	
	<i>Grbio</i> * <i>t₂₀₁₈</i>	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	
	<i>GPscore</i> * <i>t₂₀₁₂</i>	+	+	+	+	+	+	
	<i>GPscore</i> * <i>t₂₀₁₈</i>	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	
Control	<i>LnI_i</i>	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	Atamturk, et al., (2012); Kim, (2020); Kerekezi, et al., (2012) Silva, et al.,

								(2017); EIA, (2023); CE, (2022); Arenas
$Sexo_i$	+	+	+	+	+	+	+	Inglesi-Lotz y Diez (2017); EIA, (2023); CE, (2022)
$Edad_i$	+	+	+	+	+	+	+	Atamturk, et al., (2012); Kim, (2020); Kerekezi, et al., (2012)
$Educ_i$	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	Silva, et al., (2017); EIA, (2023); CE, (2022); Arenas, et al., (2019)
								Atamturk, et al., (2012); Kim, (2020); Kerekezi, et al., (2012)
								Silva, et al., (2017); EIA, (2023); CE, (2022); Arenas, et al., (2019)

ES_i	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	Atamturk, et al., (2012); Kim, (2020); Kerekezi, et al., (2012) Silva, et al., (2017); EIA, (2023); CE, (2022); Arenas, et al., (2019)
$Integr_i$	+	+	+	+	+	+	+	Atamturk, et al., (2012); Kim, (2020); Kerekezi, et al., (2012) Silva, et al., (2017); EIA, (2023); CE, (2022); Arenas, et al., (2019)
$Etnia_i$	+	+	+	+	+	+	+	Faiella y Lavecchia, (2019);
$Vejez_i$	+	+	+	+	+	+	+	González- Euguino, (2015); CE, (2022)
$Menor_i$	+	+	+	+	+	+	+	
P_{salud_i}	+	+	+	+	+	+	+	
$Discap_i$	+	+	+	+	+	+	+	
$Ocupados_i$	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	
$Hmono_i$	+	+	+	+	+	+	+	
$Cuartos_i$	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	Kim, (2020) EIA, (2023); CE, (2022);
$Antigüedad_i$	+	+	+	+	+	+	+	Arenas, et al., (2019)

								De Rezende, et al., (2006); Atamturk, et al., (2012); Atalla y Hunt, (2016); Campbell, (2018); Karekezi, et al., (2012); Arenas, et al., (2019)
P_e	+	+	+	+	+	+	+	Atamturk, et al., (2012); Poblete- Cazenave, y Pachauri, (2021)
$^{\circ}\text{C}$	+	+	+	+	+	+	+	Morales y Luyando, (2014); Randazzo et al., (2020); EIA, (2023 ^a); CE, (2022)
$Rbio$	+	+	+	+	+	+	+	

Fuente: Elaboración Propia a partir de resultados STATA 16.

ANEXO G
MEDI Alpha de Cronbach por región

No. región bioclimática	Nombre	C-alpha	Nota
1	Bosque tropical	0.77	Se omite calentador agua
2	Sabana tropical	0.77	Se omite calentador agua
3	Desértico caliente	0.68	Se omite priv1 agua y calentador agua
4	Árido caliente	0.73	Se omite calentador agua
5	Árido frío	0.72	Se omite calentador agua
6	Templado caliente	0.70	Se omite calentador agua
7	Templado cálido	0.68	Se omite calentador agua
8	Templado frío	0.72	Se omite calentador agua

Fuente: Elaboración Propia a partir de resultados STATA 16.

ANEXO H

Resultados DID Simple E-PIE2012 y E-CFE2018

Shock	<i>LIHC_i</i>		<i>MEDI_i</i>		<i>PEM_i</i>							
	(1) 2012	(2) 2018	(3) 2012	(4) 2018	(5) 2012	(6) 2018						
<i>Grbio</i>	-0.014 (0.000)	*** (0.000)	-0.062 (0.000)	*** (0.000)	0.145 (0.000)	*** (0.000)	0.058 (0.000)	*** (0.000)	-0.013 (0.000)	*** (0.000)	0.028 (0.000)	***
<i>t₂₀₁₂</i>	-0.07 (0.000)	***			-0.051 (0.000)	***			-0.041 (0.000)	***		
<i>t₂₀₁₈</i>			-0.027 (0.000)	***			0.011 (0.000)	***			-0.014 (0.000)	***
<i>P_e</i>	-0.002 (0.000)	*** (0.000)	-0.001 (0.000)	*** (0.000)	0.003 (0.000)	*** (0.000)	0.0005 (0.000)	*** (0.000)	0.002 (0.000)	*** (0.000)	0.001 (0.000)	***
<i>Grbio * P_e</i>	-0.0002 (0.000)	*** (0.000)	0.001 (0.000)	*** (0.000)	0.0001 (0.000)	*** (0.000)	-0.001 (0.000)	*** (0.000)	0.00002 (0.000)	*** (0.000)	-0.0007 (0.000)	***
<i>Grbio * P_e * t₂₀₁₂</i>	0.0001 (0.000)	***			-0.001 (0.000)	***			-0.0004 (0.000)	***		
<i>Grbio * P_e * t₂₀₁₈</i>			-0.00002 (0.000)	***			-0.0002 (0.000)	***			-0.0001 (0.000)	***
<i>LnI_i</i>	-0.222 (0.000)	*** (0.000)	-0.229 (0.000)	*** (0.000)	-0.11 (0.000)	*** (0.000)	-0.09 (0.000)	*** (0.000)	-0.095 (0.000)	*** (0.000)	-0.09 (0.000)	***
<i>Sexo_i</i>	-0.019 (0.000)	*** (0.000)	-0.007 (0.000)	*** (0.000)	-0.0014 (0.000)	*** (0.000)	0.005 (0.000)	*** (0.000)	-0.001 (0.000)	*** (0.000)	-0.005 (0.000)	***
<i>Edad_i</i>	0.001 (0.000)	*** (0.000)	0.001 (0.000)	*** (0.000)	0.001 (0.000)	*** (0.000)	0.0006 (0.000)	*** (0.000)	0.005 (0.000)	*** (0.000)	0.0003 (0.000)	
<i>Etnia_i</i>	-0.015 (0.000)	*** (0.000)	-0.012 (0.000)	*** (0.000)	0.053 (0.000)	*** (0.000)	0.0142 (0.000)	*** (0.000)	0.047 (0.000)	*** (0.000)	0.046 (0.000)	***
<i>Vejez_i</i>	0.053 (0.000)	*** (0.000)	0.058 (0.000)	*** (0.000)	0.027 (0.000)	*** (0.000)	0.025 (0.000)	*** (0.000)	0.023 (0.000)	*** (0.000)	0.022 (0.000)	***
<i>Menor_i</i>	0.056 (0.000)	*** (0.000)	0.066 (0.000)	*** (0.000)	0.013 (0.000)	*** (0.000)	0.0105 (0.000)	*** (0.000)	0.011 (0.000)	*** (0.000)	0.011 (0.000)	***

<i>Ocupados_i</i>	0.042 (0.000)	***	0.043 (0.000)	***	0.016 (0.000)	***	0.0131 (0.000)	***	0.014 (0.000)	***	0.016 (0.000)	***
<i>Psalud_i</i>	-0.014 (0.000)	***	-0.022 (0.000)	***	-0.006 (0.000)	***	0.001 (0.000)	***	-0.006 (0.000)	***	-0.013 (0.000)	***
<i>Discap_i</i>	0.001 (0.000)	***	0.020 (0.000)	***	-0.04 (0.000)	***	-0.011 (0.000)	***	-0.032 (0.000)	***	-0.009 (0.000)	***
<i>Hmono_i</i>	-0.101 (0.000)	***	-0.094 (0.000)	***	0.03 (0.000)	***	0.016 (0.000)	***	0.026 (0.000)	***	0.033 (0.000)	***
<i>Cuartos_i</i>	-0.007 (0.000)	***	0.008 (0.000)	***	-0.017 (0.000)	***	-0.016 (0.000)	***	-0.015 (0.000)	***	-0.0143 (0.000)	***
<i>Antigüedad_i</i>	-0.0002 (0.000)	***	0.0001 (0.000)	***	-0.0003 (0.000)	***	-0.0001 (0.000)	***	-0.0002 (0.000)	***	-0.0003 (0.000)	***
$^{\circ}\text{C}_i$	0.056 (0.000)	***	-0.017 (0.000)	***	-0.069 (0.000)	***	-0.017 (0.000)	***	-0.057 (0.000)	***	-0.0105 (0.000)	***
<i>Integr_i</i>	0.041 (0.000)	***	0.0456 (0.000)	***	0.0029 (0.000)	***	0.0035 (0.000)	***	0.003 (0.000)	***	-0.002 (0.000)	***
Constante	1.38 (0.000)	***	2.97 (0.000)	***	3.074 (0.000)	***	1.156 (0.000)	***	2.59 ((0.000))	***	1.515 (0.000)	***
R ²	0.35		0.35		0.48		0.3001		0.49		0.40	
F	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
p-value	0		0		0		0		0		0	
N	106,615,862		115,545,412		106,615,862		115,545,412		96,889,071		115,545,412	

Fuente: Elaboración Propia con resultados de STATA 16

ANEXO I
DID Emparejado E-PIE2012 y E-CFE2018

Shock	<i>LIHC_i</i>		<i>MEDI_i</i>		<i>PEM_i</i>	
	(1) 2012	(2) 2018	(3) 2012	(4) 2018	(5) 2012	(6) 2018
<i>GPscore</i>	-0.014 (0.000)	*** (0.000)	-0.062 (0.000)	*** (0.000)	0.145 (0.000)	*** (0.000)
<i>t₂₀₁₂</i>	-0.075 (0.000)	*** (0.000)		-0.051 (0.000)	*** (0.000)	-0.0414 (0.000)
<i>t₂₀₁₈</i>			-0.027 (0.000)	*** (0.000)	0.0108 (0.000)	*** (0.000)
<i>P_e</i>	-0.002 (0.000)	*** (0.000)	-0.001 (0.000)	*** (0.000)	0.003 (0.000)	*** (0.000)
<i>GPscore * P_e</i>	-0.0001 (0.000)	*** (0.000)	0.0006 (0.000)	*** (0.000)	0.00009 (0.000)	*** (0.000)
<i>GPscore * P_e * t₂₀₁₂</i>	0.0001 (0.000)	*** (0.000)		-0.0005 (0.000)	*** (0.000)	-0.0004 (0.000)
<i>GPscore * P_e * t₂₀₁₈</i>			-0.00001 (0.000)	*** (0.000)	-0.00016 (0.000)	*** (0.000)
<i>LnI_i</i>	-0.222 (0.000)	*** (0.000)	-0.228 (0.000)	*** (0.000)	-0.108 (0.000)	*** (0.000)
<i>Sexo_i</i>	-0.019 (0.000)	*** (0.000)	-0.007 (0.000)	*** (0.000)	-0.0014 (0.000)	*** (0.000)
<i>Edad_i</i>	0.001 (0.000)	*** (0.000)	0.001 (0.000)	*** (0.000)	0.001 (0.000)	*** (0.000)
<i>Etnia_i</i>	-0.015 (0.000)	*** (0.000)	-0.012 (0.000)	*** (0.000)	0.0529 (0.000)	*** (0.000)
<i>Vejez_i</i>	0.053 (0.000)	*** (0.000)	0.058 (0.000)	*** (0.000)	0.027 (0.000)	*** (0.000)
<i>Menor_i</i>	0.056 (0.000)	*** (0.000)	0.0656 (0.000)	*** (0.000)	0.0129 (0.000)	*** (0.000)
<i>Ocupados_i</i>	0.042 (0.000)	*** (0.000)	0.043 (0.000)	*** (0.000)	0.0159 (0.000)	*** (0.000)
					0.0133 (0.000)	*** (0.000)
					0.0145 (0.000)	*** (0.000)
					0.0145 (0.000)	*** (0.000)

	(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)
<i>Psalud_i</i>	-0.014	***	-0.022	***	-0.0059	***	0.0009	***	-0.0065	***	-0.0129
	(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)
<i>Discap_i</i>	0.001	***	0.020	***	-0.0401	***	-0.0109	***	-0.032	***	0.0313
	(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)
<i>Hmono_i</i>	-0.101	***	-0.094	***	0.0294	***	0.0157	***	0.0258	***	0.033
	(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)
<i>Cuartos_i</i>	0.007	***	0.008	***	-0.0167	***	-0.0157	***	-0.015	***	-0.0143
	(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)
<i>Antigüedad_i</i>	0.0002	***	0.0001	***	-0.0002	***	-0.0001	***	-0.0002	***	-0.0003
	(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)
<i>°C_i</i>	0.056	***	-0.0171	***	-0.069	***	0.0172	***	-0.0566	***	-0.0108
	(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)
<i>Integr_i</i>	0.041	***	0.0456	***	0.0029	***	-0.0002	***	0.003	***	-0.002
	(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)
Constante	1.38	***	2.97	***	3.074	***	1.158	***	2.59	***	1.520
	(0.000)		(0.000)		(0.000)		(0.000)		((0.000))		(0.000)
R ²	0.35		0.347		0.48		0.3005		0.488		0.40
F	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00
p-value	0		0		0		0		0		0
N	106,615,862		115,545,412		106,615,862		115,545,412		96,889,071		115,545,412

Fuente: Elaboración Propia con resultados de STATA 16