

Artículo [ES]

Análisis sobre la Desigualdad en el Consumo Per Cápita de Electricidad en América Latina: Una Perspectiva de Descomposición

An exploration of decreasing inequality of per capita electricity consumption in Latin America: a decomposition perspective

Yang Lei¹, Yuchen Gao², Joaquín Estrader³

¹Directora del Departamento de Español
Universidad del Suroeste de Finanzas y Economía, Chengdu, China
Email: leiy@swufe.edu.cn; ORCID: 0009-0009-2451-7315

²Doctorando de la Escuela de Administración Pública
Universidad del Suroeste de Finanzas y Economía, Chengdu, China
Email: yuchen.gao_swufe@outlook.com; ORCID: 0009-0005-5464-7920

³Doctorando de la Facultad de Ciencias Sociales
Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina
Email: jestrader@qq.com; ORCID: 0009-0003-2130-6308

[ES] Resumen: Desde el siglo XXI, el consumo de electricidad en América Latina ha aumentado 1,66 veces. Aunque se han analizado desigualdades en diferentes países, es crucial estudiar el consumo per cápita considerando las particularidades económicas y culturales de la región. Este estudio, basado en datos de 2000 a 2021, emplea el Índice de Theil y el Índice Divisia de Media Logarítmica (LMDI) para descomponer la desigualdad energética desde enfoques estáticos y dinámicos. Se analizan la heterogeneidad entre países de la OCDE, niveles de ingresos y matrices energéticas. Los resultados revelan un crecimiento desigual en el consumo de electricidad en América Latina, con una tendencia decreciente en la desigualdad general. El PIB per cápita, la intensidad del consumo de electricidad y la energía fósil son los principales factores que amplían la desigualdad, mientras que la intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero es el factor que la disminuye. La desigualdad en el consumo de electricidad per cápita según los grupos de la OCDE y los grupos de ingresos muestra una heterogeneidad significativa.

Palabras clave: América Latina, consumo de electricidad, Índice de Theil, descomposición

[EN] Abstract: Since the 21st century, electricity consumption in Latin America has increased by 1,66 times. Despite inequalities being analyzed in different countries, it is essential to study per capita consumption considering the economic and cultural particularities of the region. This study, based on data from 2000 to 2021, employs Theil's Index and the Logarithmic Mean Divisia Index (LMDI) to decompose energy inequality from static and dynamic perspectives. Heterogeneity among OECD countries, income levels, and energy matrices are analyzed. The results reveal uneven growth in electricity consumption in Latin America with decreasing trend in overall inequality. GDP per capita, electricity consumption intensity and fossil energy are main factors to expand the inequality, while greenhouse gas emission intensity is the decreasing factor. The inequality of electricity consumption per capita by OECD and income groups shows significant heterogeneity.

Keywords: Latin America, electricity consumption, Theil Index, decomposition

Cita: Yang, L., Yuchen, G., & Estrader, J. (2024). Análisis sobre la Desigualdad en el Consumo Per Cápita de Electricidad en América Latina: Una Perspectiva de Descomposición. *Ibero-América Studies*, 8(2), 76-88.

DOI: https://doi.org/10.55704/ias.v8i2.07

Editores académicos: Ordóñez Huerta, M. Z.

Recibido: julio 2024. **Aceptado:** septiembre 2024

Copyright: © 2024 by the authors. Enviado para posible publicación de acceso abierto bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution (CC BY). (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

1. Introducción

En las últimas décadas, la electricidad ha sido crucial para impulsar el progreso social y se ha convertido en un elemento fundamental para el desarrollo socioeconómico. Sin un suministro eléctrico adecuado, las posibilidades de avance en diversos ámbitos se verían limitadas. Por tanto, el consumo de electricidad se considera un derecho humano fundamental y un indicador clave del desarrollo y bienestar socioeconómico (Zhang, Zhou, Yang y Shao, 2017). Este estudio aborda la interacción entre la electricidad y diversos factores sociales, como la asignación de recursos y el dinamismo en el desarrollo regional, que a menudo agudizan la desigualdad en su consumo. En América Latina, el consumo eléctrico en los países aumentó 1,66 veces desde el año 2000, alcanzando alrededor de 1.714,97 TWh en 2021.

El consumo eléctrico, en cierto sentido, refleja la capacidad de crecimiento socioeconómico de una nación y denota la equidad en la utilización de recursos y la sostenibilidad del desarrollo, convirtiéndose en un indicador representativo del progreso y bienestar (Ouedraogo, 2013). Además, la relación entre el cambio climático y el consumo eléctrico es significativa, ya que las características del consumo eléctrico son fundamentales para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible, y su comprensión es crucial para la formulación de estrategias relacionadas con el cambio climático y el crecimiento económico (Semieniuk y Weber, 2020). A pesar de las amplias discusiones sobre la desigualdad financiera e ingresos en diversos países (De y Sturm, 2017), se ha prestado poca atención a la desigualdad energética, la cual es esencial para la formulación de estrategias relacionadas con el cambio climático y el crecimiento económico.

La investigación previa se ha centrado principalmente en analizar la disparidad en el consumo eléctrico en ciertos países y regiones, así como en los efectos regionales del sistema eléctrico. La literatura en estos temas es acotada. Por ejemplo, Humberto, Roberto y Francisco (2020) analizaron las interacciones dinámicas de largo plazo entre los cambios en las emisiones de CO₂, el crecimiento económico, los cambios en el uso de energía y electricidad, y los cambios de la población rural a la urbana en América Latina durante el período 1990-2014. En la misma línea de análisis, Andrea, Jackeline y Nora (2022) utilizaron los datos anuales para Honduras en el periodo 2007-2021, con el fin de examinar la relación de causalidad entre crecimiento económico (PIB), consumo de energía eléctrica y comercio exterior (exportaciones). Los autores encontraron que el consumo de electricidad afecta al PIB en el sentido de Granger, debido a que los resultados muestran una relación de causalidad bidireccional entre exportaciones y PIB. Por otro lado, Eras, Fandino, Gutiérrez, Bayona y German (2022) emplearon el coeficiente de Gini para examinar las características de la desigualdad en el consumo per cápita de electricidad en Colombia. Sus hallazgos revelaron que el país muestra una desigualdad significativa, la cual se manifiesta en disparidades de ingresos y en diferencias entre áreas urbanas y rurales. Sasse y Trutnevyte (2023) también realizaron un análisis sobre la equidad en la provisión de electricidad en regiones europeas y su repercusión, empleando un enfoque de análisis de escenarios. Los autores, concluyeron que para el año 2035, el sector eléctrico de bajas emisiones en Europa podría disminuir, pero también preservar la desigualdad regional asociada. En general, se observa que la investigación sobre la desigualdad en el consumo per cápita de electricidad es igualmente limitada, y es necesario prestar mayor atención a este aspecto (González-Eguino, 2015).

El objetivo de este estudio es analizar de manera sistemática la disparidad en el consumo per cápita de electricidad en los países de América Latina y ofrecer perspectivas desde diversas dimensiones como la descomposición desde los puntos de vista estático y dinámico, la descomposición regional de los niveles de ingresos de los países de la OCDE en tres categorías, y el análisis energético. Se busca sintetizar las distintas facetas desiguales del consumo eléctrico per cápita en estas naciones, respaldadas por evidencia empírica pertinente y reflexiones socioeconómicas. En contraste con investigaciones previas, este estudio adopta una visión integral de América Latina y emplea nuevos métodos y enfoques de investigación para abordar la desigualdad en el consumo per cápita de electricidad desde múltiples perspectivas. Se espera que estos hallazgos proporcionen una base sólida para políticas más efectivas destinadas a promover el desarrollo sostenible y equitativo del consumo per cápita de electricidad en la región.

2. Metodología

2.1 Medición de la desigualdad en el consumo de electricidad per cápita

En economía, existen dos índices comúnmente utilizados para evaluar la desigualdad: el coeficiente de Gini y el índice de Theil. En comparación con el coeficiente de Gini, el índice de Theil posee propiedades tales como aditividad, continuidad, simetría, normalización e independencia de escala (Shorrocks, 1980). Además, puede ser completamente descompuesto y explicado de manera clara. Por consiguiente, en este estudio optamos por utilizar el índice de Theil (1967) junto con su fórmula de descomposición correspondiente para analizar la desigualdad en el consumo per cápita de

electricidad. Siguiendo la referencia de Duro y Padilla (2006), la desigualdad del índice de Theil para el consumo per cápita de electricidad (a nivel nacional) se expresa de la siguiente manera:

$$T(h, p) = \sum_i p_i \ln \left(\frac{h_u}{h_i} \right) \quad (1)$$

donde p_i es la proporción de la nación i en la población nacional; h_i es el consumo de electricidad per cápita en la nación i ; y h_u es la media aritmética del consumo de electricidad per cápita para todas las naciones.

2.2 Medición de la desigualdad en el consumo de electricidad per cápita

2.2.1 Perspectiva estática

Muchos estudios han ampliado el índice de Theil desde diferentes perspectivas. Para explorar los determinantes del índice de Theil del consumo de electricidad per cápita, desarrollamos un nuevo enfoque de descomposición con respecto a la Teoría de Identidad Kaya (Kaya, 1989). La identidad de Kaya puede adoptar diferentes formas; al emplear su fórmula, tenemos en cuenta estos 4 factores. La descomposición se describe como:

$$h_i^t = EP_i = \frac{EC_i}{P_i} = \frac{EC_i}{EG_i} \times \frac{EG_i}{GHG_i} \times \frac{GHG_i}{GDP_i} \times \frac{GDP_i}{P_i} = ES_i \times EGI_i \times GHGI_i \times GP_i \quad (2)$$

donde $h_i^t = EP_i$ es el consumo de electricidad per cápita en la nación i en el tiempo t ; EC_i es el consumo de electricidad, EG_i es la generación de electricidad, GHG_i son las emisiones de gases de efecto invernadero, GDP_i es el producto interno bruto doméstico, P_i es la población en la nación i , respectivamente.

Entonces, combinando Eq. (1) y Eq. (2), descomponemos aún más el índice de Theil bajo el enfoque de LMDI de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} T(h) &= \sum_i p_i \ln \left(\frac{h_u}{h_i} \right) \\ &= \sum_i p_i \ln \left(\frac{ES_u \times EGI_u \times GHGI_u \times GP_u}{ES_i \times EGI_i \times GHGI_i \times GP_i} \right) \\ &= \sum_i p_i \ln \left(\frac{ES_u}{ES_i} \right) + \sum_i p_i \ln \left(\frac{EGI_u}{EGI_i} \right) + \sum_i p_i \ln \left(\frac{GHGI_u}{GHGI_i} \right) + \sum_i p_i \ln \left(\frac{GP_u}{GP_i} \right) \\ &= T_{ES} + T_{EGI} + T_{GHGI} + T_{GP} \end{aligned} \quad (3)$$

donde T_{ES} , T_{EGI} , T_{GHGI} y T_{GP} se refieren a los impactos de las disparidades en la estructura eléctrica, la intensidad de generación de electricidad, la intensidad de gases de efecto invernadero y el PIB per cápita, respectivamente.

2.2.2 Perspectiva dinámica

Según el método dinámico Theil-LMDI presentado por Xu (2020), basado en la Eq.(3), proponemos además un modelo dinámico de descomposición del índice de Theil para evaluar los cambios en la desigualdad de Theil a lo largo del tiempo. El cambio se captura entre el año t y el año 0 de la siguiente manera:

$$\Delta T(h, p) = T(h, p)^t - T(h, p)^0 = \Delta T_h + \Delta T_{ES} + \Delta T_{EGI} + \Delta T_{GHGI} + \Delta T_{GP} \quad (4)$$

donde ΔT_{ES} , ΔT_{EGI} , ΔT_{GHGI} y ΔT_{GP} reflejan el cambio del índice de Theil. ΔT_h refleja el término de cambio de estructura, que representa la influencia de los cambios en la estructura de la población en el cambio de desigualdad. Y es así ya que el cambio en la estructura de la población afecta la desigualdad global incluso si otros factores permanecen constantes (Duro, 2013).

La fórmula específica para obtener la contribución de los 5 factores al cambio general en la desigualdad del consumo de electricidad per cápita es la siguiente:

$$\Delta T_{ES} = \frac{1}{2} \sum_i (p_i^t + p_i^0) \left(\ln \left(\frac{ES_u^t}{ES_i^t} \right) - \ln \left(\frac{ES_u^0}{ES_i^0} \right) \right) \tag{5a}$$

$$\Delta T_{EGI} = \frac{1}{2} \sum_i (p_i^t + p_i^0) \left(\ln \left(\frac{EGI_u^t}{EGI_i^t} \right) - \ln \left(\frac{EGI_u^0}{EGI_i^0} \right) \right) \tag{5b}$$

$$\Delta T_{GHGI} = \frac{1}{2} \sum_i (p_i^t + p_i^0) \left(\ln \left(\frac{GHGI_u^t}{GHGI_i^t} \right) - \ln \left(\frac{GHGI_u^0}{GHGI_i^0} \right) \right) \tag{5c}$$

$$\Delta T_{GP} = \frac{1}{2} \sum_i (p_i^t + p_i^0) \left(\ln \left(\frac{GP_u^t}{GP_i^t} \right) - \ln \left(\frac{GP_u^0}{GP_i^0} \right) \right) \tag{5d}$$

$$\Delta T_h = \frac{1}{2} \sum_i (p_i^t - p_i^0) \left(\ln \left(\frac{EP_u^t}{EP_i^t} \right) + \ln \left(\frac{EP_u^0}{EP_i^0} \right) \right) \tag{5e}$$

2.3 Enfoque de descomposición desde la perspectiva de los combustibles

Basándonos en la fórmula del índice de Theil, observamos que la cantidad de consumo de electricidad son componentes de energía fósil y energía limpia, lo cual es:

$$EC = EC_1 + EC_2 \tag{6}$$

y EC_1 representa el consumo de electricidad proveniente de energía fósil, EC_2 representa el consumo de electricidad proveniente de energía limpia. Entonces, el enfoque de descomposición puede escribirse como:

$$\begin{aligned} T(h) &= \sum_i p_i \ln \left(\frac{h_u}{h_i} \right) \\ &= \sum_i p_i \ln \left[\frac{h_{u1} \times h_{u2} \times \frac{h_u}{h_{u1} \times h_{u2}}}{h_{i1} \times h_{i2} \times \frac{h_i}{h_{i1} \times h_{i2}}} \right] \\ &= \sum_i p_i \ln \left[\left(\frac{h_{u1}}{h_{i1}} \right) \times \left(\frac{h_{u2}}{h_{i2}} \right) \times \left(\frac{\frac{h_u}{h_{u1} \times h_{u2}}}{\frac{h_i}{h_{i1} \times h_{i2}}} \right) \right] \\ &= \sum_i p_i \ln \left(\frac{h_{u1}}{h_{i1}} \right) + \sum_i p_i \ln \left(\frac{h_{u2}}{h_{i2}} \right) + \sum_i p_i \ln(\Psi) \\ &= \sum_c \sum_i p_i \ln \left(\frac{h_{uc}}{h_{ic}} \right) + \sum_i p_i \ln(\Psi) \end{aligned} \tag{7a}$$

$$y \Psi = \frac{\frac{h_u}{h_{u1} \times h_{u2}}}{\frac{h_i}{h_{i1} \times h_{i2}}} = \left(\frac{EC \times P}{EC_1 \times EC_2} \right) / \left(\frac{EC_i \times P_i}{EC_{i1} \times EC_{i2}} \right) \tag{7b}$$

donde Ψ representa la razón de elasticidad, y $c (= 2)$ es el número de componentes. Dado que establecimos dos fuentes de combustible distintas al descomponer el consumo de electricidad per cápita, podría describirse como una perspectiva de combustible. Ahora ya hemos derivado la disparidad intra e intercomponentes, respectivamente.

3. Datos

Este estudio emplea datos sobre el consumo de electricidad, la producción de electricidad, las emisiones de gases de efecto invernadero, el Producto Interno Bruto (PIB) y la población de 37 países de América Latina, desde el año 2000 hasta el 2021. Los datos sobre el consumo de electricidad (en TWh) se obtienen de las estadísticas de LowCarbonPower, los datos sobre la producción de electricidad (en TWh) se obtienen de las estadísticas de EMBER, los datos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero (en Mt CO₂eq/yr) se obtienen de EDGAR (Base de Datos de Emisiones para la Investigación Atmosférica Global), los datos sobre el PIB (en millones de USD, a precios de 2015) se obtienen de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), y los datos sobre la población (en 10.000) se obtienen del Banco Mundial. Los resultados de las estadísticas descriptivas de los datos se presentan en el Cuadro 1.

Variable	Symbol	Unit	Minimum	Maximum	Mean	Sd.
El consumo de electricidad	EC	TWh	1020,65	1714,97	1417,14	235,29
La producción de electricidad	EG	TWh	963,54	1701,33	1348,54	236,24
El Producto Interno Bruto (PIB)	GDP	Million, USD	36227,16	55231,81	47883,04	7042,19
Las emisiones de gases de efecto invernadero	GHG	Mt CO ₂ eq/yr	2797,28	3681,78	3362,42	298,46
La población	P	10,000 persons	52093,89	65457,96	59105,48	4071,75

Cuadro 1. Estadísticas descriptivas de variables

Fuente: LowCarbonPower, EMBER, EDGAR, FAO, Banco Mundial¹. Elaboración propia.

4. Resultados

4.1 Desigualdad del consumo de electricidad per cápita

El consumo de electricidad en América Latina sigue representando una proporción relativamente pequeña a nivel global, siendo aproximadamente 1/16 del total mundial en 2021. Del mismo modo, el consumo per cápita de electricidad es también menor. Sin embargo, desde el comienzo del siglo XXI, ha habido un notable aumento en el consumo de electricidad en estos países, acercándose al promedio mundial de crecimiento, lo que refleja en cierta medida el potencial del desarrollo socioeconómico en la región. Este desarrollo también puede ir acompañado de problemas de desigualdad interna, los cuales necesitan ser identificados y analizados. La situación del consumo per cápita de electricidad en los países de América Latina en los años 2000, 2010 y 2021 se ilustra en el Cuadro 2.

¹ Véase: Banco Mundial, en: <https://data.worldbank.org/>; EMBER, en: <https://ember-climate.org/data/>; EDGAR, en: https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2023/; FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, en: <https://www.fao.org/statistics/en/>; LowCarbonPower, en: <https://lowcarbonpower.org/zh/>.

Nación	Consumo de electricidad (Twh) en 2000	Clasificación	Consumo de electricidad (Twh) en 2010	Clasificación	Consumo de electricidad (Twh) en 2021	Clasificación
Antigua y Barbuda	0,14	31	0,32	31	0,33	30
Argentina	90,20	3	134,60	3	143,40	3
Aruba	0,73	27	0,89	26	0,88	29
Bahamas	1,57	23	1,89	23	1,99	24
Barbados	0,76	26	0,97	25	1,00	26
Belice	0,17	30	0,65	28	0,97	27
Bolivia	3,89	21	6,65	18	9,77	18
Brasil	393,24	1	550,39	1	685,68	1
Islas Vírgenes Británicas	0,04	37	0,18	34	0,13	37
Chile	41,26	7	61,39	5	77,75	4
Colombia	42,25	6	56,62	6	78,19	5
Costa Rica	6,92	14	9,50	14	11,74	15
Cuba	15,03	10	16,39	11	18,59	10
Dominica	0,07	35	0,09	37	0,16	35
República Dominicana	8,11	12	13,98	12	16,64	12
Ecuador	10,37	11	20,37	10	31,29	9
El Salvador	4,52	19	6,06	20	6,90	20
Granada	0,13	32	0,20	32	0,20	34
Guatemala	6,03	16	8,21	16	13,43	14
Guayana	0,88	25	0,86	27	1,16	25
Haití	0,53	28	0,56	29	0,92	27
Honduras	3,94	20	6,53	19	11,31	16
Jamaica	6,22	15	3,97	21	4,08	22
México	194,99	2	275,54	2	329,53	2
Nicaragua	2,24	22	3,51	22	5,49	21
Panamá	4,94	18	7,18	17	11,04	17
Paraguay	52,97	5	54,07	7	46,50	8
Perú	19,91	9	35,89	8	52,86	7
Puerto Rico	21,81	8	20,90	9	17,15	11
San Cristóbal y Nieves	0,09	33	0,18	34	0,21	33
Santa Lucía	0,26	29	0,36	30	0,33	30
San Vicente y las Granadinas	0,09	33	0,14	36	0,15	36
Surinam	1,40	24	1,68	24	2,72	23
Trinidad y Tobago	5,13	17	8,49	15	8,21	19
Islas Turcas y Caicos	0,07	35	0,20	32	0,25	32
Uruguay	7,88	13	11,04	13	13,55	13
Venezuela	85,27	4	113,77	4	74,53	6

Cuadro 2. El consumo de electricidad en cada país de América Latina en los años 2000, 2010 y 2021

Fuente: LowCarbonPower¹. Elaboración propia.

Según los resultados del índice de Theil, se observa que la desigualdad en el consumo per cápita de electricidad en América Latina ha disminuido gradualmente en los últimos 20 años. En 2000, alcanzó su punto máximo, aproximadamente un 17,23%, pero para 2021, esta cifra había disminuido al 11,34% (Gráfico 1). Esto refleja una mejora en la desigualdad

¹ Véase: LowCarbonPower, en: <https://lowcarbonpower.org/zh/>.

del consumo per cápita de electricidad en América Latina.

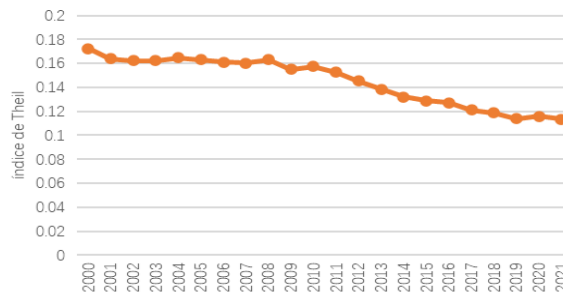


Gráfico 1. La desigualdad estática del consumo de electricidad per cápita entre 37 países latinoamericanos (2000-2021)

Fuente: LowCarbonPower, Banco Mundial¹. Elaboración propia.

4.2 Determinantes de la desigualdad y variación

Para investigar las causas de la reducción de la desigualdad, hemos utilizado el método LMDI para construir cuatro variables que afectan al consumo per cápita de electricidad. La estructura eléctrica (ES) es la relación entre el consumo de electricidad y la producción de electricidad, una proporción más alta de la estructura eléctrica puede indicar un consumo de electricidad más denso. La intensidad de emisiones de electricidad (EGI) es la relación entre la producción de electricidad y las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que refleja el impacto ambiental de la producción de electricidad en una región o país. Una proporción más baja generalmente significa un método de producción de electricidad más limpio y ecológico. La intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GHGI) es la relación entre las emisiones de gases de efecto invernadero y el PIB, lo que indica la eficiencia económica de las emisiones de gases de efecto invernadero y puede medir la relación entre la actividad económica y las emisiones de gases de efecto invernadero. Reducir la intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero es clave para lograr una economía baja en carbono y un desarrollo sostenible. El PIB per cápita (GP) es un indicador importante para medir el nivel de desarrollo económico de un país o región. Los cambios en estas cuatro variables se muestran en el Gráfico 2. Se puede observar claramente que el PIB per cápita (GP) y la intensidad de emisiones de electricidad (EGI) ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos 20 años, lo que indica un progreso en el desarrollo económico de América Latina. Además, las otras dos variables (ES y GHGI) han mantenido una tendencia de cambio relativamente estable.

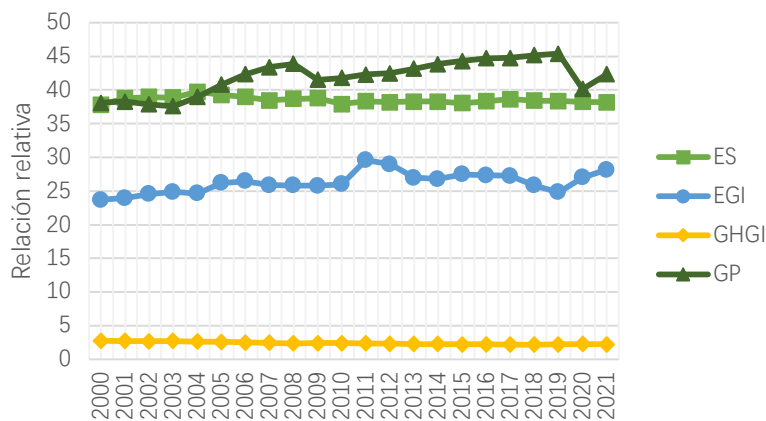


Gráfico 2. Variación de los componentes de la descomposición LMDI

Fuente: LowCarbonPower, EMBER, EDGAR, FAO². Elaboración propia.

Al aplicar el método LMDI para la descomposición extendida del índice de Theil, los resultados muestran que el PIB

¹ Véase: Banco Mundial, en: <https://data.worldbank.org/>; LowCarbonPower, en: <https://lowcarbonpower.org/zh/>.

² Véase: Banco Mundial, en: <https://data.worldbank.org/>; EMBER, en: <https://ember-climate.org/data/>; EDGAR, en:

https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2023; FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, en:

<https://www.fao.org/statistics/en/>; LowCarbonPower, en: <https://lowcarbonpower.org/zh/>; OCDE, La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, en: <https://www.oecd.org/>

per cápita ha sido consistentemente la fuerza principal que impulsa la desigualdad en el consumo de electricidad per cápita (contribución promedio del 68,72%), y se hizo aún más evidente después de 2017. El rápido desarrollo económico también ha llevado a un aumento en la brecha de desigualdad. Además, la intensidad de emisiones de electricidad también ha contribuido al aumento de la desigualdad (contribución promedio del 43,93%), aunque ha disminuido en los últimos 20 años. La intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero es la única fuerza que reduce la desigualdad en el consumo de electricidad per cápita (contribución promedio del -14,81%), y al igual que la tendencia en el PIB per cápita, la fuerza impulsora de la intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero también ha aumentado después de 2017. Esto refleja que las emisiones de gases de efecto invernadero en América Latina pueden haber experimentado un crecimiento relativamente lento, pero su crecimiento ha sido menor que el del PIB, y también ha estado acompañado de un menor crecimiento en la generación de electricidad. La estructura eléctrica casi no tiene ningún efecto en la desigualdad en el consumo de electricidad per cápita (contribución promedio del 2,17%), solo mostrando una ligera disminución después de 2020. En combinación con la repentina disminución del PIB per cápita en 2020, como se muestra en el Gráfico 2, esto puede atribuirse al impacto socioeconómico causado por la pandemia de COVID-19. Los cambios específicos en cada factor se ilustran en el Gráfico 3.

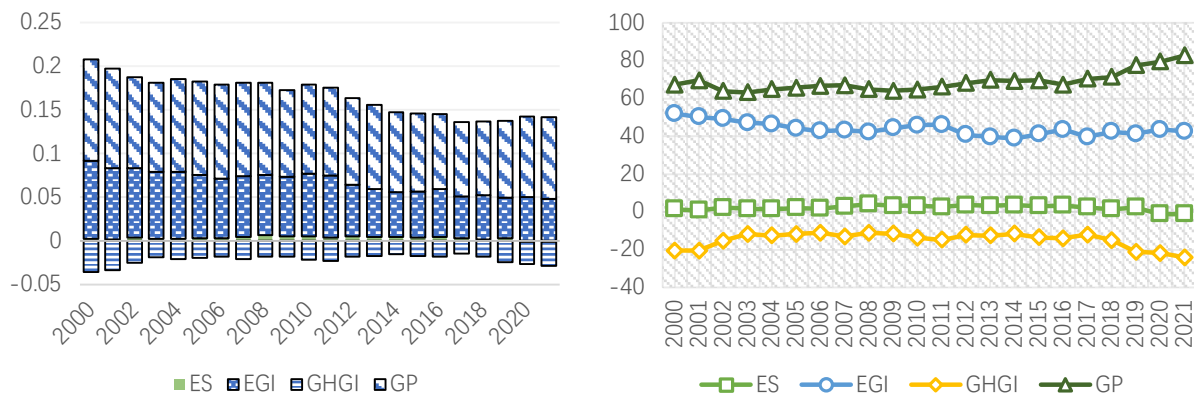


Gráfico 3. Variación (izquierda) y su contribución (derecha) a la desigualdad de los componentes de descomposición LMDI

Fuente: LowCarbonPower, EMBER, EDGAR, FAO¹. Elaboración propia.

Los efectos dinámicos capturan las variaciones dinámicas en la desigualdad del consumo de electricidad per cápita, proporcionando nuevas perspectivas para entender la reducción de la desigualdad y sus cambios dinámicos (Gráfico 4). Desde una perspectiva anual, se observa una gran fluctuación en la reducción de la desigualdad, siendo 2012 y 2014 los años con la mayor reducción. En términos generales, en consonancia con los cambios en la desigualdad, los efectos dinámicos acumulados también muestran una tendencia de fluctuación a la baja. En los últimos 20 años, los efectos dinámicos de la desigualdad fueron aproximadamente del -5,9%. Dentro de estos, el efecto dinámico de la población fue de aproximadamente un 2,21%, el efecto dinámico de la estructura eléctrica fue de aproximadamente -0,43%, el efecto dinámico de la intensidad de emisiones de electricidad fue de aproximadamente -5,12%, el efecto dinámico de la intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero fue de aproximadamente 1,09%, y el efecto dinámico del PIB per cápita fue de aproximadamente -3,65%. Esto indica que los efectos de la intensidad de emisiones de electricidad y del PIB per cápita en la desigualdad han disminuido en los últimos 20 años, lo cual es consistente con los cambios observados en el Gráfico 3 (izquierda). Sin embargo, es importante destacar que la desigualdad derivada del crecimiento de la población está aumentando, lo que sugiere la necesidad de considerar medidas adicionales para mejorar la accesibilidad y equidad en el consumo de electricidad de la población en el futuro.

¹ Véase: EMBER, en: <https://ember-climate.org/data/>; EDGAR, en: https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2023; FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, en: <https://www.fao.org/statistics/en/>; LowCarbonPower, en: <https://lowcarbonpower.org/zh/>.

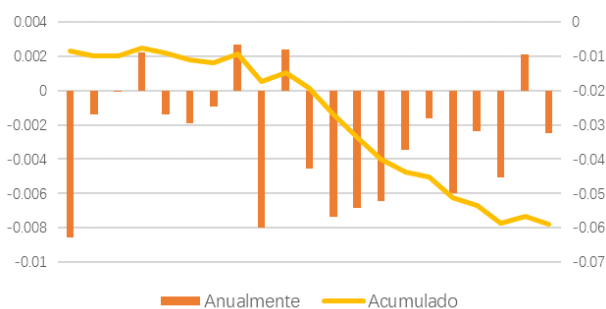


Gráfico 4. Desigualdad dinámica del consumo de electricidad per cápita¹
Fuente: LowCarbonPower, EMBER, EDGAR, FAO². Elaboración propia.

4.3 Heterogeneidad de la desigualdad y sus determinantes

Después de identificar la variación general de la desigualdad en el consumo de electricidad per cápita en América Latina, el análisis de la heterogeneidad interna de los países proporciona una nueva perspectiva para comprender las características de la desigualdad. Al dividir los países en grupos según su membresía a la OCDE y su situación de ingresos, se obtienen resultados específicos que se muestran en el Cuadro 3. Los resultados de la desigualdad después de la segmentación muestran tendencias claramente diferentes en comparación con los resultados generales, como se observa en el Gráfico 5. Bajo la clasificación de la OCDE, la desigualdad en el consumo de electricidad per cápita se ha mantenido en niveles muy bajos durante los últimos 20 años, alcanzando un máximo del 0,17% en 2008, y ha seguido disminuyendo cerca de 0 desde entonces. Sin embargo, bajo la clasificación de ingresos, se observa una tendencia de aumento seguido de una disminución, seguido nuevamente por un aumento fluctuante. En este caso, el nivel más bajo se registró en 2000, con aproximadamente un 0,61%, y el más alto en 2021, con aproximadamente un 1,92%.

País	OCDE	Ingresos	País	OCDE	Ingresos
Antigua y Barbuda		Altos	Guayana		Altos
Argentina		Medio alto	Haití		Medio bajo
Aruba		Altos	Honduras		Medio bajo
Bahamas		Altos	Jamaica		Medio alto
Barbados		Altos	México	√	Medio alto
Belice		Medio alto	Nicaragua		Medio bajo
Bolivia		Medio bajo	Panamá		Altos
Brasil		Medio alto	Paraguay		Medio alto
Islas Vírgenes Británicas		Altos	Perú		Medio alto
Chile	√	Altos	Puerto Rico		Altos
Colombia	√	Medio alto	San Cristóbal y Nieves		Altos
Costa Rica	√	Medio alto	Santa Lucía		Medio alto
Cuba		Medio alto	San Vicente y las Granadinas		Medio alto
Dominica		Medio alto	Surinam		Medio alto
República Dominicana		Medio alto	Trinidad y Tobago		Altos
Ecuador		Medio alto	Islas Turcas y Caicos		Altos
El Salvador		Medio alto	Uruguay		Altos
Granada		Medio alto	Venezuela		Medio bajo
Guatemala		Medio alto			

Cuadro 3. La situación clasificatoria de 37 países de habla hispana en América
Fuente: OCDE, Banco Mundial³. Elaboración propia.

¹ El efecto dinámico incluye la variación año tras año y la variación acumulativa.

² Véase: EMBER, en: <https://ember-climate.org/data/>; EDGAR, en: https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2023/; FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, en: <https://www.fao.org/statistics/en/>; LowCarbonPower, en: <https://lowcarbonpower.org/zh/>.

³ Véase: Banco Mundial, en: <https://data.worldbank.org/>; OCDE, La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, en:

Después de la segmentación, se observa una clara disminución en el nivel de desigualdad en comparación con el conjunto general de datos. Estos resultados heterogéneos presentados por la clasificación son de gran importancia para identificar y entender las desigualdades dentro de los 37 países de América Latina. Solo 4 son miembros de la OCDE, pero tienden a mostrar niveles de igualdad en el consumo per cápita de electricidad en comparación con los otros 33 países. De hecho, esto podría reflejar fenómenos de desigualdad implícitos, lo que sugiere la posibilidad de grandes brechas de desigualdad dentro de los 33 países no miembros de la OCDE. Por otro lado, bajo la clasificación de ingresos, se observa un aumento continuo en la desigualdad en el consumo per cápita de electricidad durante los últimos 10 años. Esto no solo refleja un crecimiento en las brechas entre los tres grupos de ingresos, sino que también sugiere la posibilidad de grandes brechas de desigualdad dentro de los países de ingresos medianos y altos.

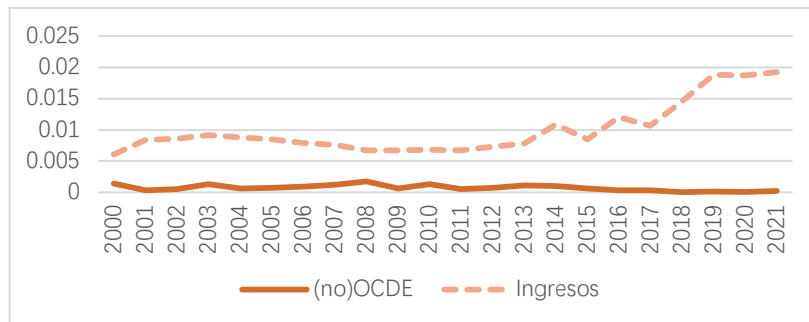


Gráfico 5. Desigualdad estática del consumo de electricidad per cápita por grupos (no) de la OCDE y grupos de ingresos
Fuente: LowCarbonPower, Banco Mundial¹. Elaboración propia.

Al observar más de cerca las causas de la desigualdad, se pueden identificar diferencias específicas, como se muestra en el Gráfico 6. Bajo la clasificación de ingresos, los resultados son similares a los generales. El PIB per cápita y la intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero son los principales impulsores (contribución promedio del 195,5%) y reductores (contribución promedio del -153,99%) de la desigualdad en el consumo per cápita de electricidad, respectivamente. Sin embargo, a partir de 2015, la influencia de estos dos factores se vuelve significativamente más pronunciada. Por otro lado, la clasificación de la OCDE muestra una tendencia "en forma de camello". A diferencia de la tendencia general, entre 2007 y 2014, la intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero se convirtió en el principal impulsor de la desigualdad, mientras que la intensidad de emisiones de electricidad se convirtió en el principal factor para reducir la desigualdad. Durante este período, el crecimiento económico de los países de la OCDE se desaceleró, mientras que los países no miembros de la OCDE experimentaron un rápido crecimiento económico, acompañado de mayores emisiones de gases de efecto invernadero, lo que resultó en diferencias significativas. Los períodos entre 2000-2007 y 2007-2021 muestran tendencias similares a los datos generales, pero con mayores fluctuaciones.

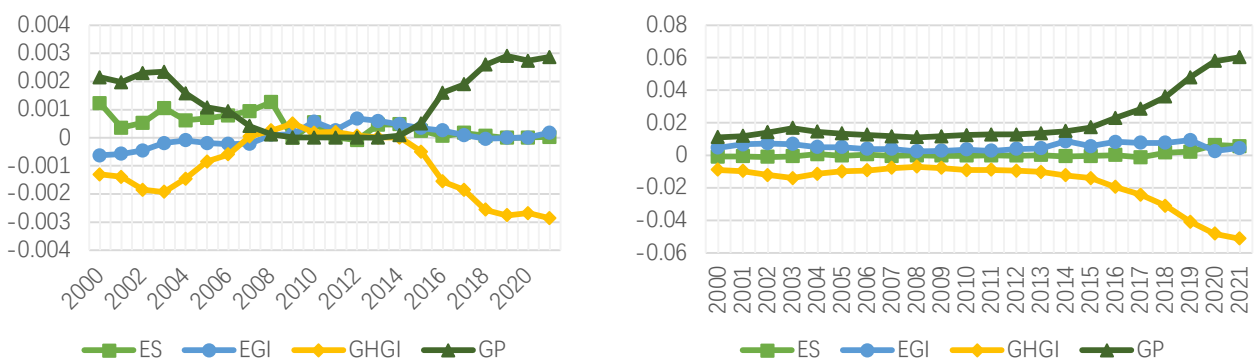


Gráfico 6. Variación de la desigualdad de los componentes de descomposición LMDI por grupos (no) de la OCDE (izquierda) y grupos de ingresos (derecha)

Fuente: LowCarbonPower, Banco Mundial². Elaboración propia.

<https://www.oecd.org/>

¹ Véase: Banco Mundial, en: <https://data.worldbank.org/>; LowCarbonPower, en: <https://lowcarbonpower.org/zh/>.

² Véase: Banco Mundial, en: <https://data.worldbank.org/>; LowCarbonPower, en: <https://lowcarbonpower.org/zh/>.

4.4 Desigualdad desde una perspectiva de combustible

Según la visión de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, se debe reducir el uso de combustibles fósiles a nivel global y acelerar la transición hacia una estructura energética más limpia, promoviendo enérgicamente las energías renovables para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente el dióxido de carbono, y así lograr los objetivos de mitigación del cambio climático. Dado que los combustibles son una fuente importante de consumo de electricidad, es fundamental considerar las causas de la desigualdad en el consumo de electricidad desde esta perspectiva, aunque hay pocos estudios que aborden esta cuestión. Los resultados de la desigualdad en el consumo de electricidad per cápita desde la perspectiva de las fuentes de combustible se muestran en el Gráfico 7. Al igual que con los resultados de desigualdad general, la desigualdad en el consumo per cápita de electricidad ha mostrado una tendencia a la baja en los últimos 20 años, siendo más pronunciada después de 2011, pero con indicios de un ligero aumento después de 2019, con un pico en 2000, que fue aproximadamente del 14,26%, y una reducción hasta el 10,33% en 2019.

El consumo de electricidad y la producción de electricidad se dividen en dos grandes categorías en función de sus fuentes de combustible: una es la energía tradicional de los combustibles fósiles, como el carbón, el gas natural y el petróleo; la otra es la energía limpia emergente, que incluye la energía hidroeléctrica, nuclear, de hidrógeno, eólica, geotérmica y bioenergía, entre otras.

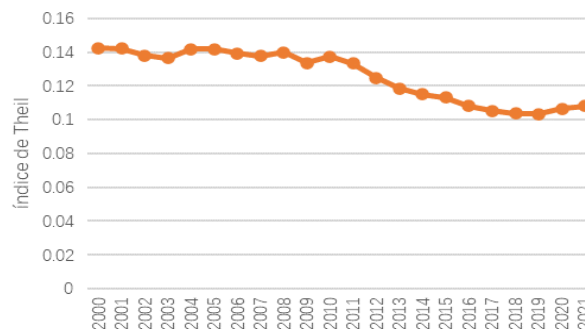


Gráfico 7. Desigualdad estática del consumo de electricidad per cápita desde una perspectiva de combustible¹

Fuente: LowCarbonPower, Banco Mundial². Elaboración propia.

Las energías limpias y los combustibles fósiles juegan un papel significativo en la matriz energética de los países de América Latina. En particular, los países hispanohablantes de la región tienden a generar electricidad mayoritariamente a partir de fuentes fósiles tradicionales, influenciados por factores como la distribución de recursos, el nivel tecnológico y el desarrollo económico de cada nación. En los últimos años, se ha observado una disminución gradual en la proporción de electricidad generada a partir de energías limpias en América Latina. Por ejemplo, en 2021, las energías limpias representaron el 58,45% del consumo de electricidad, en 2010 fue del 57,65%, y en 2000 fue del 62,32%.

Los resultados de la descomposición de las dos grandes categorías de combustibles se muestran en el Gráfico 8. En comparación con las energías limpias (contribución promedio del 259,18%), los combustibles fósiles (contribución promedio del 318,3%) aumentan aún más la desigualdad en el consumo de electricidad per cápita, aunque esta situación fue más volátil entre 2012 y 2014. El coeficiente de residuo (contribución promedio del -477,48%) es el residuo de la descomposición, que refleja la elasticidad interna entre las dos grandes categorías de combustibles y el consumo de electricidad en términos per cápita, y puede considerarse como una corrección.

¹ Debido a la limitación de los datos, la segmentación por fuentes de combustible carece de datos de 11 países, como Paraguay, y solo incluye 26 países.

² Véase: Banco Mundial, en: <https://data.worldbank.org/>; LowCarbonPower, en: <https://lowcarbonpower.org/zh/>.

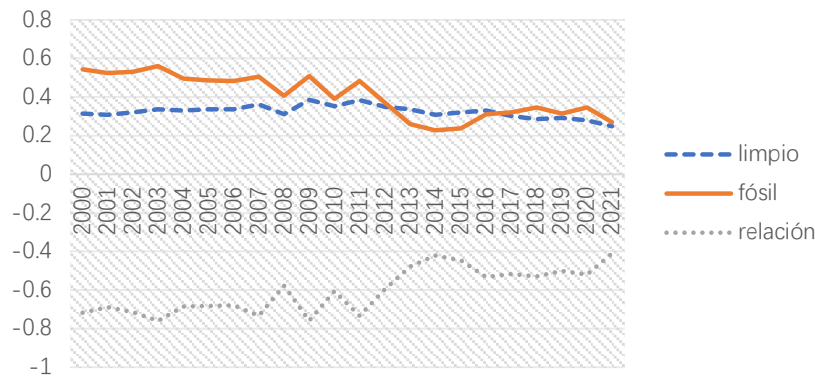


Gráfico 8. Variación en la desigualdad de los componentes de descomposición LMDI desde la perspectiva del combustible¹
Fuente: LowCarbonPower, Banco Mundial². Elaboración propia.

La disparidad entre los combustibles fósiles y las energías limpias comenzó a disminuir después de 2016, posiblemente debido a que más países han empezado a reducir el uso de combustibles fósiles y a aumentar la utilización de energías limpias. La expansión de las energías limpias y la dinámica de la electrificación han contribuido a reducir la desigualdad en el consumo de electricidad per cápita derivada de los combustibles fósiles. Sin embargo, los países hispanohablantes de América Latina que dependen en gran medida de los combustibles fósiles aún no han reducido su dependencia de estos recursos, lo que podría estar asociado con un aumento de la desigualdad interna en estos países.

5. Conclusiones

Como se pudo apreciar anteriormente, el consumo de electricidad en América Latina ha experimentado un crecimiento fluctuante en general, con una desigualdad per cápita que ha disminuido constantemente hasta el 2021. En cuanto a sus factores constituyentes, se destaca el PIB per cápita y la intensidad de emisiones eléctricas, aunque su efecto dinámico se ha debilitado. La intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero es la principal fuerza que reduce la desigualdad, aunque la estructura eléctrica tiene un impacto mínimo en este aspecto. También se destacan diferencias entre los países miembros de la OCDE, así como variaciones temporales en la desigualdad per cápita de acuerdo a los niveles de ingreso de cada nación. Por otro lado, cabe destacar que las energías fósiles suponen una contribución más alta a la desigualdad en comparación con las energías limpias. En términos relativos, la desigualdad en el consumo per cápita de electricidad en América Latina está disminuyendo gradualmente, lo que indica que la población está obteniendo un acceso más equitativo y completo a los recursos eléctricos. No obstante, en términos absolutos, la contribución total sigue siendo relativamente pequeña a nivel mundial. En este sentido, es crucial promover un desarrollo a largo plazo de acuerdo con las necesidades económicas y la transformación de la estructura energética. Teniendo en cuenta estas circunstancias, nuestro estudio propone las siguientes recomendaciones para su consideración.

En primer lugar, el rápido crecimiento económico puede implicar diversas formas de desigualdad, por lo tanto, los países deben invertir a largo plazo en políticas que promuevan el desarrollo económico y fortalezcan la infraestructura socioeconómica para beneficiar a la población en general, particularmente respecto a los recursos eléctricos, con el objetivo promover el consumo y la producción de energía limpia, además de mejorar su contribución al crecimiento económico. En segundo lugar, también es importante fomentar la cooperación y el intercambio entre los países de América Latina. Estos países comparten similitudes en términos de cultura y sociedad, lo que proporciona condiciones favorables para fortalecer la colaboración y el intercambio en acciones concretas para el desarrollo socioeconómico, especialmente en materia de recursos eléctricos, tecnología eléctrica y políticas financieras. Por último, es necesario acelerar la transformación de la estructura energética. Esto implica aumentar gradualmente la proporción de fuentes de energía limpia en el suministro de combustibles para la generación de electricidad y hacer un uso más eficiente de los combustibles fósiles, avanzando gradualmente hacia una estructura energética baja en carbono y ecológicamente sustentable.

¹ La energía fósil, la energía limpia y la razón de elasticidad son los componentes de descomposición de la desigualdad desde la perspectiva del combustible.

² Véase: Banco Mundial, en: <https://data.worldbank.org/>; LowCarbonPower, en: <https://lowcarbonpower.org/zh/>.

Este estudio presenta algunas limitaciones y direcciones para futuras investigaciones. En primer lugar, debido a limitaciones en los datos para el periodo 2000-2021, así como su limitada clasificación en fósiles y limpias, en el futuro se podría ampliar el período de estudio y el criterio de clasificación de combustibles. En segundo lugar, este estudio analizó solo desde la perspectiva de la desigualdad los diversos factores que afectan al consumo per cápita de electricidad en América Latina. En el futuro, se podría analizar la relación entre ambos y explorar más variables socioeconómicas y culturales. En tercer lugar, existe un margen para utilizar diversos criterios de clasificación, así como para analizar diferencias entre los grupos de países y su heterogeneidad entre los miembros de la OCDE. Finalmente, este estudio no tuvo en consideración el impacto de las crisis financieras o la pandemia de COVID-19, lo cual podría ser una línea de investigación relevante para los estudios relacionados al consumo de energía.

Bibliografía

- (Andrea Yossana, Jackeline Nicolle y Nora Marcela, 2022) Andrea Yossana, R.C., Jackeline Nicolle, M.R., y Nora Marcela, V.L. (2022). Relación entre consumo de electricidad y crecimiento económico de Honduras en el periodo 2005-2020. *Revista Economía y Administración*, 13, 119-143.
- (De y Sturm, 2017) De Haan, J., y Sturm, J. E. (2017). Finance and income inequality: A review and new evidence. *European Journal of Political Economy*, 50, 171-195.
- (Duro y Padilla, 2006) Duro, J. A., y Padilla, E. (2006). International inequalities in per capita CO2 emissions: a decomposition methodology by Kaya factors. *Energy Economics*, 28(2), 170-187.
- (Duro, 2013) Duro, J. A. (2013). Weighting vectors and international inequality changes in environmental indicators: An analysis of CO2 per capita emissions and Kaya factors. *Energy Economics*, 39, 122-127.
- (Eras, Fandino, Gutiérrez, Bayona y German, 2022) Eras, J. J. C., Fandino, J. M. M., Gutiérrez, A. S., Bayona, J. G. R., y German, S. J. S. (2022). The inequality of electricity consumption in Colombia. Projections and implications. *Energy*, 249, 123711.
- (González-Eguino, 2015) González-Eguino, M. (2015). Energy poverty: An overview. *Renewable and sustainable energy reviews*, 47, 377-385.
- (Humberto, Roberto y Francisco, 2020) Humberto, V.H., Roberto J, S.S., y Francisco, V.M.(2020). On the Interaction among Economic Growth, Energy-Electricity Consumption, CO2 Emissions, and Urbanization in Latin America. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 15(4), 745-767.
- (Kaya, 1989) Kaya, Y. (1989). Impact of carbon dioxide emission control on GNP growth: interpretation of proposed scenarios. *Intergovernmental Panel on Climate Change/Response Strategies Working Group, May*.
- (Ouedraogo, 2013) Ouedraogo, N. S. (2013). Energy consumption and human development: Evidence from a panel cointegration and error correction model. *Energy*, 63, 28-41.
- (Sasse y Trutnevyte, 2023) Sasse, J. P., y Trutnevyte, E. (2023). A low-carbon electricity sector in Europe risks sustaining regional inequalities in benefits and vulnerabilities. *Nature communications*, 14(1), 2205.
- (Semieniuk y Weber, 2020) Semieniuk, G., y Weber, I. M. (2020). Inequality in energy consumption: statistical equilibrium or a question of accounting conventions? Energy inequality: statistical equilibrium or accounting convention? *The European Physical Journal Special Topics*, 229, 1705-1714.
- (Shorrocks, 1980) Shorrocks, A. F. (1980). The class of additively decomposable inequality measures. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 613-625.
- (Theil, 1967) Theil, H., (1967). *Economics and Information Theory*. North Holland, Amsterdam.
- (Xu, 2020) Xu, C. (2020). Determinants of carbon inequality in China from static and dynamic perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123286.
- (Zhang, Zhou, Yang y Shao, 2017) Zhang, C., Zhou, K., Yang, S., y Shao, Z. (2017). On electricity consumption and economic growth in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 353-368.