

# Aproximación teórica a los métodos de medición de la pobreza energética en América Latina

Hellem Daniela Saldarriaga Borja <sup>1</sup>  
hellem.saldarriaga00@usc.edu.co

John Esteban Suarez Ossa<sup>1</sup>  
john.suarez01@usc.edu.co

Alejandro Paz Parra, M.Sc, PhD<sup>2</sup>  
alejandro.paz00@usc.edu.co

Estudiante, Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de [Ingeniería en energías] (1)  
Profesor, Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de [Ingeniería en energías] (2)

## **Resumen**

El presente artículo se muestra el resultado de una revisión teórica del concepto de pobreza energética y de los modelos de medición usados para su medición en tres países de América Latina. Se realizó una aproximación aplicable al contexto colombiano en países que tienen condiciones similares a las de Colombia en cuanto a necesidades energéticas básicas de la población. Los modelos revisados permitieron recopilar variables de uso común que permitieron generar un índice de pobreza energética multidimensional el cual fue probado con casos de estudio obtenidos a partir de informes de la UPME y del DANE sobre las variables indicativas de pobreza energética propuestas. El resultado es un índice creciente cuya magnitud se encuentra entre 0.0 y 1.0 para reflejar diferentes niveles de vulnerabilidad frente a este fenómeno.

*Palabras Clave:* Pobreza energética, justicia energética, índice de pobreza energética multidimensional, acceso a la energía.

## **Abstract**

The present paper presents the result of a theoretical review about several research papers related with the concept of energy poverty and the models for its measurement in three countries of Latin America. It was realized and approximation applicable to the Colombian context based in other Latin American countries with similar conditions that those present in Colombia, in reference to the energy requirements of the population. The models analyzed let to resume some variables of common use that made possible to calculate a multidimensional energy poverty index MEPI which have been proved with some study cases obtained from reports of the national mining and energy planning unit UPME and the national administrative department of statistics DANE about the proposed indicative variables of energy poverty. The result is an incremental index in the range from 0.0 to 1.0 to reflect the vulnerability to the energy poverty in different levels.

*Keywords:* Energy poverty, Energy justice, Fuel poverty, Multidimensional energy poverty index, Energy Access.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La pobreza energética se refiere a la falta de capacidad para cubrir las necesidades energéticas básicas, tanto para establecer un estándar de calidad de vida digno como para propiciar alternativas de desarrollo personal, económico y social (Primc, Dominko, & Slabe-Erker, 2021) (Middlemiss, y otros, 2019) (Faiella & Lavecchia, 2021)(Primc,2021). Se mide a través de modelos de medición unidimensionales que consideran solamente el aspecto económico relacionado con la capacidad de adquirir los energéticos básicos, pero también modelos multidimensionales en donde se contemplan otros aspectos como la disponibilidad de los recursos energéticos, su distribución inequitativa, la calidad de los servicios energéticos o el uso final de los mismos y su relación con el mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades, entre otros factores (Siksnyte-Butkiene, Streimikiene, Lekavicius, & Balezentis, 2021) (Gasser, 2020) (Middlemiss, y otros, 2019) (Poruschi & Ambrey, 2018).

La medición de pobreza energética adolece de variaciones regionales debido a que las necesidades energéticas pueden variar significativamente debido a las características geográficas del territorio, la actividad económica de las comunidades, los niveles de ingreso y la disponibilidad de los recursos energéticos, por lo que se hace necesario adaptar el concepto general a modelos de medición particulares y que también permitan separar la pobreza energética de otros conceptos como la pobreza de combustible o la justicia energética que se encuentran relacionados con problemas como la desigualdad en el acceso a los recursos energéticos, la falta de equidad en la distribución de los ingresos y sus consecuencias sobre la salud y el bienestar de la población (Sy & Mokaddem, 2022) (Poruschi & Ambrey, 2018).

El presente documento se divide en diferentes secciones que dan cuenta de un proceso de revisión de la literatura científica relacionada con el tema de pobreza energética con el fin de identificar variables que puedan ser aplicables a un modelo de medición de pobreza energética en Colombia. La primera sección se encuentra dedicada a la metodología empleada para encontrar un soporte bibliográfico que permita obtener una aproximación al concepto de pobreza energética. Seguidamente se hace una revisión de los conceptos y modelos de medición empleados en diferentes países latinoamericanos que fueron definidos en el anteproyecto de investigación como casos de estudio con el fin de encontrar un modelo aplicable al contexto colombiano. En este caso se consideraron tres países latinoamericanos:

1. **Chile:** Un país que por su latitud sur presenta estaciones y por tanto resulta más cercano a los modelos de medición usados en Europa, pero que por sus características económicas resulta semejante a otros países en desarrollo en América Latina como Colombia.
2. **México:** Un país que, por su latitud norte también presenta estaciones, pero comparte indicadores económicos semejantes a Colombia, sin embargo, tiene una fuerte concentración de población en la capital del país lo cual lo hace más cercano al caso colombiano.
3. **Ecuador:** Este país no presenta estaciones y por su geografía presenta una alta concentración de la población en la zona andina alta en donde los pisos térmicos juegan un papel importante en la medición de la pobreza energética.

Con base en la revisión de la literatura científica correspondiente a estos tres países se hace un proceso de identificación de las variables usadas en las diferentes publicaciones para medir la pobreza energética en esos países y se define su aplicabilidad al caso colombiano. Posteriormente se revisan las diferentes aproximaciones al concepto de pobreza energética que se han dado en Colombia y se propone un índice de medición, el cual se analiza con algunos casos para evidenciar su utilidad como indicador de pobreza energética.

Esta propuesta busca contribuir a avanzar en la investigación para reflejar este fenómeno en un estudio posterior sobre la incidencia de la pobreza energética en los hogares colombianos (Faiella & Lavecchia, 2021) (Primc, Slabe-Erker, & Majcen, Constructing energy poverty profiles for an effective energy policy, 2019) (Romero, Linares, & López, 2018).

## 2. METODOLOGÍA

Se hizo un análisis de las publicaciones indexadas disponibles en las diferentes bases de datos de carácter científico que pudieran arrojar resultados tendientes a cumplir con los siguientes objetivos:

1. Clasificar mediante el estudio de los modelos de medición de pobreza energética en México, Chile y Ecuador desde un punto de vista metodológico y analítico.
2. Identificar las variables usadas en los modelos de Ecuador, México y Chile, probando su aplicabilidad al caso colombiano.
3. Revisar los modelos propuestos por organismos de calidad de vida y el sector energético en Colombia que reflejan la condición de pobreza energética.

4. Proponer un conjunto de variables que evidencien la situación de pobreza energética en los hogares colombianos para estudios futuros.

El cumplimiento de estos objetivos debe conducir necesariamente a generar un aporte a la construcción futura de un modelo de medición de la pobreza energética en Colombia desde un análisis crítico comparativo de los modelos de medición de pobreza energética utilizados en países latinoamericanos como Chile, Ecuador y México, con el fin de identificar las variables que podrían ser aplicables en estudios de pobreza energética en Colombia.

Las bases de datos y los artículos usados fueron seleccionados tomando en cuenta los siguientes criterios:

- **Confiabilidad:** Bases de datos que contengan artículos disponibles y que por la evaluación rigurosa de pares académicos brinden una alta confiabilidad en los contenidos publicados.
- **Impacto:** Bases de datos que contengan artículos y revistas de alto impacto, dando prioridad a los artículos en revistas Q1 y Q2 sin descartar artículos en revistas Q3.
- **Diversidad:** Se buscan artículos que presenten diferentes modelos de medición de pobreza energética y que correspondan a diferentes países con el fin de evidenciar las variaciones regionales que aparecen en el proceso de medición.
- **Actualidad:** Se restringe la búsqueda a artículos con una antigüedad inferior a 5 años debido a que el fenómeno de pobreza energética evoluciona de forma rápida en dependencia de variables macroeconómicas.
- **Idioma:** Se buscarán solamente artículos en idioma inglés.

Con base en estos criterios se redujo la búsqueda a las siguientes bases de datos: WOS – CLARIVATE, ELSEVIER SCIENCE DIRECT, SCOPUS e IEEE.

## 2.1 Palabras clave

Como parte de la búsqueda se seleccionaron las siguientes palabras clave que conducen a acotar los resultados para identificar los artículos relevantes para la revisión bibliográfica:

- **Energy poverty, Measurement, Index:** Se refiere a los índices usados para medir la pobreza energética en el mundo.
- **México, Ecuador, Chile, Colombia:** Estos identificadores de país ayudan a aislar las publicaciones relacionadas con estos países en particular que son los que se usarán para establecer el análisis comparativo.
- **Review:** Se buscan artículos de revisión que permitan acotar el concepto de pobreza energética y dar luz acerca de ellos diferentes modelos de medición

## 2.2 Búsqueda en bases de datos

Se realizó una búsqueda general en la base de datos de ELSEVIER - SCIENCE DIRECT usando la combinación de palabras: Energy poverty + Measurement + Index +Review. Se filtraron los resultados por actualidad (menor a 5 años) y relevancia y se seleccionaron los cuatro más relevantes en cuanto a impacto y cobertura (Sy & Mokaddem, 2022)(Primc, Dominko, & Slabe-Erker, 2021) (Gasser, 2020) (Siksnylyte, 2021).

Con estos primeros resultados se construye un esquema general de la definición de pobreza energética y de los diferentes modelos y variables que se usan para caracterizarla a nivel mundial. Posteriormente se amplió la búsqueda y filtrado en otras bases de datos para focalizar la investigación en los países latinoamericanos considerados en la investigación.

## 2.3 Propuesta de un índice de medición para Colombia con base en la revisión de la literatura

Con base en la revisión de la literatura se propone un índice de medición que recoja las experiencias documentadas en diferentes países y los involucre en un índice creciente que permita medir la vulnerabilidad frente a la pobreza energética multidimensional en Colombia con una resolución de hogares.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 El concepto de Pobreza Energética y los modelos de medición en el mundo

Dentro de la revisión de la literatura se encuentran dos tipos de enfoques metodológicos para la medición de la pobreza energética:

- Enfoque unidimensional: En este enfoque se utiliza una sola dimensión relacionada con la capacidad económica del hogar para cubrir los gastos derivados del consumo energético para satisfacer las necesidades de confort térmico. Estos estudios se encuentran en países que enfrentan condiciones de estrés térmico como consecuencia de las estaciones.
- Enfoque multidimensional: En este enfoque se trata de incorporar diferentes variables relacionadas con el consumo de electricidad para labores domésticas, iluminación, entretenimiento y comunicaciones, además del confort térmico y los combustibles para cocinar o calentar el hogar.

Desde el punto de vista analítico se encuentran también dos tipos de metodologías (Siksnylyte, 2021) (Sy & Mokaddem, 2022):

- Métodos que consideran la disponibilidad de los recursos energéticos necesarios para satisfacer las necesidades básicas.
- Métodos que se centran en la incapacidad económica de adquirir esos recursos, aunque estén disponibles

La indisponibilidad de recursos energéticos es representativa de las Zonas no interconectadas (ZNI) o las comunidades rurales aisladas (CRA) en donde la cobertura del servicio de energía eléctrica y gas es insuficiente o inexistente.

La incapacidad económica es compartida por la población urbana y rural ya que, en algunas ciudades o cabeceras municipales, la falta de ingresos familiares suficientes limitan la posibilidad de acceder a los servicios energéticos porque el costo de los mismos es muy significativo en proporción con los ingresos familiares.

La tendencia en los artículos más recientes es usar el enfoque multidimensional centrado en la capacidad económica, en la Tabla 1 se muestran los diferentes índices registrados en la literatura y los países en los cuales fueron aplicados para medir la pobreza energética multidimensional.

**Tabla 1. Índices de pobreza energética multidimensional.**

Año	Descripción	Países
2012-2019	Índice de pobreza energética multidimensional	India, Japón, Ecuador, varios Unión Europea
2013	Índice de desarrollo energético	Nepal
2016	Indicador compuesto de pobreza energética	Estados Unidos
2018	Índice compuesto de pobreza energética	Nigeria
2019	Índice completo de pobreza energética	Tailandia, Filipinas, Indonesia, Camboya e India.

2018-2019	Índice de pobreza energética	China, Alemania, Kenia
2020	Índice global de vulnerabilidad energética	Múltiples países
2020	Índice de seguridad energética	Múltiples países

**Fuente:** Adaptado de (Siksnelyte-Butkiene, Streimikiene, Lekavicius, & Balezentis, 2021)

La fórmula comúnmente utilizada para los diferentes índices sigue la forma:

$$EP_I = \sum_{i=1}^N p_i \times v_i$$

Donde:

$v_i$ : Es un valor numérico de la variable indicativa de pobreza energética

$p_i$ : Es un valor de peso (%) que refleja la importancia que tiene la variable en la medición de pobreza energética

Las principales críticas que se hacen de los modelos de medición de pobreza energética se encuentran precisamente en estos dos componentes debido a que se introducen sesgos en la medición ocasionados por (Gasser, 2020):

- i. **Geolocalización:** Las variables indicativas de pobreza energética pueden variar significativamente en el tiempo y el espacio debido a que las condiciones climáticas de los diferentes países y regiones.
- ii. **Subjetividad:** Muchos de los índices incluyen encuestas de preguntas abiertas con lo cual se encuentran sesgados por la percepción que los hogares tienen sobre su propia condición de pobreza.
- iii. **Subsidios:** Las políticas de subsidios tienden a enmascarar la situación de pobreza energética debido a que afectan directamente la tarifa que los hogares pagan por el consumo de la energía y gas.

Un caso que se aleja de los anteriores es el índice de seguridad energética introducido en el año 2020 el cual toma como componentes fundamentales (Gasser, 2020):

- La disponibilidad de los energéticos y de sus fuentes de explotación.
- Su asequibilidad económica.
- Su sostenibilidad ambiental de largo plazo.

La diferencia más importante introducida en este estudio es que se considera por primera vez que los recursos energéticos no necesariamente están disponibles o son ambientalmente poco sostenibles, lo cual puede reflejar la condición particular de las comunidades colombianas aisladas.

### 3.2 El concepto de Pobreza Energética y los modelos de medición en Chile

En el caso de Chile, la pobreza energética se ha medido fuertemente ligada a la posibilidad de calentar los hogares durante el invierno (Porrás-Salazar, 2020) (Pérez-Fargallo, 2020). Se encontraron varios índices que consideran el aspecto de confort térmico, pero no otros aspectos relacionados con energía eléctrica. Se reportan otros índices que se encuentran alineados con los usados en México, Ecuador y en los estudios encontrados en Colombia, pues consideran la ausencia de servicio de electricidad durante muchas horas al día (Urquiza, y otros, 2019)(Pérez-Fargallo, 2022).

### 3.3 El concepto de Pobreza Energética y los modelos de medición en México

En el caso de México se encuentra que la tendencia es a usar múltiples indicadores, pero en el caso mexicano, existe una encuesta de calidad de vida exclusivamente dedicada a la caracterización del consumo de energía en los hogares

(Guzmán-Rosas, 2022).

### 3.4 El concepto de Pobreza Energética y los modelos de medición en Ecuador

En el caso de la medición de pobreza energética en Ecuador se encontró que usa la misma metodología de un índice multidimensional, pero que considera otros aspectos como el número de facturas de energía pendientes de pago (Pablo, Paloma, & Francisco, 2019).

### 3.5 Aproximaciones al concepto de Pobreza Energética y los modelos de medición en Colombia

En el caso de Colombia se encontraron cinco referencias sobre medición de pobreza energética las cuales coinciden en el uso del MEPI como índice de medición y en la fuente de información que es la encuesta nacional de calidad de vida en hogares del departamento nacional de estadística DANE. Sin embargo, difieren en el alcance y en los indicadores usados para establecer el índice de pobreza energética (Esquivel García & Toro-García, 2024) (Pérez Gelves, Østergaard, & Díaz Flórez, 2023) (Hernandez, Aguado, & Duque, 2018) (MME Colombia, 2024) (Rodriguez Vasquez & Rodriguez Peres, 2023).

### 3.6 Propuesta para un índice de medición de la pobreza energética multidimensional en Colombia

En general se ha encontrado un consenso en la literatura acerca del tratamiento multidimensional para la medición de la pobreza energética con una denominación común MEPI. Sin embargo, dependiendo de las condiciones especiales de cada región o país, el índice se adapta a los indicadores de los cuales se tenga suficiente información y que tengan un alcance nacional con diferentes niveles de resolución privilegiando la dimensión de hogares.

En la Tabla 2 se muestran las diferentes variables indicadoras de pobreza energética multidimensional encontradas en los países estudiados y se discute su aplicabilidad en el caso de Colombia.

**Tabla 2. Comparativo de variables usadas en los tres países estudiados y su aplicabilidad en Colombia.**

Variable	País			Aplicable en Colombia	Justificación
	Chile	México	Ecuador		
Combustibles para cocinar	X	X		Si	En Colombia existe un plan nacional de sustitución de leña porque la cobertura de la red de gas natural es deficiente
Polución en el hogar	X	X		No	No medible
Combustible para calentar el hogar	X			No	En Colombia no hay estaciones sino pisos térmicos por lo tanto esta variable se considera dentro de una categoría superior que es los equipos para regulación de temperatura
Acceso a la electricidad	X	X		Si	Los estudios realizados en Colombia reflejan una mayor incidencia de pobreza energética en las zonas no interconectadas por lo que el acceso a la electricidad se identifica como un indicador de gran relevancia.
Calidad del servicio	X			Si	No es medible a nivel de hogares
Confort térmico percibido	X			Si	Es una variable subjetiva
Confort térmico medido	X			No	No medible

Disponibilidad de gasodomésticos	X			No	Esta variable refleja más la capacidad adquisitiva de los hogares (Pobreza económica) que la pobreza energética.
Disponibilidad de electrodomésticos	X	X		No	Esta variable refleja más la capacidad adquisitiva de los hogares (Pobreza económica) que la pobreza energética.
Gasto mensual en energéticos	X	X	X	Si	Es medida en la gran mayoría de los estudios a nivel mundial. Colombia tiene niveles muy altos de desigualdad en el ingreso promedio y por tanto el costo de los energéticos afecta de forma significativa el presupuesto de los hogares aún a pesar de la política de subsidios.
Consumo energético promedio	X			No	El consumo promedio de energía es un reflejo del nivel de desarrollo de vida y no necesariamente un indicador de pobreza energética. Su relación con la pobreza energética es difusa.
Telecomunicaciones y medios complementarios	X			No	Hace parte de “Disponibilidad de electrodomésticos”
Refrigeración de alimentos		X		No	Hace parte de “Disponibilidad de electrodomésticos”
Entretenimiento		X		No	Hace parte de “Disponibilidad de electrodomésticos”
Iluminación		X		No	Hace parte de la disponibilidad de electricidad
Calentador de agua		X		No	En Colombia no hay estaciones sino pisos térmicos por lo tanto esta variable se considera dentro de una categoría superior que es los equipos para regulación de temperatura
Materiales de la vivienda	X	X		No	Esta variable refleja más la capacidad adquisitiva de los hogares (Pobreza económica) que la pobreza energética.
Facturas sin pago			X		Esta variable refleja más la capacidad adquisitiva de los hogares (Pobreza económica) que la pobreza energética.

**Fuente:** Elaboración propia

Con base en la Tabla 2 y en los trabajos de (Esquivel García & Toro-García, 2024) (Pérez Gelves, Østergaard, & Díaz Flórez, 2023) (Hernandez, Aguado, & Duque, 2018) (MME Colombia, 2024) y (Rodríguez Vasquez & Rodríguez Peres, 2023), quienes trabajaron con datos de la encuesta nacional de calidad de vida de hogares del DANE se proponen como variables indicativas de pobreza energética las siguientes:

**Combustible para cocinar:** A pesar de la prestación del servicio de gas natural domiciliario (GN), en las regiones que se encuentran por fuera de la red de gas natural todavía persiste el uso de otros combustibles leña y carbón vegetal, combustibles líquidos y gas licuado de petróleo (GLP) o gas propano (GP) en cilindros (Cedano, Robles-Bonilla, Santillán, & Martínez, 2021) (UPME, 2023).

**Equipos para la regulación de temperatura:** El confort térmico resulta un indicador de calidad de vida en la mayoría de las encuestas en donde se trata de medir la calidad de vida de los hogares, en Colombia, la falta de acceso a ventiladores, sistemas de aire acondicionado en las regiones de pisos térmicos cálido y templado, o la falta de sistemas de calefacción afectan la calidad de vida (García Ochoa & Graizbord Ed, 2016).

**Factor tarifario:** La relación existente entre el costo de la factura de servicios energéticos y el ingreso de los hogares representa una medida de la capacidad de adquisición de los energéticos básicos (Siksnyte-Butkiene, Streimikiene, Lekavicius, & Balezentis, 2021).

**Acceso a la electricidad:** En Colombia existen poblaciones en las zonas no interconectadas en las cuales las horas de prestación del servicio son de 4, 8, 12 horas o menos dependiendo de la disponibilidad de combustible. (Urquiza, y otros, 2019) (Guzmán-Rosas, 2022) (Hernandez, Aguado, & Duque, 2018) (UPME, 2023).

Otros indicadores considerados en el MEPI son cuestionables, pues la falta de electrodomésticos o de neveras para la refrigeración de alimentos bien pueden ser derivados de estos cuatro indicadores o pueden ser consecuencia de la pobreza monetaria, por lo que su inclusión en la medición de pobreza energética puede producir un sesgo indeseado.

Para el cálculo del índice se define entonces la siguiente ecuación tomada con base en la forma de medir la vulnerabilidad frente a la pobreza energética en los diferentes métodos de análisis multidimensional:

$$MEPI = \sum_{i=1}^4 p_i \times v_i$$

Donde:

$v_i$ : Es un valor numérico de la variable indicativa de pobreza energética

$p_i$ : Es un valor de peso (%) que refleja la importancia que tiene la variable en la medición de pobreza energética

Para definir los pesos de cada variable se debe escoger un peso relativo que refleje la importancia de la variable frente al conjunto total de indicadores de pobreza energética. Algunos autores como (Pablo, Paloma, & Francisco, 2019) usan el mismo peso para cada variable, mientras que otros usan valores subjetivos de acuerdo con la revisión de la literatura. En la metodología seguida por (Esquivel García & Toro-García, 2024) se usan unos pesos derivados de la incidencia previamente estudiada de cada indicador en la fuente de información.

Una restricción importante es que la suma de todos los pesos debe ser igual al 100% de contribución al índice lo cual indica que en la medida en que todas las variables indicadoras se encuentren cercanas a 1.00 la sumatoria sería creciente y tendiente a 1 como nivel de máxima vulnerabilidad. Los pesos propuestos para cada variable indicativa junto a los estudios usados como referencia se muestran en la Tabla 3:

**Tabla 3.** Pesos de las variables indicativas y valores asignados a las variables

Variable	Peso	Justificación	Rango	Valor asignado
Combustible para cocinar	0.30	En el informe del MME se le asigna un peso del 36% a la combinación del combustible para cocinar y a la electricidad, pero no se realiza un análisis separado de las dos variables. (MME Colombia, 2024)	Gas natural	0.0
			GLP o GP	0.2
			Combustibles líquidos	0.7
			Leña o biomasa	1.0
Equipos para regulación de temperatura	0.10	(Esquivel García & Toro-García, 2024) se toma un peso del 10% para la regulación de temperatura al igual que (Hernández, Aguado, & Duque, 2018)	Disponibles	0
			No disponibles	1
Factor tarifario	0.35	(Pablo, Paloma, & Francisco, 2019) definen un peso del 25% en el gasto excesivo en energéticos, pero consideran solamente gas natural por lo que se usa un 10% adicional para	Menos del 10%	0
			Entre el 10% y el 20%	0.2
			Entre el 20% y el 30%	0.7

		incluir la energía eléctrica	Más del 30%	1.0
Acceso a la electricidad	0.25	(Esquivel García & Toro-García, 2024) asignan un 25% para la variable acceso a la electricidad que es similar al 20% que usan (Pablo, Paloma, & Francisco, 2019)	24 horas	0
			12 horas	0.5
			8 horas	0.7
			4 horas	1

### 3.7 Análisis de casos de acuerdo con la combinación de variables indicativas en Colombia

En el contexto colombiano, la cobertura de energía eléctrica según datos de la UPME llega al 92.7% en el total nacional, siendo apenas del 73.6% en zonas rurales dispersas (UPME, 2023).

La pobreza monetaria basada en los ingresos por persona-hogar se fijó en \$435.375 para el año 2023 según datos del DANE, a su vez las personas que conforman el hogar tienen un promedio de 2.9 personas por lo que los hogares con ingresos menores al producto de estos dos números (\$1'282.587) tiene dificultades para adquirir los servicios básicos de alimentación y pagar los servicios públicos. Esta condición se da en un 33.0% de los hogares colombianos y en un 41.2% de los hogares en zona rural dispersa (DANE, 2023).

En el plan nacional de sustitución de leña de la UPME se registra que solo el 67% de los hogares colombianos tienen cobertura de gas natural mientras que el 33% restante debe usar otros tipos de combustibles (20.6% GLP y 10.5% leña). Los combustibles diferentes al gas natural o al GLP se consideran altamente contaminantes por la emisión de humo y cenizas que afectan la salud de la población (UPME, 2023).

Según los datos de (Rodríguez Vasquez & Rodríguez Peres, 2023), el 59.5% de los hogares en Colombia carecen de equipos de regulación de temperatura en el hogar como ventiladores, aire acondicionado o calefacción según el caso. En la zona rural este porcentaje se incrementa a un 69%.

Con base en estas privaciones evidenciadas en diferentes estudios, se plantean los siguientes casos de análisis para validar la eficacia del indicador propuesto:

**Caso 1:** Hogar en zona urbana con acceso a la electricidad 24 horas y a la red de gas natural cuyos costos energéticos superan el 20% de los ingresos del hogar y que no disponen de equipos para la regulación térmica.

**Caso 2:** Hogar en zona urbana con acceso a la electricidad 24 horas y a la red de gas natural, cuyos costos energéticos superan el 30% de los ingresos del hogar y que no disponen de equipos para la regulación térmica.

**Caso 3:** Hogar en zona rural con acceso a la electricidad 24 horas y que usa gas propano para cocinar por lo que sus costos energéticos superan el 30% de los ingresos del hogar y que no disponen de equipos para la regulación.

**Caso 4:** Hogar en zona rural no interconectada con acceso a la electricidad 12 horas, que usa gas propano y cuyos costos energéticos superan el 30% de los ingresos del hogar, además no disponen de equipos para la regulación térmica.

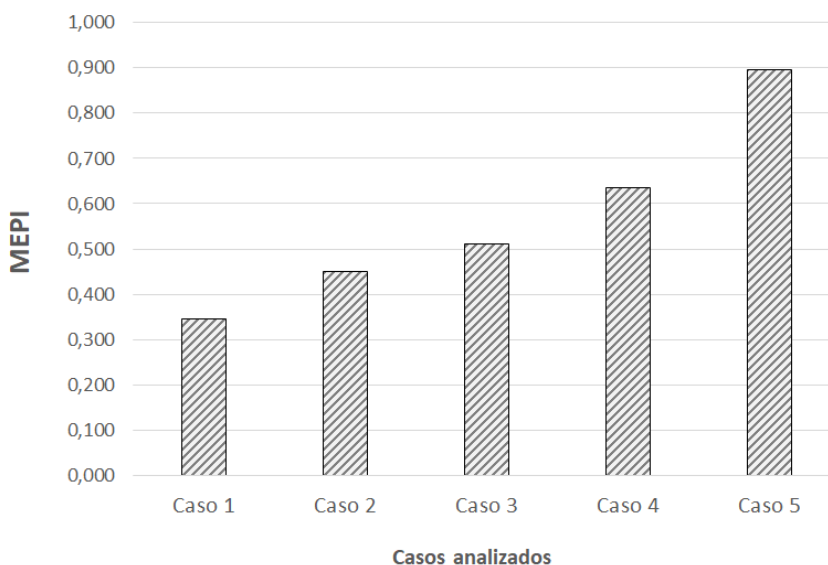
**Caso 5:** Hogar en zona rural no interconectada con acceso a la electricidad 4 horas, que usa leña para cocinar y cuyos costos energéticos superan el 20% de los ingresos del hogar, además no disponen de equipos para la regulación térmica en el hogar:

El cálculo del MEPI para estos casos se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Cálculo del MEPI para los casos propuestos

Variable	Combustible para cocinar	Equipos para regulación de temperatura	Factor tarifario	Acceso a la electricidad	MEPI
<b>Peso</b>	30%	10%	35%	25%	100%
Caso 1	0,0	1,0	0,7	0,0	0,345
Caso 2	0,0	1,0	1,0	0,0	0,450
Caso 3	0,20	1,00	1,00	0,0	0,510
Caso 4	0,20	1,00	1,00	0,5	0,635
Caso 5	1,00	1,00	0,70	1,00	0,895

Como se puede observar en la Figura 1, las diferentes condiciones de cada hogar se ven reflejadas en un índice creciente de vulnerabilidad frente a la pobreza energética.



**Figura 1.** Índice de pobreza multidimensional propuesto calculado para los casos propuestos en la Tabla 4. Fuente (Elaboración propia)

#### 4. CONCLUSIONES

Desde el punto de vista metodológico existen dos tipos de modelos de medición de pobreza energética, multidimensionales y unidimensionales; desde lo analítico hay modelos que no toman en cuenta la disponibilidad de recursos energéticos y otros que si la consideran. Para el caso colombiano el modelo aplicable es multidimensional que considere la indisponibilidad de los recursos energéticos para incluir a los hogares que se encuentran en zonas no interconectadas o que carecen de cobertura de gas natural.

Se identificaron cinco variables que fueron agrupadas en cuatro dimensiones para obtener un índice de pobreza energética multidimensional MEPI.

Se identificó que en Colombia se han hecho diferentes aproximaciones a la medición de pobreza energética los cuales son multidimensionales y en su mayoría toman como base los resultados de la encuesta de calidad de vida del DANE.

Se propuso un índice de pobreza energética multidimensional que refleja la vulnerabilidad de los hogares con base en cuatro dimensiones en escala creciente desde 0.0 hasta 1.0 en donde la mayor vulnerabilidad corresponde a un índice más alto.

## 5. REFERENCIAS

- Cedano, K., Robles-Bonilla, T., Santillán, O., & Martínez, M. (2021, 9). *Assessing Energy Poverty in Urban Regions of Mexico: The Role of Thermal Comfort and Bioclimatic Context* (Vol. 13).
- DANE. (2023). *Informe sobre pobreza monetaria en Colombia*. Bogotá.
- Esquivel García, C., & Toro-García, G. (2024, 7). *Multidimensional energy poverty in Colombia: A department-level review from 2018 to 2022* (Vol. 10).
- Faiella, I., & Lavecchia, L. (2021, 2). *Energy poverty. How can you fight it, if you can't measure it?* (Vol. 233).
- García Ochoa, R., & Graizbord Ed, B. (2016, 8). *Privation of energy services in Mexican households: An alternative measure of energy poverty* (Vol. 18).
- Gasser, P. (2020, 4). *A review on energy security indices to compare country performances* (Vol. 139).
- Guzmán-Rosas, S. (2022, 9). *Ethnicity as a social determinant of energy poverty: the case of Mexican indigenous population* (Vol. 27).
- Hernandez, M. F., Aguado, L. F., & Duque, H. (2018, Julio). Índice de pobreza energética multidimensional por regiones para Colombia - Ipem\_rc 2013. *Revista de coyuntura y perspectiva*, 3(3).
- Martinez-Soto, A., Nix, E., Saldias-Lagos, Y., & Sanhueza-Catalán, D. (2024, 12). *Multiple Indicator Vulnerability to Energy Poverty: Assessing Spatial Variability Across Chile* (Vol. 5).
- Middlemiss, L., Ambrosio-Albalá, P., Emmel, N., Gillard, R., Gilbertson, J., Hargreaves, T., . . . Tod, A. (2019, 9). *Energy poverty and social relations: A capabilities approach* (Vol. 55).
- MME Colombia. (2024). *Informe sobre pobreza energética multidimensional en Colombia*. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía - Gobierno de Colombia.
- Pablo, Q., Paloma, T., & Francisco, J. (2019, 11). *Energy Poverty in Ecuador* (Vol. 11).
- Pérez Gelves, J., Østergaard, P., & Díaz Flórez, G. (2023, 10). *Energy poverty assessment and the impact of Covid-19: An empirical analysis of Colombia* (Vol. 181).
- Pérez-Fargallo, A., Bienvenido-Huertas, D., Rubio-Bellido, C., & Trebilcock, M. (2020, 10). *Energy poverty risk mapping methodology considering the user's thermal adaptability: The case of Chile* (Vol. 58).
- Pérez-Fargallo, A., Leyton-Vergara, M., Wegertseder, P., & Castaño-Rosa, R. (2022, 8). *Energy Poverty Evaluation Using a Three-Dimensional and Territorial Indicator: A Case Study in Chile* (Vol. 12). MDPI.
- Porras-Salazar, J., Contreras-Espinoza, S., Cartes, I., Piggot-Navarrete, J., & Pérez-Fargallo, A. (2020, 9). *Energy poverty analyzed considering the adaptive comfort of people living in social housing in the central-south of Chile* (Vol. 223).
- Poruschi, L., & Ambrey, C. (2018, 6). *Densification, what does it mean for fuel poverty and energy justice? An empirical analysis* (Vol. 117).
- Primc, K., Dominko, M., & Slabe-Erker, R. (2021, 6). 30 years of energy and fuel poverty research: A retrospective analysis and future trends. *Journal of Cleaner Production*, 301, 127003.
- Primc, K., Slabe-Erker, R., & Majcen, B. (2019, 5). *Constructing energy poverty profiles for an effective energy policy* (Vol. 128).
- Rodríguez Vasquez, G. M., & Rodríguez Peres, E. (2023). *Índice de pobreza energética multidimensional para Colombia*. Universidad ICESI. Cali: Universidad ICESI.
- Romero, J., Linares, P., & López, X. (2018, 4). *The policy implications of energy poverty indicators* (Vol. 115).

- Siksnyte-Butkiene, I., Streimikiene, D., Lekavicius, V., & Balezentis, T. (2021, 4). *Energy poverty indicators: A systematic literature review and comprehensive analysis of integrity* (Vol. 67).
- Sy, S., & Mokaddem, L. (2022, 7). *Energy poverty in developing countries: A review of the concept and its measurements* (Vol. 89).
- UPME. (2023). *Cálculo del índice de cobertura de energía eléctrica ICEE*. Bogotá.
- UPME. (2023). *Plan nacional de sustitución de leña*. Bogotá.
- Urquiza, A., Amigo, C., Billi, M., Calvo, R., Labraña, J., Oyarzún, T., & Valencia, F. (2019, 12). *Quality as a hidden dimension of energy poverty in middle-development countries. Literature review and case study from Chile* (Vol. 204).